

TARIMDA ENTEGRE MÜCADELE: GÜNCEL VE UYGULAMALI YAKLAŞIMLAR

Editör
Prof. Dr. Gülay KAÇAR



TARIMDA ENTEGRE MÜCADELE: GÜNCEL VE UYGULAMALI YAKLAŞIMLAR

Editör
Prof. Dr. Gülay KAÇAR

ISBN: 978-625-8713-67-1

PA Paradigma Akademi Yayınları
Sertifika No: 69606

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

Tasarım&Kapak: Ahmet Efe BIYIKLI

Matbaa: Meydan / 99 Baskı
Sertifika No: 76711

Kitaptaki bilgilerin her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir.
Bu Kitap T.C. Kültür Bakanlığından alınan bandrol ve
ISBN ile satılmaktadır. Bandrolsüz kitap almayınız.

Aralık 2025



HAKEMLER

Prof. Dr. Bayram ÇEVİK

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, Türkiye

Prof. Dr. Erol BAYHAN

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

Prof. Dr. Evsel DEMİREL

Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne, Türkiye

Prof. Dr. İzzet AKÇA

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye

Prof. Dr. İnanç ÖZGEN

Fırat Üniversitesi, Baskil Meslek Yüksek Okulu, Baskil, Elazığ, Türkiye

Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay, Türkiye

Prof. Dr. Meral FENT

Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Edirne, Türkiye

Prof. Dr. Nihat DEMİREL

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay, Türkiye

Prof. Dr. Nurten HACET

Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Edirne, Türkiye

Prof. Dr. Selime ÖLMEZ BAYHAN

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

Doç. Dr. Bekir Bülent ARPACI

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri, Bölümü, Kilis, Türkiye

Doç Dr. Doğancan KAHYA

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir, Türkiye

Doç. Dr. Elif YAVUZASLANOĞLU

Karamanoğlu, Mehmetbey Üniversitesi, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Karaman, Türkiye

Doç. Dr. Özer ÇALIŞ

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

Doç. Dr. Refik BOZBUĞA

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Eskişehir, Türkiye

Doç. Dr. Yusuf ÇELİK

Mersin Üniversitesi, Silifke Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mersin, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Murat GÜVEN

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye

Dr. Gözde NOGAY

Mersin Üniversitesi Mut Meslek Yüksekokulu, Mu, Mersin, Türkiye

Dr. Hilmi TORUN

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Biyolojik Mücadele Arş. Enst. Müdr., Adana, Türkiye

Dr. Pakize GÖK GÜLER

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Biyolojik Mücadele Arş. Enst. Müdr., Adana, Türkiye

Dr. Pelin KELEŞ ÖZTÜRK

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Biyolojik Mücadele Arş. Enst. Müdr., Adana, Türkiye

Dr. Pınar ARIDICI KARA

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Biyolojik Mücadele Arş. Enst. Müdr., Adana, Türkiye

ÖNSÖZ

Tarım sektörü, insanlığın beslenme, ekonomik kalkınma ve ekolojik denge açısından temel dayanak noktalarından biridir. Ancak bu üretim süreci; zararlı organizmaların neden olduğu kayıplar nedeniyle sürekli tehdit altındadır. Tarih boyunca uygulanan yoğun kimyasal mücadele yöntemleri, kısa vadede başarı sağlasa da uzun vadede insan sağlığı riskleri, çevresel bozulma, direnç gelişimi ve biyolojik çeşitlilikte ciddi azalmalar gibi olumsuz sonuçları beraberinde getirmiştir.

Bu bağlamda Entegre Zararlı Yönetimi (EZY); ekosistem temelli yaklaşımı, çevre ve insan sağlığını önceleyen prensipleri ve ekonomik sürdürülebilirliği hedefleyen uygulama bileşenleriyle günümüz tarımsal üretim sistemlerinin vazgeçilmez unsuru hâline gelmiştir. Zararlıların kontrolünde biyolojik, kültürel, biyoteknik ve gerektiğinde kontrollü kimyasal yöntemlerin birlikte kullanılması hem üreticinin hem de doğal çevrenin korunmasına hizmet etmektedir.

Bu eser, entegre zararlı mücadelesinin önemini kavratmak; teorik bilgi ile uygulama örneklerini harmanlayarak yeni yaklaşımlar geliştirilmesine katkı sunmak amacıyla hazırlanmıştır. Alanında uzman akademisyenler ve araştırmacılar tarafından kaleme alınan bölümler, sürdürülebilir tarımın gerektirdiği bilinç ve sorumluluk duygusunun yaygınlaşmasına destek olmayı hedeflemektedir.

Tarımın geleceği, doğal kaynakların korunması ve güvenli gıda arzının devamlılığı için zararlılarla mücadelenin bilime dayalı, planlı ve çevre dostu bir yaklaşımla yürütülmesi zorunludur. Bu doğrultuda hazırlanan kitabın; araştırmacılar, üreticiler, öğrenciler, sektörel paydaşlar ve politika geliştiriciler için değerli bir başvuru kaynağı olacağına inanıyorum.

Bilimsel katkı sağlayan tüm yazarlarımıza ve çalışmanın oluşum sürecine destek verenlere teşekkür eder, okuyucularımıza verimli bir deneyim dilerim.

Saygılarımla,

Editör

Prof. Dr. Gülay KAÇAR

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, 2025

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ENTEGRE MÜCADELEDE <i>Perillus bioculatus</i> (FABRICIUS, 1775) (HEMIPTERA: HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)'UN ÖNEMİ.....	9
<i>Ahmet DURSUN</i>	
SEASONAL FLIGHT PATTERNS OF <i>LOBESIA BOTRANA</i> IN SULTANİ SEEDLESS VINEYARDS: STRATEGIES FOR INTEGRATED PEST MANAGEMENT	17
<i>Nihat DEMİREL</i> <i>Abdullah KARABULUT</i>	
KAHVERENGİ KOKARCA [<i>Halyomorpha halys</i> (STÅL 1855) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)] İLE ENTETRE MÜCADELE	35
<i>İslam SARUHAN</i> <i>İzzet AKÇA</i>	
SEASONAL FLIGHT PATTERNS OF <i>CRYPTOBLABES GNIDIELLA</i> (Millière) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) IN HİCAZ POMEGRANATE ORCHARDS: STRATEGIES FOR INTEGRATED PEST MANAGEMENT	61
<i>Nihat DEMİREL</i> <i>Mustafa SÜRMELİ</i>	
ÜLKEMİZDE KİRAZ (<i>Prunus avium</i> L.) ÜRETİMİNDE EKONOMİK OLARAK ZARARLI TÜRLERİN İNCELENMESİ VE MÜCADELE YÖNETİMİ	91
<i>Teslime PİLAV</i> <i>Işıl ÖZDEMİR</i>	
YABANCI OTLARIN BİYOLOJİK MÜCADELESİNDE MİKOHERBİSİTLERİN KULLANIMI.....	109
<i>Mine ÖZKİL</i> <i>Ayşegül ÇOLAK</i>	
MALATYA' DA ERİK KOŞNİLİ <i>Sphaerolecanium prunastri</i> (Fonscolombe, 1834) (Hemiptera: Coccidae)'NİN ENTETRE MÜCADELESİ	127
<i>Şeyma KAYA KORKMAZ</i> <i>Mehmet KARACAOĞLU</i> <i>Mehmet KEÇECİ</i>	
INSECT PESTS AND PLANT-PARASITIC NEMATODES IN TOMATO CULTIVATION	145
<i>Doğancan KAHYA</i> <i>Refik BOZBUĞA</i> <i>Mustafa İMREN</i>	
KUZEY KIBRIS'TA KÜLTÜR BİTKİLERİNDE ZARARLI DIPTERA (INSECTA) TÜRLERİ ..	155
<i>Menekşe AYDOĞDU</i> <i>Celalettin GÖZÜAÇIK</i>	
INTEGRATED PEST MANAGEMENT APPROACHES WITHIN THE FRAMEWORK OF WEED INSECT INTERACTIONS	179
<i>Mine ÖZKİL</i> <i>Doğancan KAHYA</i>	

MUZ ALANLARINDA HASTALIKLAR VE NEMATODLARA KARŞI ENTEGRE MÜCADELE.....	189
<i>Adem ÖZARSLANDAN</i>	
DOMATES VE BİBER BİTKİLERİNDE VİROİD HASTALIK ETMENLERİ	197
<i>Pakize GÖK GÜLER</i>	
NEMATODES ASSOCIATED WITH CARROT PRODUCTION IN BEYPAZARI DISTRICT IN ANKARA PROVINCE.....	213
<i>Ayşegül YAMAN</i>	
<i>Nagihan DUMAN</i>	
<i>Mustafa İMREN</i>	
ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN YARARLI ARTHROPOD FAUNASI ÜZERİNE ETKİLERİ.....	219
<i>Celalettin GÖZÜAÇIK</i>	
KESTANE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE <i>CURCULIO ELEPHAS</i> (GYLLENHAL) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) İLE MÜCADELE	231
<i>Şener TARLA</i>	
<i>Gülcan TARLA</i>	
BEYAZSİNEKLERLE ENTEGRE MÜCADELE	245
<i>Eda BUDAK AKBAL</i>	
<i>Cihan YARDIM</i>	
<i>Selime ÖLMEZ BAYHAN</i>	
BİTKİ ZARARLILARININ KONTROLÜNDE KÜLTÜREL UYGULAMALAR: SÜRDÜRÜLEBİLİR YAKLAŞIMLAR.....	261
<i>Muhlis SEZGİN</i>	
<i>Merve AKYILDIZ</i>	
<i>Erol BAYHAN</i>	
ZEYTİN BAĞÇELERİNDE ÖNEMLİ ZARARLI TÜRLER VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ ...	273
<i>Gülcan TARLA</i>	
<i>Şener TARLA</i>	
FINDIK MOZAİK HASTALIĞI (<i>Ilarvirus ApMV</i>), FINDIK TARIMINA ETKİLERİ VE KONTROLÜ	287
<i>Beste KEBAPCI</i>	
<i>Sena ÇANKAYA</i>	
<i>Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ</i>	
<i>Miray ARLI SÖKMEN</i>	

ENTEĞRE MÜCADELEDE *Perillus bioculatus* (FABRICIUS, 1775) (HEMIPTERA: HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)'UN ÖNEMİ

Ahmet DURSUN¹

Giriş

Tarımsal gelişme hızı ve tarım ürünlerinin gelir içindeki payı bir ülkenin ekonomik gelişime katkı sağladığı gibi tarım aynı zamanda önemli bir istihdam kaynağıdır. Tarım, bir ülkede gıda temin edilmesi ve sanayi hammaddesi istikrarını sağlamakta böylece kırsal kalkınmaya etki etmektedir (Elmalı, 2025). Ülkemizde tarım sektörünün Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)'sı 1980'li yıllarda %25.8 olurken, 2022 yılında gelir içindeki payı %5.4'e düşmüştür (Elmalı, 2025). Türkiye, başta Avrupa olmak üzere yabancı pazarlara yaş meyve ve sebzenin yanı sıra kuru baklagiller, zeytinyağı, fındık ve bal gibi birçok ürünü ihraç etmektedir. İhraç edilen bu ürünlerin zaman zaman pestisit ve aflatoksin gibi nedenlerle yabancı gümrüklerden döndürüldüğü haberleri artmaktadır. Avrupa Komisyonuna bağlı Alarm ve Dayanışma Ağı'nın (ACN) 2023 yılı raporunda Türkiye ile ilgili olarak 2022 yılında AB sınırlarında gıda güvenliği risklerine ilişkin 408 bildirim yapılmıştır. Gıda güvenliği ihlali ilk sırada yer alan ülkemizi, 333 bildirim ile Çin ve 303 bildirim ile Hindistan takip etmiştir (Anonim, 2024a). Avrupa Komisyonu, gıda ve yemlerde yapılan kontroller sırasında tespit edilen gıda güvenliği risklerini yayınladığı raporunda, pestisit kalıntısı sorunlarının en çok Türkiye'den gelen sebze ve meyveler ile ilgili olduğu bildirilmektedir.

Türkiye, gıda güvenliğini sağlamak ve tarım ürünlerinin GSYİH'daki payını artırmak için acilen önlemler almak zorundadır. Aksi takdirde Avrupa Komisyonuna bağlı Alarm ve Dayanışma Ağı'nın Gıda güvenliği raporlarında ilk sıradaki yerinde kalmaya devam edecektir. Bu nedenle tarım alanlarında zararlılar ile Biyolojik mücadele ve Entegre mücadele yöntemlerini yaygınlaştırmak zorundadır. Bilinçsizce yapılan kimyasal mücadele yöntemlerinin doğa ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerini önlemek ya da azaltmak için Türkiye'de Entegre mücadele yaygınlaştırılmalıdır.

Entegre Mücadele'nin Tanımı ve Önemi

Türkiye'de entegre mücadele çalışmaları 1970'li yıllarda başlamıştır fakat uygulama 1995 yılından sonra ağırlıklı hale gelmiştir (Anonim, 2011). Sürdürülebilir tarım faaliyetlerinde insan sağlığının ve biyolojik çeşitliliğin korunması ve aynı zamanda ekolojik ve ekonomik sürdürülebilirlik öncelik haline gelmiştir. Bu bağlamda Entegre mücadele insan ve çevre sağlığının ve doğal dengenin korunmasının sağlanmasını dikkate alan bir mücadele şeklidir. Entegre mücadele, tarımsal ekosistemlerde tarım ürünlerine zarar veren organizmaların popülasyon yoğunluklarını azaltmak ve çevre ile uyum halinde kalmalarını sağlamak için kültürel önlemler, biyolojik, mekanik, ve kimyasal tüm mücadele yöntem ve tekniklerinin uyumlu bir şekilde kullanılması ile yapılan zararlı yönetim sistemidir. Entegre mücadele zararlıının tamamen yok edilmesi amaçlanmaz, Ekonomik Zarar Seviyesinin altında tutulması hedeflenir. Entegre mücadele yönteminde, tarım ürünlerini tehdit eden zararlılara karşı öncelikle yine doğada bulunan predatör, parazitoid, antagonist, rekabetçi canlılar ve entomopatojen olarak adlandırılan fungus, virüs, bakteri, protozoon ve nematod gibi organizmalar ile mücadele edilir, tuzak bitki üretimi yapılır, zorunlu durumlarda ise kimyasal mücadele yöntemleri uygulanır. Kimyasal mücadele yapılması durumunda, predator ve parazitoidlere, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkisi en düşük kimyasallar seçilmelidir. Entegre mücadelenin başarıya ulaşması için, araştırma enstitüleri, ilaç üreticileri, tarım il müdürlükleri ve çiftçilerin birlikte hareket etmesi çok önemlidir. Bu konuda çiftçilerin eğitime dikkat edilmelir, aksi takdirde bilinçsiz ilaç kullanımı sonunda başarı elde edilemez (Anonim, 2024b).

¹ Prof. Dr. Amasya Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Sağlık Bilgi Sistemleri Teknikerliği Programı- Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü. ahmet.dursun@amasya.edu.tr

Entegre mücadele sürdürülebilir tarımsal üretimi ve kalkınmayı sağlar, masraflar azaltılır, ilaç kalıntı riski düşük, kaliteli ve doğal tarım ürünleri elde edilir. İnsan ve çevre sağlığı, yer üstü ve yer altı kaynaklar, biyoçeşitlilik ve doğal denge korunur, zararlı organizmaların kimyasallara karşı direnç geliştirmeleri geciktirilir ve tarım ürünlerinde zarar meydana getiren organizmaların popülasyon yoğunlukları kontrol altında tutularak salgınlar önlenir (Anonim, 2024b).

Anavatanı Güney Amerika olan patates (*Solanum tuberosum* Linnaeus, 1758), ılıman bölge bitkisi olarak bilinmesine rağmen tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de adaptasyon yeteneği nedeni ile birçok bölgede yetiştirilmektedir. İstanbul'da ilk kez 1850'li yıllarda besin kaynağı olarak kullanılmaya başlanmış olan patatesin 1895 yılından itibaren Sakarya Havzası'nda üretimi denenmiştir ve günümüzde Türkiye'nin her yerinde tarımı yapılmaktadır. Tüm dünyada temel besin kaynağı olarak kullanılan patatesin üretimi de hızla artmaktadır, öyle ki günümüzde en çok tarımı yapılan kültür bitkileri arasında yer almaktadır. Ülkemiz Dünya patates üretiminin %1,4'ünü karşılamakta ve üretim sıralamasında 16. sırada yer almaktadır (Yegül, 2023). Patates, insan beslenmesinin yanında sanayide ve hayvan besini olarak da kullanılmaktadır ve nüfus artışına paralel olarak önemi de artmaktadır.

Ekonomik önemi her geçen gün artmakta olan patates yetiştiriciliğinde bitki koruma sorunları da artış göstermektedir. Dünyada patates üretiminde, bitkinin farklı dönemlerinde etkili olan 400'den fazla zararlı tespit edilmiştir (Öztekin ve ark., 2017). Patates üretimini etkileyen zararlıların başında Kolorado patates böceği olarak bilinen *Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae) gelmektedir. *L. decemlineata* hem ergin hem de ergin öncesi evrede patates bitkisine zarar vermektedir. Bu zararlı ile mücadelede kontrolsüzce sentetik insektisitlerin kullanılması çevre kirliliğine, insan sağlığına, biyolojik mücadelede kullanılan faydalı böceklerin ölmesine ve *L. decemlineata*'nın bağışıklık kazanmasına neden olmaktadır (Öztekin ve ark., 2017).

Predatör türleri içeren Asopinae (Hemiptera: Pentatomidae) üyeleri, tarımsal ekosistemlerdeki zararlı böcek türlerinin dinamiklerinde önemli rol oynar. Yapılan çalışmalarda Asopinae alt familyasına ait 350'den fazla tür tespit edilmiştir ve bu türlerin yaklaşık %10'u tarım ve orman ekosistemlerinde zararlılarının kontrol altında tutulması için biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmaktadır. Doğal olarak geniş dağılım göstermeleri, saldırganlıkları ve çok fazla beslenme eğiliminde olmaları nedeniyle tarım ve orman ekosistemlerinde zararlılar ile biyolojik mücadele ajanları olarak Entegre Zararlı Yönetimi alanında öne çıkmaktadır (Torres ve ark., 2006). Asopinae türleri avın yerini tespit etmek, yakalamak, öldürmek ve sindirmek için farklı morfolojik adaptasyonlar geliştirmiştir ve tarım alanlarında biyolojik mücadele ajanı olarak kullanımı son yıllarda artış göstermektedir (Plata-Rueda ve ark., 2022). Asopinae türlerine ait ergin ve ergin öncesi evredeki bireyler, özellikle Coleoptera, Diptera ve Lepidoptera takımlarının üyeleri ile beslenirler. Ancak Asopinae türleri zoofitofag beslenmeye sahiptirler. Zoofitofag türler su ihtiyaçlarının büyük çoğunluğunu bitki dokularından karşılamaktadır, bu nedenle predatör türlerin fitofagi durumu muhtemelen bu nedenden kaynaklıdır (Gillespie ve McGregor, 2000). Zoofitofag türler tarımsal ekosistemde zarara da neden olabilmektedir. O nedenle Asopinae türlerinin tarımsal ekosistemlerde kullanımına yönelik biyolojisi ve beslenme stratejilerinin iyi bilinmesi gereklidir (Plata-Rueda ve ark., 2022). Bu predatör türler, özellikle yaprak yiyen tırtıllar gibi bitki zararlısı böcek popülasyonlarını dengede tutmak için tarım ve orman ekosistemlerinde pestisit kullanımını azaltmakta ve dolayısıyla çevrenin korunmasına katkı sağlamaktadırlar (Torres ve ark., 2006).

Kolorado patates böceğinin insektisitlere karşı direnç geliştirdiği bilinmektedir, bu nedenle bu zararlının kontrol altında tutulabilmesi için entegre mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Todorova ve ark., 2002). *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) Kuzey Amerika ve Avrupa'da *Leptinotarsa decemlineata* ile mücadelede sıklıkla kullanılmaktadır (Weirauch ve Schuh, 2011). *Perillus bioculatus*, Kolorado patates böceği yumurta kümelerinin, küçük larvaların ve erginlerin çok önemli bir avcısıdır, tek bir *P. bioculatus* nimfi, gelişimi boyunca yaklaşık 300 Kolorado patates böceği yumurtası tüketebilmektedir (Cloutier ve Bauduin, 1995). Saha çalışmaları *P. bioculatus* nimflerinin salımlarının, entegre bir kontrol programı kapsamında Kolorado patates böceği

popülasyonlarının kontrolünde önemli rol oynadığını göstermiştir (Cloutier ve Bauduin, 1995; Todorova ve ark., 2002). *Leptinotarsa decemlineata* popülasyonunu kontrol altında tutmak için metrekaşe başına 5-15 *Perillus bioculatus* bireyi yeterli gelmektedir, bu durumda insektisit kullanmaya gerek kalmamaktadır (Kóbor ve Brhane, 2024).

Perillus bioculatus'un biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılması amacıyla, Avrupa'da laboratuvar koşullarında yetiştirilip araziye bırakılma çalışmaları ilk kez 1930'lu yıllarda Fransa'da gerçekleştirilmiştir. Ancak bu denemeler II. Dünya Savaşı nedeniyle yarım kalmıştır. 1960 yılından itibaren birçok Avrupa ülkesinde denemeler tekrar başlatılmış olsa da başarı sağlanamamıştır. Tütün Palearktik bölgede doğal ortama adapte olamadığı bu yüzden deneme çalışmalarının başarısız olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, sonraki yıllarda bu türün Almanya, İtalya, Balkan Yarımadası, Ermenistan, Gürcistan, Rusya, Macaristan, Moldova, Ukrayna ve Türkiye'de kayıt altına alınmış olması, hatta Pakistan ve Hindistan'dan lokalite kayıtlarının verilmiş olması türün adaptasyon yeteneğinin arttığının en güzel kanıtıdır (Kıvan, 2004; Fent & Aktaş, 2007; Dursun & Fent, 2018; Cato ve ark., 2024; Kóbor ve Brhane, 2024; Van der Heyden ve ark., 2024).

Entomopatojen bakteri, fungus, nematod ve virüsler tarım alanlarında kimyasal pestisit kullanımının insan ve çevre sağlığı için tehdit oluşturmasını önlenmek için biyolojik kontrol ajanları olarak kullanılmaktadır (Genthner ve ark., 1994). *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina, Hyphomycetes) böceklerde patojeniteye neden olan uygun maliyetli bir mantar türüdür. Bu fungusun sporlarının böceklerde "Beyaz Muskadin" adı verilen bir hastalığa neden olduğu bilinmektedir (Ocak ve ark., 2007). *Beauveria bassiana* sporlarının böceklerde enfeksiyon meydana getirebilmesi için integümentin yüzeyine (Epikutikula) temas etmesi yeterlidir. Spor, epikutikula ile temas ettiğinde çimlenir ve muhtemelen integümentteki porlardan, kanallardan veya stigmalarından doğrudan böceğin vücudu içine girer ve toksin üretir. Yapılan çalışmalar böceklerin belirli *Beauveria bassiana* izolatlarına dirençli olabileceğini, ancak aynı patojenin diğer izolatlarına duyarlı olabileceğini göstermektedir (Todorova ve ark., 2002). Lepidoptera türlerinden elde edilen *Beauveria bassiana* IPP46 izolatı, Kolorado patates böceğine karşı yüksek patojeniteye sahiptir ancak *P. bioculatus* nimflerinde düşük ölüm oranına neden olmaktadır. *P. bioculatus*'un *Beauveria bassiana* izolatlarına karşı en az dirençli olduğu dönemin ikinci nimf evresi, en çok dirençli olduğu evrenin ise ergin evre olduğu görülmüştür. *Beauveria bassiana*, *Leptinotarsa decemlineata* ile entegre mücadelede önemli avantajlar sunmaktadır (Todorova ve ark., 2002).

Toprakta yaşayan *Bacillus thuringiensis*, (Bacteria: Bacillales) başta Coleoptera, Diptera ve Lepidoptera takımları olmak üzere birçok böcek larvası tarafından yutulması durumunda, böceklerde toksik proteinler üreterek insektisit etki gösteren Gram pozitif bir bakteridir. Bu bakterinin izolatları, nematodlara, akarlar ve protozoonlara karşı da etkilidir. Bu nedenle tarım alanlarındaki zararlı böcekler için *Bacillus thuringiensis* biyolojik mücadelede kullanılmaktadır. Fakat çok sayıda böcek için toksik etkiye neden olan bu bakteri, *Perillus bioculatus* ile uyum içinde bulunmaktadır (Mohaghegh ve ark., 2000). Bitki zararlısı Lepidoptera larvaları ile beslenen Asopinae alttakımı üyelerine aktarılan *Bacillus thuringiensis* bakterisinin bu avcı böcekler üzerinde çok fazla olumsuz bir etkiye neden olmadıkları belirlenmiştir (Torres ve Ruberson, 2008). *Bacillus thuringiensis thuringiensis* ve *Streptomyces avermitilis* (Bacteria: Streptomycetales) bazlı insektisitlerin kullanımı sonucu yetişkin *P. bioculatus*'un hayatta kalma oranı %97 civarında iken, son evre nimflerde ise %58 bulunmuştur, 1. evre nimflerin ise yalnızca %3'ü hayatta kalabilmiştir. Kimyasal pestisitler ile yapılan demelerde *Perillus bioculatus*'un tüm evrelerdeki bireylerin tamamı yok edilmiştir (Agasyeva ve ark., 2023). Bu sonuçlar, biyolojik insektisitlerin önemini ortaya koymaktadır.

***Perillus bioculatus*'un Biyolojisi**

Perillus bioculatus; ergin erkeklerin boy uzunluğu 8-10 mm., dişiler ise 10-12 mm.'dir. Vücut renklenmesi sıcaklığa göre farklılık göstermektedir, 20 °C civarında kırmızı-siyah, 23,5 °C üzerinde ise turuncu-siyah ve siyah-beyaz renkte görülmektedir (Kıvan ve Aysal, 2014; Agasyeva ve ark., 2023). Scutellum üzerindeki "Y" şeklindeki benek ayırt edicidir (Şekil 1). Bu tür yarı başkalaşım (Hemimetabol başkalaşım) geçirmektedir.

Ergin bir dişi, 25-30 yumurta kümesinden oluşan siyah renkte yumurtalar bırakır. Yumurta evresinden sonra 5 nimf evresi görülür ve erginliğe ulaşır. Laboratuvar koşullarında bırakılan yumurtalardan 26 ± 1 °C'de 6 günde, 29 ± 1 °C'de ise 5 günde 1. nimfler çıkar. 1. nimf evresi sıcaklığa bağlı olarak 1-2 gün, diğer nimf dönemleri ise 2-5 gün arasında sürmektedir. İkinci nimf evresinden itibaren aktif olarak avlarını ararlar ve avlanırlar (Kıvan ve Aysal, 2014). *Perillus bioculatus* yumurtanın bırakılmasından itibaren sıcaklığa bağlı olarak 20-24 gün aralığında ergin hale gelir. Doğal avlarla beslenen bir birey 36. günde üreme potansiyelinin zirvesine ulaşır. Bir ergin 6 hafta civarında yaşar.

Perillus bioculatus yılda 4 nesil verir, kışı ergin halde geçirirler. Gün uzunluğu azaldıkça üreme aktivitelerini başlatmak yerine diyapoza girme eğilimi gösterirler ve Kasım ayında kışlaklara çekilirler. Hayatta kalmaları besinin miktarına ve kalitesine bağlı olduğu için ekim ayında beslenme artar. Diyapozda ve kış uykusundan çıktıktan sonraki ilk iki hafta içinde erkeklerde ölüm oranı dişilerden daha yüksektir. Mart ayının 2. haftasından itibaren kışlaklarından çıkarlar, kışlaklardan çıkan bireyler çiftleşir ve 2-3 gün sonra avlanmaya başlar (Elisovetcaia ve Valeriu, 2016).

Entegre Mücadelede *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) (Heteroptera: Pentatomidae) Kullanımı

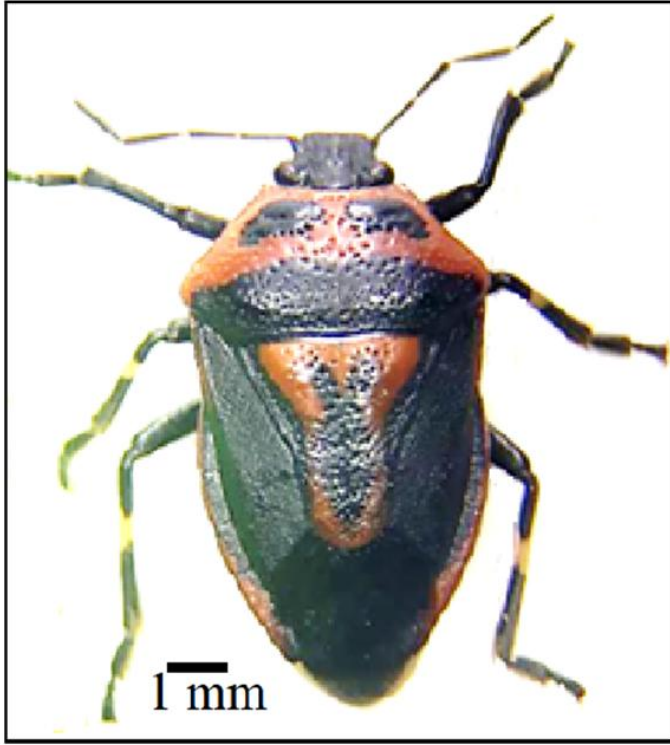
Perillus bioculatus, Nearktik fauna elemanıdır, Meksika'dan Kanada'ya kadar tüm kuzey Amerika'da dağılım göstermektedir. Kuzey Amerika'da *Leptinotarsa decemlineata*'nın avcısı olarak bilinmektedir. Bu nedenle Patates böceği ile biyolojik mücadelede kullanılmak üzere çeşitli Avrupa ülkelerinde çalışmalar yapılmaktadır (Kıvan, 2004).

Perillus bioculatus'un uygun iklim koşullarında multivoltin olabilmesi, hem nimf hem de yetişkin evrelerinde *Leptinotarsa decemlineata* larvaları ve yetişkinlerini avlaması ayrıca, başka böcek larvaları ve güve tırtıllarını alternatif besin kaynağı olarak kullanması Avrupa'da ve Anadolu'da yerleşik hale gelmesi ve yayılmasını kolaylaştırmıştır (Kóbor ve Brhane, 2024). Coleoptera takımına bağlı Chrysomelidae türlerinin ergin ve larvaları, bitkilerin çiçek, kök, gövde, meyve ve yaprak gibi kısımları ile beslenirler. Özellikle de yapraklarda meydana getirdikleri zararlardan dolayı "Yaprak böcekleri" olarak adlandırılırlar (Ersin Doğan, 2012). Çok fazla Hymenoptera türü parazitoid olarak biyolojik mücadelede kullanılıyor olsa da *Athalia rosae* (Linnaeus, 1758) gibi bazı türler lahana ve pancar bitkilerinde zarar meydana getirirler. Lepidoptera takımına ait Noctuidae familyası üyelerinin larvaları ise "Çayır tırtılları" ve "Kesici kurtlar" olarak bilinmektedir, bu familya üyeleri de tarım ve orman ekosistemlerinde oldukça fazla ekonomik zarara neden olabilmektedir. Avrupa'da yapılan çalışmalardan *Perillus bioculatus*'un polifag bir tür olduğu tespit edilmiştir. Avları arasında Coleoptera takımına ait *Leptinotarsa decemlineata*, *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758, *Galeruca tanacetii* (Linnaeus, 1758), *Galeruca pomonae* (Scopoli, 1763), *Ophraella communa* LeSage, 1986, *Chrysomela sanguinolenta* (Linnaeus, 1758), *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758, *Gonioctena fornicata* (Brüggemann, 1873), *Gastroidea polygoni* (Linnaeus, 1758), *Gastroidea viridula* (De Geer, 1775) gibi bitki zararlısı Chrysomelidae türlerinin yanı sıra *Chnootriba elaterii* (Rossi, 1794) ve *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* (Linnaeus, 1758) gibi Coccinellidae üyeleri, Hymenoptera takımına ait *Athalia rosae* (Linnaeus, 1758) ve Lepidoptera takımına bağlı *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller, 1775), *Polia oleracea* (Linnaeus, 1758) gibi Noctuidae türlerine ait yumurta, larvaları ve erginleri bulunmaktadır (Kıvan, 2004; Dursun ve Fent, 2023; Kóbor ve Brhane, 2024).

Perillus bioculatus gibi Asopinae türlerinin birinci evre nimfleri avcı değildir ve hayatta kalmak için sadece suya ihtiyaç duyarlar. İkinci evreden itibaren avlarını aktif olarak ararlar ve avlanırlar. Ergin ve nimfler beslenmek için görsel, kimyasal ve duyu organları ile dokunarak avı tespit edip tanıyabilirler. Ayrıca nimf ve erginler bitki uçucu yağlarına karşı hassastırlar. *Leptinotarsa decemlineata*'nın patates yaprağını yemesiyle açığa çıkan uçucu yağlar konağın yerinin tespit edilmesini sağlar. Nimfler feromonla çekilir, birlikte avlanma eğilimi gösterirler (Portilla ve ark., 2014). Yüksek yoğunlukta olduklarında av kıtlığı durumunda kanibalizm görülebilmektedir (Torres ve Ruberson, 2008; Pires ve ark., 2011). *Perillus bioculatus* tüm Asopinae türlerinde olduğu gibi sokucu emici ağız yapısına sahiptir. Rostrum, tükürük bezleri ve orta bağırsak besin alımı ve sindirim için kullanılır. Rostrumun mandibular stiletleri ile konağın vücudunun yumuşak yeri delinir ve ardından maksiller stiletleri ile vücuda girilir,

tükürük bezlerinden salgılanan salgı avın içine enjekte edilir. Tükürük, tripsin, kimotripsin, fosfolipaz, lipaz, amilaz ve kollajenaz gibi hidrolize edici enzimleri ihtiva eder (Plata-Rueda ve ark., 2022). Tükürükte bulunan bu enzimler, avın felç edilmesine, ölümüne ve doku bozulmasına neden olurlar. Kollajenaz toksik etkileri artırıcı özelliğe sahiptir ve konak dokularının parçalanmasına ve sıvılaşmasına etki eder (Ghamari ve ark., 2014). Çift loblu bir tükürük bezi ve bir çift yardımcı bez tarafından üretilen tükürüğün avın içine enjekte edilmesiyle ağız dışı sindirim başlar. Tükürükte bulunan sindirim enzimleri ile konağın sinir sistemi, kas dokuları ve iç organları üzerinde konak toksisitesi artar. Konağın vücut içeriğinin emilmesi sonucunda, sindirim ve ardından besin emilimi endoderm kökenli orta bağırsakta gerçekleşir. Orta bağırsak epiteli, enzim salgılamasından ve besin emiliminden sorumludur ve sindirim hücresi tabakası hasarlı sindirim hücrelerinin yerini alan yenileyici hücrelerden oluşur. Orta bağırsakta proteinlerin sindirimi endopeptidazlar, ekzopeptidazlar ve dipeptidazlar gibi proteinazların etkisiyle başlar. Karbonhidratların sindirim ise α -amilaz ve α -glukozidaz enzimleri ile gerçekleşir. Orta bağırsak lümeninde bulunan lipoprotein kompleksi mikrovillusları tamamen çevreler, sindirilmiş besinlerden amino asitlerin emilimini sağlar ve sindirim enzimlerinin yeniden kullanımına izin veren perimikroviller membranı oluşturur. Beslenme birkaç saat sürebilir (Plata-Rueda ve ark., 2022).

Perillus bioculatus laboratuvar ortamında birkaç nesil boyunca dondurulmuş *Helcystogramma virescens* (Walsingham, 1911) (Gelechiidae: Lepidoptera) ve *Trichoplusia ni* (Hübner, [1803]) (Noctuidae: Lepidoptera) larvaları ile beslenebilmektedir. Bu şekilde laboratuvar ortamında hayatta kalmaları sağlanabilmekte ve ticari olarak üretilen bittir. *Perillus bioculatus* gibi Asopinae türlerinin fakültatif fitofag beslenme alışkanlıkları av kıtlığı durumlarında tarım ekosistemlerine yerleşmelerini ve varlıklarını sürdürmelerini sağlamaktadır (Plata-Rueda ve ark., 2022).



Şekil: *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775), dorsal görünüm (Fotoğraf: A. Dursun).

Sonuç

Dünya nüfusu hızla artış göstermektedir, fakat tarım alanları ve besin kaynakları nüfus artışı ile aynı oranda artmamaktadır. Bu durumda, mevcut besin kaynaklarının kalitesinin artırılması ve zararlılardan korunması önem kazanmaktadır. Patates önemli bir tarım ürünüdür ve ülkemiz ekonomisi için önemi bilinmektedir. Bu nedenle patates verimini artırmak ve başta Kolorado patates böceği olarak bilinen *Leptinotarsa decemlineata* 'ın zararlı etkilerini önlemek gerekmektedir.

Leptinotarsa decemlineata ile mücadelede predatörler, nematodlar, mantar ve bakteri preparatları gibi entomopatojenler başarı ile kullanılıyor olsa da kimyasal pestisitler hâlâ bitki korumada kullanılan temel yöntemlerden birisidir. Fakat *Leptinotarsa decemlineata* birçok kimyasal böcek ilacına karşı hızla direnç geliştirme yeteneğine sahiptir (Agasyeva ve ark., 2023). Sürdürülebilir tarım faaliyetlerinde biyolojik çeşitliliğin ve insan sağlığının korunması, ekolojik ve ekonomik sürdürülebilirlik için Entegre Mücadele öncelikli hale gelmektedir.

Gelişim sırasında *Perillus bioculatus*'un 2-5. evredeki nimfleri ortalama 285 adet *Leptinotarsa decemlineata* yumurtası, 4 larva ve 5 yetişkin ile beslendikleri bilinmektedir. Bu nedenle *Leptinotarsa decemlineata* popülasyonunu kontrol altında tutmak için metrekaşe başına 5-15 *Perillus bioculatus* bireyinin bulunması yeterli olmaktadır (Cloutier ve Bauduin, 1995; Todorova ve ark., 2002).

Ekolojik koşullar, *Trissolcus vassilievi* Mayr ve *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae) gibi parazitoid böcekler ile Phasiinae (Diptera: Tachinidae) taksonuna bağlı *Phasia* cinsine bağlı sineklerin saldırıları ve predatör yaban arıları gibi böcekler *Perillus bioculatus*'un dağılımını etkilemiş olsa da Avrupa, Anadolu, Gürcistan, Ermenistan, Hindistan ve Pakistan gibi ülkelerde yerleşmiş doğal popülasyonların varlığı biyolojik mücadele için umut vericidir (Agasyeva ve ark., 2023).

Tarım ve orman ekosistemlerinde faydalı böcek popülasyonlarını korumak için böcek ilacı ve entomopatojen seçerken, faydalı organizmalar üzerindeki toksik etkileri dikkate alınmalıdır. *Beauveria bassiana* IPP46 izolatu Kolorado patates böceğine karşı yüksek toksisite, *P. bioculatus* erginlerine karşı ise düşük toksisite göstermektedir. *Beauveria bassiana* IPP46 izolatının Kolorado patates böceği ile entegre mücadelesinde kullanılması durumunda, *P. bioculatus* taksonuna ait bireylerin ergin evresinde kullanılması daha etkili sonuç verecektir. Çünkü ergin bireyler mantar enfeksiyonuna karşı daha dirençlidirler (Todorova ve ark., 2002).

Perillus bioculatus'un entegre mücadelede kullanımı kimyasal insektisit kullanımını ve insektisitlerin yapacağı olumsuz etkileri azaltmaktadır. *Bacillus thuringiensis thuringiensis* ve *Streptomyces avermitilis* bazlı insektisitlerin kullanımı sonucu yetişkin *P. bioculatus*'un hayatta kalma oranı %97 civarında iken, son evre nimflerde ise %58 bulunmuştur, 1. evre nimflerin ise yalnızca %3'ü hayatta kalabilmiştir (Agasyeva ve ark., 2023). Kimyasal pestisitler kullanmak yerine biyolojik izolatların *Perillus bioculatus*'un gelişim evreleri dikkate alınarak kullanılması daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

Patates, biber ve patlıcan ekili alanlarında küresel çapta ciddi ekonomik hasara neden olan Kolorado patates böceği popülasyonlarının kontrolünü sağlamada *Perillus bioculatus* önemli rol oynamaktadır. *Perillus bioculatus* gibi böceklerin fakültatif fitofag beslenme ve 1. nimf evresinde bitkilerden su ihtiyaçlarını karşılaması durumunda, tarım ekosisteminde yapacağı zararlı etkileri önlemek veya azaltmak amacıyla belirli aralıklar ile şeritler halinde örtü bitkileri ekmek faydalı olabilir. *Trifolium incarnatum* L. (Fabaceae) (Kırmızı yonca- Kırmızı Üçgül)'nın örtü bitkisi olarak ekildiği alanlarda predatörlerin ve parazitoidlerin daha çok bulunduğu ve bitki zararlısı böceklerin yumurta kümelerinin parazitlenme oranının arttığı bilinmektedir (Myers ve ark., 2025). Patates ekili alanların etrafına ve aralarına şeritler halinde *Trifolium incarnatum* ekilmesi hem *Perillus bioculatus*'un fakültatif beslenme durumunda ve 1. nimf evresindeki bireylerin su ihtiyacını gidermek için kullanılacak hem de parazitoidlerin popülasyon yoğunluğunu artıracaktır. Böylece biyolojik mücadelede etkili böceklerin etkinliği artırılacaktır.

Sentetik insektisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için entomopatojenleri de içeren entegre bitki koruma stratejilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, sanayiciler ve çiftçilerin bu konuda iş birliği yapması çok önemlidir.

KAYNAKLAR

Agasyeva, I., Nefedova, M., Ismailov, V. & Nastasy, A. (2023). Entomophages of the Colorado Potato Beetle, Population Dynamics of *Perillus bioculatus* Fabr. and Its Compatibility with Biological and Chemical Insecticides. *Agronomy*, 1-13.

- Anonim, (2011). Kayısıda Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. Ankara. http://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/015_kayisi.pdf (Erişim tarihi: 04.08.2025).
- Anonim, (2024a). Deutsche Welle <https://www.dw.com/tr/türkiye-gıda-güvenliği-riskinde-riskinde-avrupada-ilk-sırada/a/71154044> / (Erişim tarihi: 09/10/2025).
- Anonim, (2024b). Entegre Mücadele Bütüncül Bir Yaklaşım Gerekir. <https://tarimgundemdergisi.com/entegre-mucadele-butuncul-bir-yaklasim-gerekir>. (Erişim tarihi: 04/08/2025).
- Ćato, S., Doboš, M., Škugor, T., Pihlajamaa, O. & Muradkhanyan, A. (2024). New data on the distribution of *Perillus bioculatus* (Heteroptera: Pentatomidae): First records from Croatia, Bosnia and Herzegovina, North Macedonia, Georgia, and Armenia. *Acta Entomologica Serbica*. 29 (2): 29-36.
- Cloutier, C. & Bauduin, F. (1995). Biological control of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Quebec by augmentative releases of the two-spotted stinkbug *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Can. Entomol.* 127, 195–212.
- Elisovetcaia, D. & Valeriu, D. (2016). Hibernation of the Predatory Stink Bug *Perillus bioculatus* F. (Hemiptera, Pentatomidae) Under Laboratory Conditions. *Muzeul Olteniei Craiova. Studii și comunicări. Științele Naturii*. Tom. 32, No. 1: 67-70.
- 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. (2023). Biyolojik Mücadelede Heteroptera (Insecta: Hemiptera) Türlerinin Önemi. Böcek ve Nematodlarda Davranış Şekilleri ve Mücadele Olanakları. eds. Gülay Kaçar, Paradigma Akademi, ss. 370, ISBN: 9786256714229.
- Elmalı, K. (2025). Ekonomik kalkınmada tarım sektörünün etkisinin mekânsal ekonometrik analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 31 (1): 21-35.
- Ersin Doğan, F. (2012). İzmir ilinde Criocerinae, Galerucinae ve Cassidinae (Coleoptera: Chrysomelidae) altfamilyalarına ait türlerin tanınma, yayılış, konukçu ve önemleri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 96.
- Fent, M., & Aktaş, N. (2007). Die Verbreitung des *Perillus bioculatus* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) im türkischen Teil Thrakiens. *Heteropteron*, 25: 7-10.
- Genthner, F. J., Foss, S. S. & Fisher, W. S. (1994). Testing of the insect pest control fungus *Beauveria bassiana* in grass shrimp *Palaemonetes pugio*. *Dis. Aquat. Org.*, 20, pp. 49-57.
- Ghamari, M., Hosseiniaveh, V., Darvishzadeh, A. & Talebi, K. (2014). Biochemical characterisation of the tissue degrading enzyme, collagenase, in the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Plant Protection Research*, Vol. 54, No. 2. 164- 170.
- Gillespie, D. R. & McGregor, R. R. (2000). The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicythus hesperus*: water places limits on predation. *Ecol Entomol* 25:380–386.
- Kóbor, P., & Brhane, D. (2024). Past, present and future of the two-spotted stink bug (*Perillus bioculatus*) in Europe revealed by citizen science. *Scientific Reports*, 14 (1), 21494.
- Kıvan, M. (2004). Some observations on *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) a new record for the entomofauna of Turkey. *Turkish J. Entomol.* 28 (2), 95–98.
- Kıvan, M. & Aysal, T. (2014). Laboratuvar koşullarında *Perillus bioculatus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae)' un gelişme süresi ve ölüm oranı üzerinde ön çalışmalar. *Türk. biyo. мү. derg.*, 5 (1): 23-29.
- Mohaghegh, J., De Clercq, P. & Tirry, L. (2000). Toxicity of selected insecticides to the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biocontrol Sci. Tech.*, 10:33–40.

- Myers, E. B., Tillman, P. G., Cottrell, T., E. & Grabarczyk, E. E. (2025). Crimson clover improves biological control of *Halymorpha halys* (Stål) by native stink bug egg parasitoids in pecan orchards. *BioControl*. <https://doi.org/10.1007/s10526-025-10360-y>
- Ocak, İ., Doğan, S., Ayyıldız, N. & Hasenekoğlu, İ. (2007). Akarlardan İzole Edilmiş Entomopatojen Bir Fungus Türü: *Beauveria bassiana* (Balsamo). *Çankaya University Journal of Arts and Sciences*, 1(7), 125-132.
- Öztekin, E. K., Işıkber, A. A., Er, M. K., & Tunaz, H. (2017). Bitkisel Kökenli Bazı Yağların ve Bileşenlerin Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* L.), (Col.: Chrysomelidae)'nın Larvalarına Karşı Toksik Etkisi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1), 325-332.
- Pires, E. M., Zanuncio, J. C. & Serrão, J. E. (2011). Cannibalism of *Brontocoris tabidus* and *Podisus nigrispinus* during periods of pre-release without food or fed with *Eucalyptus cloeziana* plants. *Phytoparasitica*, 39:27–34.
- Plata-Rueda, A., Martínez, L. C., Zanuncio, J. C. & Serrão, J. E. (2022). Advances zoophytophagous stinkbugs (Pentatomidae) use in agroecosystems: biology, feeding behavior and biological control. *Journal of Pest Science*, 95 (4): 1485-1500.
- Portilla, M., Morales-Ramos, J. A. & Guadalupe Rojas, M. (2014). Life Tables as Tools of Evaluation and Quality Control for Arthropod Mass Production. Comparison of Demographic Parameters of *Perillus bioculatus* Feeding on Factitious Prey (*Anthonomus grandis*) Larvae and Natural Prey (*Leptinotarsa decemlineata*) Eggs. *Shapiroilan Mass Production of Beneficial Organisms Invertebrates and Entomopathogens*. eds. Juan A. Morales-ramos, M. Guadalupe Rojas and David I. Academic Press, ISBN: 978-0-12-391453-8. (s. 241-275).
- Todorova, S. I., Cloutier, C., Côté, J.-C. & Coderre, D. (2002). Pathogenicity of six isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina, Hyphomycetes) to *Perillus bioculatus* (F) (Hem., Pentatomidae). *Journal of Applied Entomology*, (126): 182–185.
- Torres, J. B., Zanuncio, J. C. & Moura, M. A. (2006). The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in eucalyptus forests in Brazil. *CAB Rev Perspect Agric Vet Sci Nutr Nat Resour*, 1:1–18.
- Torres, J. B. & Ruberson, J. (2008). Interactions of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin in genetically engineered cotton with predatory heteropterans. *Transgenic Res.*, 17:345–354.
- Van der Heyden, T., Morin, L. & Dioli, P. (2024). First record of *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) in Italy. *Heteroptera Poloniae – Acta Faunistica*, 18: 35–37.
- Weirauch, C. & Schuh, R.T. (2011). Systematics and evolution of Heteroptera: 25 years of progress. *Annu. Rev. Entomol.*, 56:487–510.
- Yegül, Z. (2023). Ürün Raporu Patates. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. TEPGE Yayın No: 375 ISBN: 978-625-8451-95-5.

SEASONAL FLIGHT PATTERNS OF *LOBESIA BOTRANA* IN SULTANİ SEEDLESS VINEYARDS: STRATEGIES FOR INTEGRATED PEST MANAGEMENT

Nihat DEMİREL¹
Abdullah KARABULUT²

Introduction

The European grapevine moth, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae), is a globally significant pest of grapevines, causing substantial economic losses in many viticultural regions (Venette et al., 2003; Varela et al., 2009; Karabulut, 2016; CABI, 2018; Kaplan et al., 2016; Küçükkoç, 2019; Kaplan, 2020; Özdem et al., 2022; Arğış et al., 2023; Keçeci, 2023). Originally, native to Southern Europe, *L. botrana* has expanded its geographic range considerably. This pest currently inhabits Central and Southern Europe, North and West Africa, the Middle East, Central Asia, Japan, and Thailand (Bovey, 1966; Deseo et al., 1981; Roehrich and Boller, 1991; Thiéry, 2008; Varela et al., 2009; CABI, 2011). In recent decades, it has been introduced into new territories such as Chile and the United States, raising considerable concerns about its invasive potential and the risks it poses to global grape production (Venette et al., 2003; Varela et al., 2009; CABI, 2018).

There are several important pest species in vineyards, including, *L. botrana*; the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae); the grape leafhopper, *Arboridia adanae* Dlabola (Hemiptera: Cicadellidae); the grape phylloxera, *Viteus vitifolii* Fitch (Hemiptera: Phylloxeridae); the grape thrips, *Anophothrips vitis* Priesner (Thysanoptera: Thripidae) (Kısakürek, 1972; Kaçar, 1982; Yiğit and Erkiş, 1987a; Yiğit and Erkiş, 1987b; Ataç et al., 1990; Anonymous, 2008; Göven et al., 1999; Göven and Güven, 2000; Karabulut, 2016; Kaplan et al., 2016; Küçükkoç, 2019; Kaplan, 2020; Özdem et al., 2022; Arğış et al., 2023; Keçeci, 2023); and the grape eye worm, *Theresimima ampelloptera* (Bayle-Barelle) (Lepidoptera: Zygaenidae) (Can et al., 2010; Can Cengiz et al., 2011).

Lobesia botrana is one of the main pests of vineyards in Türkiye and across the world due to the direct damage causing to the agricultural crops (Kısakürek, 1972; Kaçar, 1982; Ataç et al., 1990; Ataç et al., 1992; Altındışli and Kışmal, 1996; Laccone and Guarino, 1998; Charmillot et al., 2000; Göven and Güven, 2000; Razowski, 2001; Milonas et al., 2001; Altındışli et al., 2002; Al-Mallah and Al-Badrani, 2003; Venette et al., 2003; Özpınar et al., 2004; Özdemir et al., 2005; Kovancı et al., 2005; Maher and Thiéry, 2006; Altındışli and Özsemerci, 2009; Cooper and Varela, 2009; Aslan and Güzel, 2009; Varela et al., 2009; Cooper, 2010; CABI, 2011; Gilligan et al., 2011; Gümüş and Turanlı, 2012; Birgücü et al., 2014; Karabulut and Demirel, 2014; Mamay and Çakır, 2014; Karabulut, 2016; Kaplan et al., 2016; CABI, 2018; Küçükkoç, 2019; Kaplan, 2020; Özdem et al., 2022; Arğış et al., 2023; Keçeci, 2023).

Lobesia botrana is a polyphagous species that primarily attacks the common grapevine (*Vitis vinifera*) but can also feed on over 27 plant families, including economically important species such as blackberries (*Rubus* spp.), cherries (*Prunus* spp.), carnations (*Dianthus* sp.), currants (*Ribes* spp.), nectarines, and plums (Venette et al., 2003; Özdemir et al., 2005; Maher and Thiéry, 2006; Karabulut, 2016; Kaplan et al., 2016; CABI, 2018; Küçükkoç, 2019; Kaplan, 2020; Özdem et al., 2022; Arğış et al., 2023; Keçeci, 2023). Its broad host range complicates management efforts and contributes to its persistence in vineyard ecosystems.

¹ Hatay Mustafa Kemal University, Agriculture Faculty, Plant Protection Department, Hatay, Türkiye; ndemirel@mku.edu.tr

² Hatay Mustafa Kemal University, Agriculture Faculty, Plant Protection Department, Türkiye; kayratarimtr@gmail.com

Biologically, *L. botrana* is polyvoltine, producing between two and four generations annually depending on local climate conditions (Venette et al., 2003; Kaplan et al., 2016; CABI, 2018; Kaplan, 2020; Özdem et al., 2022; Arğış et al., 2023; Keçeci, 2023;). Adult moths are active from early spring to late summer. Females lay eggs singly on grape flower buds, pedicels, or directly on grape clusters (Karabulut, 2016; Küçükkoç, 2019). The larvae initially feed on flower buds and later generations damage grape berries. This larval feeding causes direct physical damage to the grapes and indirectly facilitates secondary fungal infections, particularly *Botrytis cinerea* (gray mold), which significantly diminishes grape quality and yield (Roehrich and Boller, 1991; Thiéry, 2008). The first generation larvae appear in mid-March and feed on buds and flowers, spinning silk webs that bind flowers together and cause damaged buds to drop, reducing cluster size and grape yield (Venette et al., 2003; Varela et al., 2009; Karabulut, 2016; CABI, 2018; Küçükkoç, 2019; Kaplan, 2020; Özdem et al., 2022; Arğış et al., 2023; Keçeci, 2023). Subsequent generations feed on developing and ripe berries, boring into the fruit and leaving wounds that encourage fungal invasion and decay (Cooper and Varela, 2009; Varela et al., 2009).

In Turkey, *L. botrana* is one of the most damaging pests to grapevines, especially in key grape-producing provinces like Manisa and the western regions of the country where viticulture is intensive (Karabulut, 2016). The pest's multiple generations per year and broad host range increase its impact on grape production and have led to frequent insecticide applications for its management (Bovey, 1966; Roehrich and Boller, 1991). However, excessive insecticide use raises concerns about environmental impact and pest resistance, emphasizing the need for integrated pest management (IPM) strategies. Integrated pest management programs combining pheromone-based tools, biological control agents, cultural practices, and selective insecticides have been widely adopted across Europe, North Africa, Central Asia, Türkiye, and North America (Azaryan et al., 1980; Karabulut, 2016; Kaplan et al., 2016; CABI, 2018; Küçükkoç, 2019; Kaplan, 2020; Özdem et al., 2022; Arğış et al., 2023; Keçeci, 2023;). Pheromone-based monitoring and control methods have been developed and widely implemented to manage *L. botrana* populations. The main sex pheromone component, (E)-7,(Z)-9-dodecadienyl acetate (E7, Z9-12: Ac), was identified in the early 1970s (Roelofs et al., 1973; Buser et al., 1974) and has been used in pheromone traps for monitoring adult male moth flight activity. These traps provide critical data on population dynamics, allowing growers to time control measures more effectively and reduce unnecessary pesticide applications (Anshelevich et al., 1994; El-Sayed et al., 1999, 2000). Many pesticides have very negative effects on non-target organisms and the environment in nature (Yiğit et al., 2020; Askin et al., 2022). Furthermore, mating disruption techniques employing synthetic pheromones have been adopted successfully in many European countries, significantly lowering moth populations and pesticide use (Arn et al., 1988; Bagnoli et al., 1993; Charmillot et al., 1995). However, the pheromone compound is sensitive to ultraviolet radiation and degrades relatively quickly under sunlight, requiring careful deployment of pheromone dispensers to maintain effectiveness in the field (Oldenburg et al., 1999; Karabulut, 2016; Küçükkoç, 2019).

The economic impact of *L. botrana* extends beyond direct feeding damage. Larval wounds facilitate fungal infections like *Botrytis cinerea* and *Aspergillus* species, leading to substantial losses in fruit quality and quantity (Fermaud and Le Menn, 1989; Thiéry, 2008). The polyphagous nature of the larvae, combined with the pest's ability to complete multiple generations annually, poses significant challenges for control and increases the likelihood of repeated insecticide applications, with potential environmental and resistance risks (Karabulut, 2016; CABI, 2018; Küçükkoç, 2019).

Lobesia botrana commonly known as the European grapevine moth, is a major pest threatening vineyard productivity across Türkiye. Although its biology and control have been extensively studied, region-specific information on its population dynamics and seasonal flight activity remains limited—particularly for the Sultani seedless grape (*Vitis vinifera* L.), one of the most widely cultivated grape varieties in western Türkiye. This chapter presents a comparative study conducted over two consecutive years (2012–2013) in commercial vineyards located in Manisa Province, focusing on the flight activity, population density, and fruit damage caused by *L. botrana*. The results reveal notable year-to-year variations in pest abundance and seasonal trends, providing valuable insights to support the development

of regionally adapted and sustainable integrated pest management strategies for vineyards in western Türkiye.

Material and Methods

Study area and plant material

The study was conducted over two consecutive years, 2012 and 2013, in three commercial vineyards cultivated with the Sultani seedless grape variety, located in Manisa province of Turkey. The vineyard coordinates and sizes were as follows: Vineyard I (38°35'42.59" N, 27°39'13.92" E; 8 decares), Vineyard II (38°35'21.78" N, 27°38'37.04" E; 12 decares), and Vineyard III (38°35'22.65" N, 27°38'24.38" E; 16 decares). In both years, monitoring relied on the use of the synthetic sex pheromone (E, Z)-(7,9)-dodecadienyl acetate as described by El-Sayed et al. (1999, 2000). The vineyards were managed conventionally, with regular applications of fertilizers and pesticides, mechanized pruning, and irrigation techniques tailored to local climate conditions to optimize grape yield and quality.

Monitoring of adult *Lobesia botrana* populations

To monitor adult populations of the grape berry moth (*L. botrana*), two delta-type pheromone traps were deployed in each vineyard at a height of 1.5 meters above ground. In 2012, traps were installed on April 28 and removed on September 30. In 2013, traps were similarly installed on April 28 and removed earlier, on September 8. Traps were inspected weekly throughout both seasons; captured adults were counted and traps were cleaned accordingly. Pheromone dispensers were replaced once every 40 days to maintain trap efficacy.

Assessment of larval damage

At harvest, to prevent sampling bias from potential localized effects of the traps, vine rows adjacent to the traps were excluded from sampling. From each vineyard plot, 100 grape clusters were randomly collected following a stratified random sampling approach to ensure spatial representation, as outlined by Karabulut (2016). Collected clusters were visually examined for symptoms of larval infestation, including feeding scars, webbing, and the presence of larvae (Fermaud and Le Menn, 1989; Kaplan et al., 2016; Karabulut, 2016; CABI, 2018; Küçükkoç, 2019; Kaplan, 2020; Özdem et al., 2022; Arğış et al., 2023; Keçeci, 2023). The incidence of larval damage was quantified by calculating the proportion of infested clusters using the formula:

$$\text{Damage rate (\%)} = (\text{Number of damaged clusters} / \text{Total number of clusters inspected}) \times 100$$

This method adhered to established protocols for assessing damage caused by *L. botrana* (Fermaud and Le Menn, 1989; Karabulut, 2016).

Data analysis

Descriptive statistical analyses were performed on the population density and larval damage data. Temporal trends in adult flight activity were illustrated graphically to identify generational peaks. Differences between years and among vineyard plots were evaluated by analysis of variance (ANOVA) using SAS statistical software (SAS Institute Inc., 1998, Cary, NC, USA). Statistical significance was considered at $p < 0.05$.

Results and Discussion

Seasonal flight patterns of *Lobesia botrana* in vineyards (2012)

In 2012, pheromone trap monitoring in vineyard orchard I recorded a total of 239 adult grape berry moths (*L. botrana*), with the seasonal fluctuations in population density summarized in Figure 1. Mean captures ranged from 0 to 17 individuals, with the highest density recorded on July 15 (17 ± 6.02). This maximum was followed by elevated captures on July 22 (15 ± 2.01) and July 29 (12 ± 2.01). At the beginning of the sampling period, moderate densities were observed, with 6.5 ± 2.51 on May 27, 10.5 ± 0.50 on June 3, and 13 ± 1.00 on June 10. A significant decrease occurred in mid-June (6 ± 0.00 on June 17), followed by an absence of captures on June 24.

During early July, population levels remained low (1.5 ± 0.50 on July 1; 5.5 ± 0.50 on July 8), but then increased sharply, peaking on July 15. Elevated densities persisted through late July before declining. A secondary increase was observed on August 12 (10.5 ± 1.50), after which captures decreased again in late August (6.5 ± 0.50 on August 19; 1 ± 1.00 on August 26). In September, populations fluctuated at low levels (4.5-7 individuals in early September) and declined to zero by September 16, with no further captures during the final two weeks of monitoring.

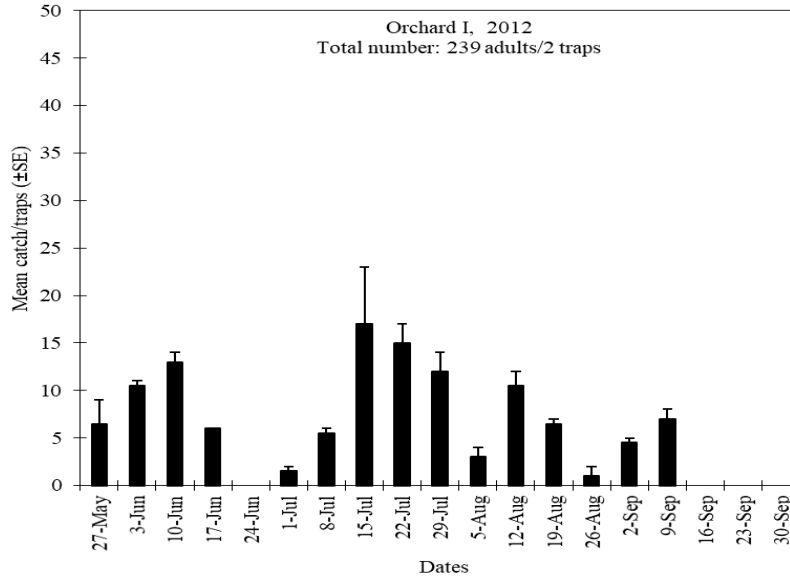


Figure 1. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *L. botrana* adult males in pheromone traps, recorded from 20 May to 30 September 2012 in orchard I in Manisa Province.

In 2012, pheromone trap monitoring in vineyard orchard II recorded a total of 411 adult grape berry moths (*L. botrana*), with the seasonal fluctuations in population density summarized in Figure 2. Mean captures ranged from 0 to 52.5 individuals, with the highest density recorded on July 15 (52.5 ± 16.55). This peak was followed by elevated numbers on July 22 (23 ± 2.01) and July 29 (29 ± 3.01). At the beginning of the season, moderate densities were observed, with 3 ± 1.00 on May 27, 19 ± 2.01 on June 3, and 17.5 ± 5.52 on June 10. A sharp decline occurred in mid-June (2.5 ± 0.50 on June 17), and no captures were recorded on June 24.

From early to mid-July, population levels began to rise again, increasing from 2.5 ± 0.50 on July 1 and 5 ± 1.00 on July 8, before reaching the maximum on July 15. High densities persisted through late July, after which a decrease was observed. A secondary increase appeared in mid-August (19 ± 2.01 on August 12), followed by lower captures later in the month (9 ± 1.00 on August 19). In September, population density continued to decline, fluctuating between 2 and 8 individuals, and eventually dropped to zero by the end of the month (0 on September 23 and 30).

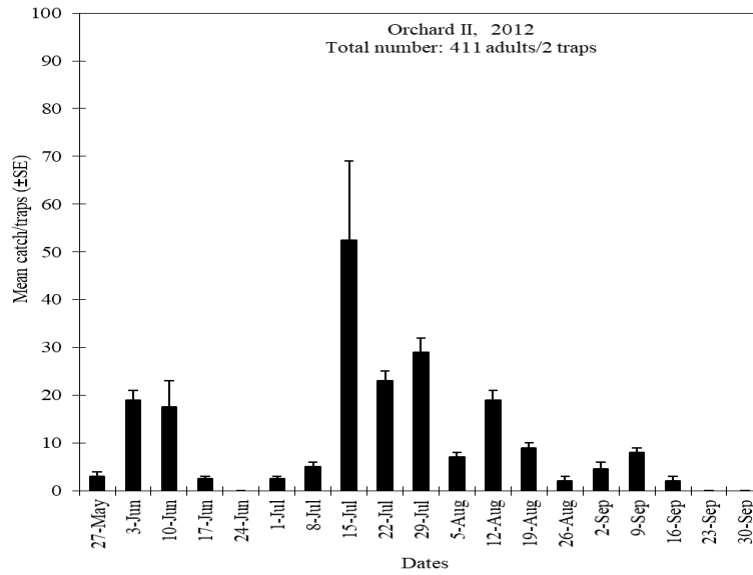


Figure 2. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *L. botrana* adult males in pheromone traps, recorded from 20 May to 30 September 2012 in orchard II in Manisa Province.

In 2012, pheromone trap monitoring in vineyard orchard III recorded a total of 194 adult grape berry moths (*L. botrana*), with the seasonal fluctuations in population density summarized in Figure 3. Mean captures ranged from 0 to 13.5 individuals, with the maximum observed on July 15 (13.5 ± 1.50). Comparable elevated densities were also recorded on July 22 (13 ± 4.01) and June 10 (12 ± 1.00). At the beginning of the sampling period, moderate population levels were detected, with 5.5 ± 1.50 on May 27 and 10.5 ± 1.50 on June 3. Populations remained relatively high into early June, but declined by June 17 (3.5 ± 0.50), and no captures were reported on June 24.

During early July, densities remained low (3.5 ± 0.50 on July 1; 5.5 ± 0.50 on July 8) before sharply increasing to reach the peak on July 15. Elevated captures continued into late July (13 ± 4.01 on July 22; 10 ± 3.01 on July 29). In August, a gradual decline was recorded, with 5 ± 1.00 on August 5, 8 ± 1.00 on August 12, and 3.5 ± 1.50 on August 19. By August 26, no captures were detected, indicating a marked decrease. In September, only sporadic captures occurred (1.5-2 individuals in early September), before the population disappeared entirely by September 16 and remained absent for the rest of the month.

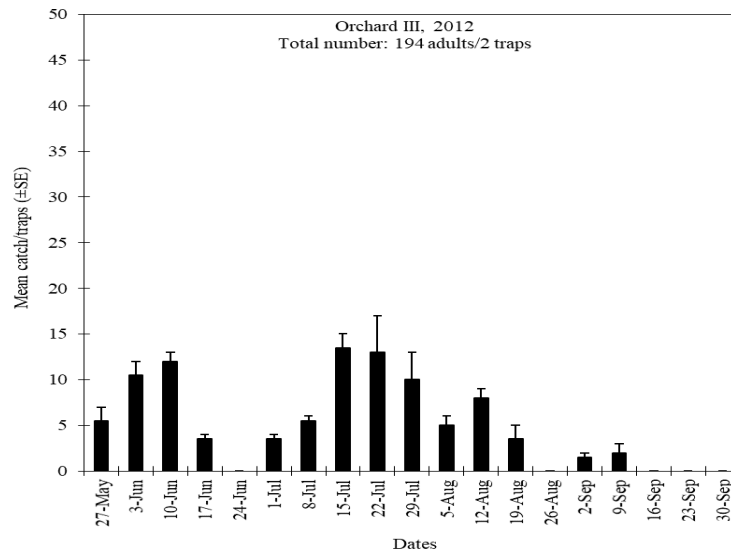


Figure 3. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *L. botrana* adult males in pheromone traps, recorded from 20 May to 30 September 2012 in orchard III in Manisa Province.

In 2012, pheromone traps monitoring across the three vineyard orchards (I, II, and III) recorded a total of 844 adult grape berry moths (*L. botrana*) (Figure 4). The first adults were captured on May 27. Throughout the sampling period, adult population density showed significant fluctuations, with marked peaks on July 15, July 22, and July 29. In response to these population increases, chemical control interventions were applied by the vineyard managers on June 12, July 18, and August 15. Mean values ranged from 0 to 27.67 individuals, with the maximum recorded on July 15 (27.67 ± 9.10). Elevated means were also observed on July 22 (17 ± 2.31) and July 29 (17 ± 4.00), indicating a pronounced mid-summer peak. At the beginning of the season, moderate densities were recorded, with 5 ± 1.03 on May 27, 13.33 ± 1.91 on June 3, and 14.17 ± 1.81 on June 10. A sharp decline followed in mid-June (4 ± 0.68 on June 17), and no captures were reported on June 24. In July, population levels increased again, rising from 2.5 ± 0.43 on July 1 and 5.33 ± 0.33 on July 8, before reaching the seasonal maximum on July 15. Elevated captures persisted into late July (17 individuals on both July 22 and 29), after which densities began to decline through August. A smaller secondary peak was observed on August 12 (12.5 ± 2.22), followed by reduced captures later in the month (6.33 ± 1.12 on August 19; 1 ± 0.52 on August 26). In September, only low densities were recorded (3.5–5.67 individuals in the first half of the month), before dropping to zero on September 23 and 30.

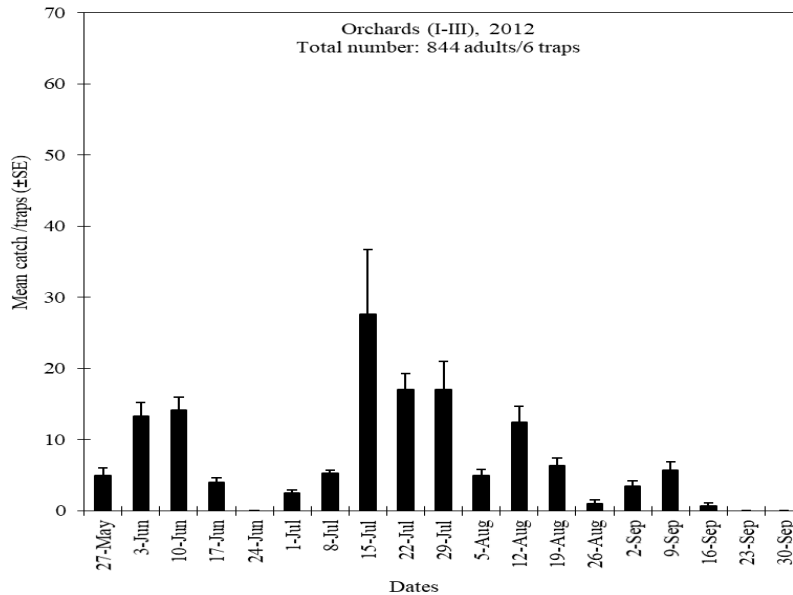


Figure 4. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *L. botrana* adult males in pheromone traps, recorded from 20 May to 30 September 2012 in three orchards in Manisa Province.

In 2012, across orchards I, II, and III, monthly distribution of *L. botrana* adults is summarized in Figure 5. The proportion of *L. botrana* adults captured in 2012 widely varied across the sampling months. The lowest percentage was recorded in May (3.55%), reflecting the initial emergence of adults. Populations increased sharply in June (22.39%) and reached their peak in July (49.40%), when nearly half of the total captures occurred. In August, the proportion declined to 17.65%, representing a secondary period of activity. By September, only 6.99% of adults were captured, and the population dropped to zero by the end of the month. Regarding monthly distribution, the highest proportion of moths was captured in July (49.4%), followed by June (22.39%), August (17.65%), September (6.99%), and May (3.55%).

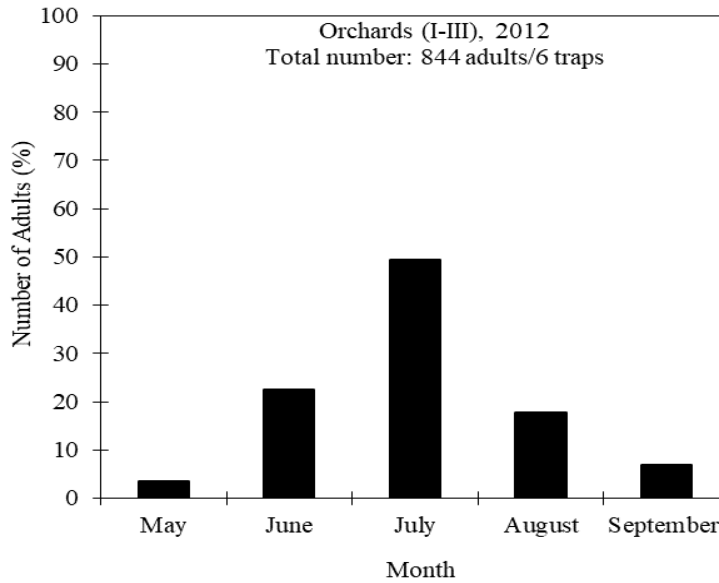


Figure 5. Percentage of monthly catches of *L. botrana* adult males in pheromone traps, recorded from 20 May to 30 September 2012 in three orchards in Manisa Province.

Seasonal flight patterns of *Lobesia botrana* in vineyards (2013)

In 2013, pheromone trap monitoring in vineyard orchard I recorded a total of 342 adult grape berry moths (*L. botrana*), with the seasonal fluctuations in population density summarized in Figure 6. Mean values ranged from 0.5 to 39.5 individuals, with the maximum recorded on July 28 (39.5 ± 18.56). Additional elevated captures occurred on July 7 (20.5 ± 2.51) and August 25 (17.5 ± 3.51), indicating multiple activity peaks throughout the season. In late May, populations were low (4.5 ± 0.50 on May 26), but a sharp increase followed in early June (18 ± 3.01 on June 2). Numbers then declined on June 16 (0.5 ± 0.50), before rising again to 8 ± 1.00 on June 30.

A pronounced increase occurred in early July, with a peak of 20.5 ± 2.51 on July 7. This was followed by a sharp decline on July 14 (3.5 ± 0.50) and a rebound on July 21 (10 ± 3.01), culminating in the seasonal maximum on July 28 (39.5 ± 18.56). In August, population levels fluctuated, with 7 ± 3.01 on August 4, 11.5 ± 0.50 on August 11, and a temporary decrease on August 18 (2.5 ± 1.50), before a secondary peak was recorded on August 25 (17.5 ± 3.51). In September, densities declined steadily, with 8 ± 2.01 on September 1 and 2.5 ± 1.50 on September 8, marking the end of adult activity for the season.

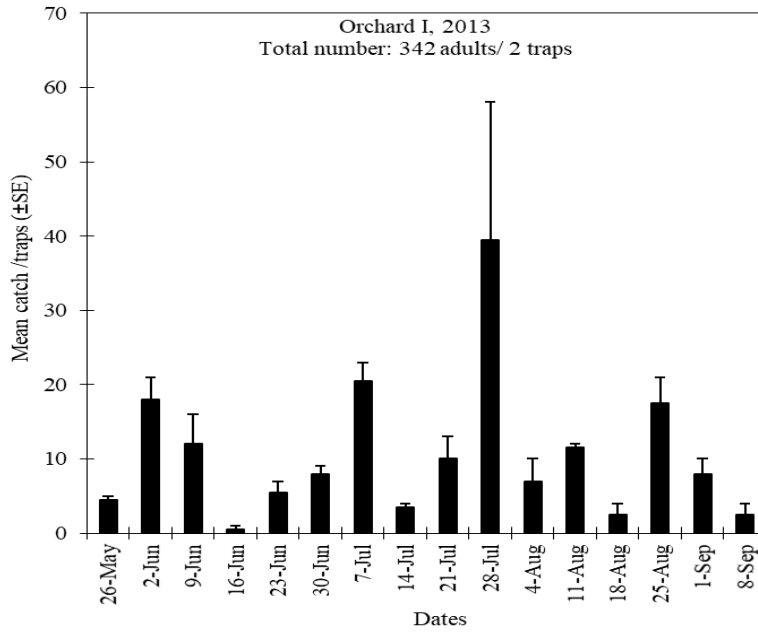


Figure 6. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *L. botrana* adult males in pheromone traps, recorded from 19 May to 8 September 2013 in orchard I in Manisa Province.

In 2013, pheromone trap monitoring in vineyard orchard II recorded a total of 263 adult grape berry moths (*L. botrana*), with the seasonal fluctuations in population density summarized in Figure 7. Mean values ranged from 0 to 24 individuals, with the highest density recorded on June 2 (24 ± 5.01). Additional elevated captures were observed on July 7 (20.5 ± 6.52) and July 28 (14 ± 1.00), indicating multiple activity peaks during the season. In late May, populations were low (5.5 ± 1.50 on May 26), followed by a sharp increase in early June (24 ± 5.01 on June 2). Numbers then declined on June 9 (6 ± 2.01) and dropped to zero by June 16 (0 ± 0.00). The population recovered in late June, reaching 9 ± 2.01 on June 23 and 11.5 ± 2.51 on June 30.

A pronounced rise occurred in early July, peaking at 20.5 ± 6.52 on July 7. This was followed by a decline on July 14 (5.5 ± 0.50) and a moderate increase on July 21 (9.5 ± 1.50), with another peak on July 28 (14 ± 1.00). In August, population densities fluctuated, with 3.5 ± 0.50 on August 4, 8 ± 1.00 on August 11, a temporary decline to 2 ± 1.00 on August 18, and a rebound to 8 ± 1.00 on August 25. By September, densities steadily declined, with 3.5 ± 0.50 on September 1 and 1 ± 0.00 on September 8, marking the end of adult activity for the season.

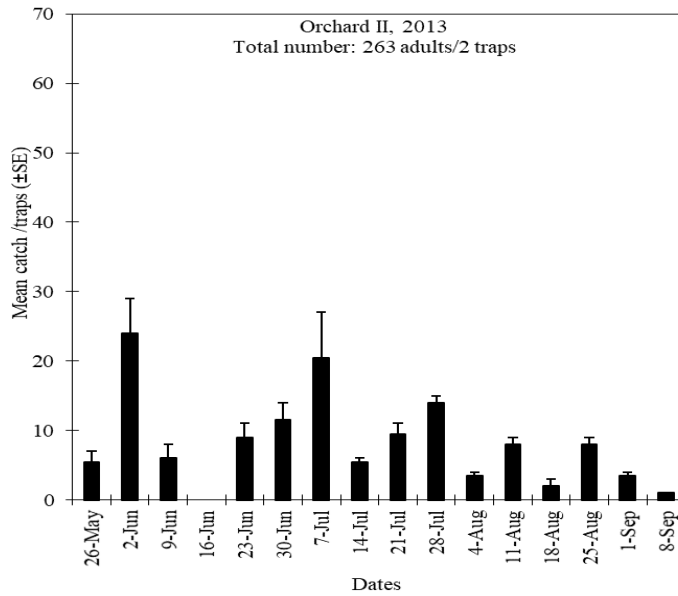


Figure 7. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *L. botrana* adult males in pheromone traps, recorded from 19 May to 8 September 2013 in orchard II in Manisa Province.

In 2013, pheromone trap monitoring in vineyard orchard III recorded a total of 241 adult grape berry moths (*L. botrana*), with the seasonal fluctuations in population density summarized in Figure 8. Mean values ranged from 0.5 to 20 individuals, with the highest density recorded on June 2 (20 ± 1.00). Additional elevated captures occurred on July 7 (17.5 ± 1.50) and July 28 (11.5 ± 3.51), indicating multiple peaks of adult activity throughout the season. In late May, populations were low (7 ± 1.00 on May 26), followed by a sharp increase in early June (20 ± 1.00 on June 2). Numbers then declined on June 9 (6 ± 2.01) and dropped to minimal levels by June 16 (0.5 ± 0.50). The population gradually recovered, reaching 3.5 ± 0.50 on June 23 and 9 ± 1.00 on June 30.

A pronounced rise was observed in early July, peaking at 17.5 ± 1.50 on July 7. This was followed by a decline on July 14 (5.5 ± 1.50) and a subsequent increase on July 21 (11 ± 2.01), with a secondary peak on July 28 (11.5 ± 3.51). In August, population densities fluctuated, with 2 ± 1.00 on August 4, 7.5 ± 1.50 on August 11, 3 ± 1.00 on August 18, and 9 ± 2.01 on August 25. In September, populations gradually declined, with 4 ± 3.01 on September 1 and 3.5 ± 2.51 on September 8, marking the end of adult activity for the season.

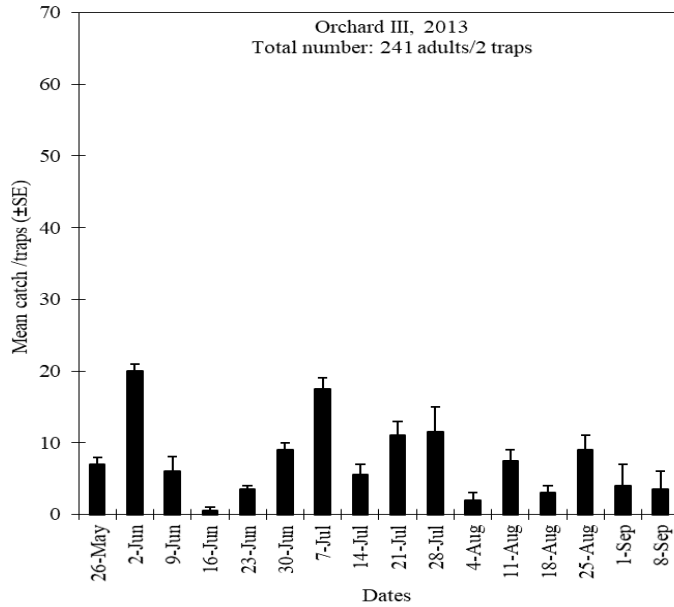


Figure 8. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *L. botrana* adult males in pheromone traps, recorded from 19 May to 8 September 2013 in orchard III in Manisa Province.

In 2013, pheromone trap monitoring across the three vineyard orchards (I, II, and III) recorded a total of 846 adult grape berry moths (*L. botrana*), with the seasonal fluctuations in population density summarized in Figure 9. The first adults appeared on May 26. Similar to 2012, pest population density fluctuated over time, with major peaks recorded on June 2, July 7, and July 28. Chemical control measures were implemented on June 6, July 13, and August 12, leading to notable decreases in moth catches in subsequent weeks. Mean values ranged from 0.33 to 21.67 individuals, with the highest density recorded on July 28 (21.67 ± 7.46). Additional elevated captures occurred on June 2 (20.67 ± 1.89) and July 7 (19.50 ± 1.94), indicating multiple peaks of adult activity during the season. In late May, population density was low (5.67 ± 0.67 on May 26), followed by a sharp increase in early June (20.67 ± 1.89 on June 2). Numbers declined on June 9 (8.00 ± 1.79) and reached minimal levels by June 16 (0.33 ± 0.21). The population gradually recovered, reaching 6.00 ± 1.21 on June 23 and 9.50 ± 0.99 on June 30. A pronounced rise occurred in early July, peaking at 19.50 ± 1.94 on July 7. This was followed by a decrease on July 14 (4.83 ± 0.60) and a moderate increase on July 21 (10.17 ± 1.05), before reaching the main seasonal peak on July 28 (21.67 ± 7.46). In August, population densities fluctuated, with 4.17 ± 1.25 on August 4, 9.00 ± 0.93 on August 11, 2.50 ± 0.56 on August 18, and 11.50 ± 2.19 on August 25. By September, densities declined steadily, with 5.17 ± 1.30 on September 1 and 2.33 ± 0.88 on September 8, marking the end of adult activity for the season.

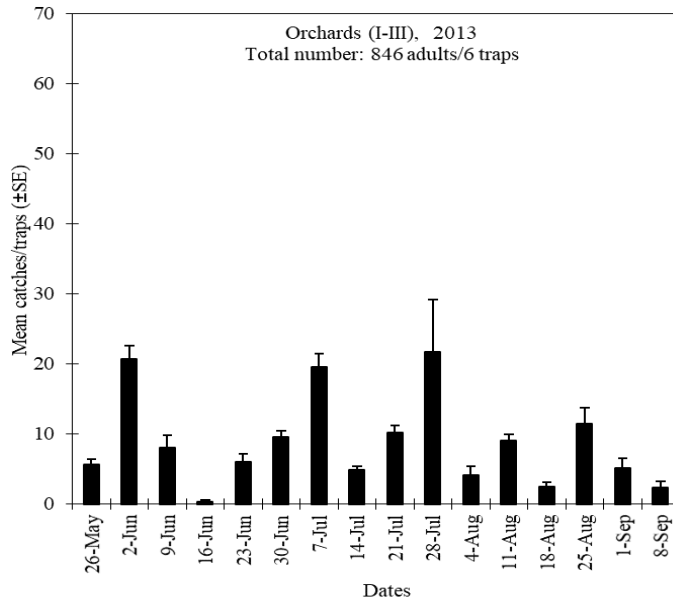


Figure 9. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *L. botrana* adult males in pheromone traps, recorded from 20 May to 30 September 2012 in three orchards in Manisa Province.

In 2013, across orchards I, II, and III, monthly distribution of *L. botrana* adults is summarized in Figure 10. Populations were low in May (4.01), followed by a sharp increase in June (31.56). The highest activity occurred in July (39.83), representing the main seasonal peak. In August, densities declined to 19.26, and by September, adult activity dropped sharply to 5.31, marking the end of the season.

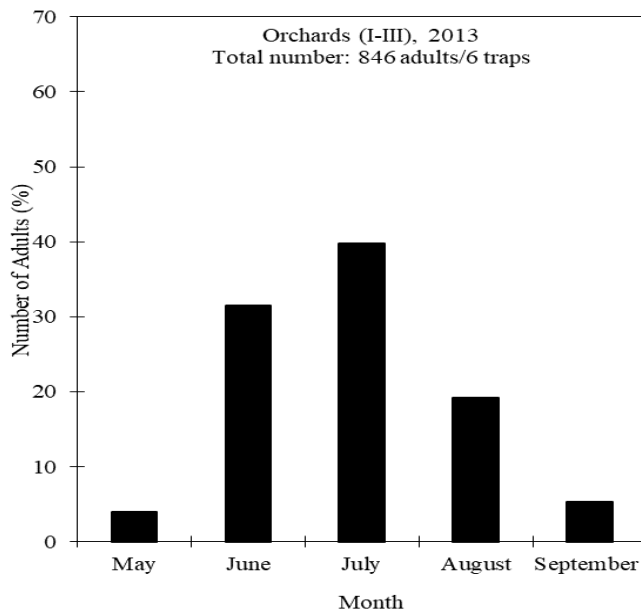


Figure 10. Percentage of monthly catches of *L. botrana* adult males in pheromone traps, recorded from 19 May to 8 September 2013 in three orchards in Manisa Province.

Assessment of larval damage in 2012-2013

In 2012, the damage rates of *L. botrana* larvae in orchards I, II, and III are summarized in Figure 11. The incidence of *L. botrana* damage showed slight variation among the three surveyed orchards. The lowest damage rate was observed in Orchard I (5%), followed by Orchard II (6%), while Orchard

III exhibited the highest rate (7%). Overall, the variation among orchards was relatively small, ranging between 5% and 7%.

In 2013, the damage rates of *L. botrana* larvae in orchards I, II, and III are summarized in Figure 12. Orchard I exhibited the lowest damage (2%), followed by Orchard II (3%), while Orchard III showed the highest level of damage (5%). Overall, these results indicate relatively low to moderate infestation levels across the study sites, with Orchard III experiencing the greatest impact on fruit quality. According to Anonymous (2008), economic thresholds are exceeded when infestation rates surpass 1% under chemical control strategies and 5-6% under biotechnical methods. The observed rates, particularly in 2012, suggest that pest pressure remained above acceptable levels, highlighting the need for continued and adaptive management.

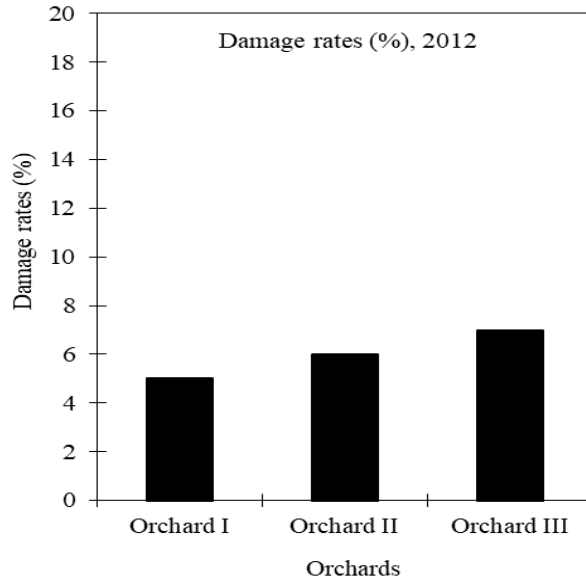


Figure 11. Damage rates of *L. botrana* larvae in three orchards in Manisa Province in 2012

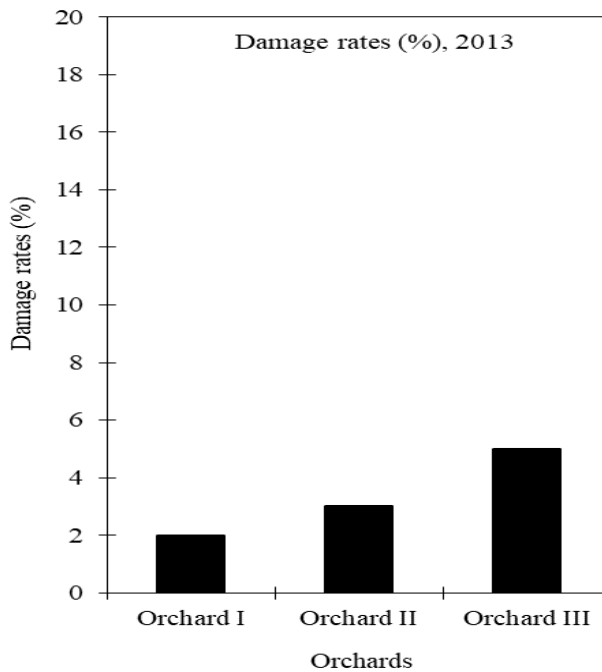


Figure 12. Damage rates of *L. botrana* larvae in three orchards in Manisa Province in 2013

The monitoring of *L. botrana* adult populations in the three commercial vineyards over two consecutive years (2012 and 2013) revealed consistent seasonal flight dynamics and demonstrated the influence of chemical control interventions on pest abundance. In both years, adult moths were first captured in late May, with population peaks occurring primarily in June and July, which aligns with known phenology patterns of *L. botrana* in temperate grape-growing regions (Venette et al., 2003; Thiéry, 2008).

In 2012, the adult population showed three distinct peaks in mid to late July, with the highest percentage of captures (49.4%) occurring during this month. Similarly, in 2013, population peaks were recorded slightly earlier, in early June and early to late July, with the highest monthly captures again occurring in July (39.83%). These fluctuations reflect the multivoltine nature of *L. botrana*, which can produce two to four generations per year depending on climatic conditions (Roehrich and Boller, 1991; Venette et al., 2003; Karabulut, 2016; Kaplan et al., 2016; Küçükkoç, 2019; Kaplan, 2020; Özdem et al., 2022; Arış et al., 2023; Keçeci, 2023). The timing of peaks corresponds well with the larval development stages that cause direct damage to grape flowers and berries, thereby having the greatest economic impact.

The significant declines in moth captures following each chemical control intervention in both years confirm the efficacy of timely pesticide applications in suppressing *L. botrana* populations. These results are consistent with previous studies emphasizing the importance of monitoring adult flights using sex pheromone traps to optimize the timing of control measures and reduce pest pressure (Anshelevich et al., 1994; El-Sayed et al., 2000; Karabulut, 2016; Küçükkoç, 2019). The additional pesticide applications, based on real-time pest density and official recommendations, further highlight the need for adaptive management strategies in commercial vineyards to maintain moth populations below damaging levels.

Larval damage assessments showed that infestation rates were above the economic threshold for chemical control (1%) and approached or exceeded the threshold for biotechnical control methods (5–6%) in 2012, with rates ranging from 5% to 7% across vineyard plots. In 2013, infestation rates were lower but still indicated persistent pest pressure, ranging from 2% to 5%. These data underline the challenge of fully suppressing *L. botrana* populations and the necessity of integrated pest management approaches that combine chemical, biological, and cultural controls to maintain sustainable viticulture.

Comparisons with historical and regional data emphasize the variability of infestation levels depending on local environmental factors, grape variety, and management practices. Kısakürek (1972) reported substantially higher infestation rates in southeastern Turkey vineyards (up to 26% in Gaziantep), while Kaçar (1982) documented wide varietal differences in the Aegean region, with some varieties showing infestation rates as high as 47.2% during ripening. These disparities are consistent with the findings of Şekerden (2009) and Turanlı et al. (2011), who demonstrated that grapevine characteristics such as cluster density and ripening time strongly influence susceptibility to *L. botrana* damage. Kaplan et al. (2016) and Arış et al. (2023) reported 10–18% infestation in Mardin, while Mamay and Çakır (2014) documented rates up to 43% in Şanlıurfa. Historical data also emphasize regional risk: Kısakürek (1972) reported 26% infestation in Gaziantep and 17.5% in Kahramanmaraş, and Kaçar (1982) showed that varietal susceptibility strongly influenced outcomes, with 'Razakı' and 'Hamburg Misketi' exceeding 35% infestation compared to 1.5% in 'Cardinal'.

International studies further illustrate the pest's impact and the benefits of control strategies. Theodoros (2006) observed substantial product losses of 13.3% and 27% from the first and second *L. botrana* generations, respectively, in Greece, highlighting the critical timing of control efforts. In Turkey, Aslan and Güzel (2009) showed that mating disruption could reduce larval infestation rates significantly compared to untreated controls, supporting the integration of pheromone-based methods into pest management programs. Moreover, the stark contrasts reported by Mamay and Çakır (2014) within vineyards in Şanlıurfa emphasize how local microclimates, vineyard management, and pest pressure interact to determine infestation severity. The high infestation rates observed in Öğütçü village

(43%) versus the low rates in Ulubağ (3%) underline the need for site-specific management strategies tailored to local conditions.

Conclusion

The seasonal dynamics and fruit damage caused by *Lobesia botrana* were investigated in three vineyards during 2012 and 2013 using pheromone traps. In both years, adult emergence began in late May, followed by a main activity peak in July. Secondary peaks were observed in mid-August of 2012 and in early July and late August of 2013, with populations declining gradually and ceasing by September. Monthly distributions confirmed that July consistently represented the period of highest adult density, while May and September showed minimal activity. Fruit damage was generally low to moderate, with Orchard III consistently exhibiting the highest impact (7% in 2012 and 5% in 2013), whereas Orchards I and II had lower infestation levels. The results indicate that *L. botrana* activity is strongly seasonal, concentrated in mid- to late summer, and varies slightly between years. A comparison between 2012 and 2013 revealed broadly similar seasonal patterns, with adult emergence beginning in late May and peaking in July both years. However, 2013 showed two distinct secondary peaks (early July and late August) compared to a single mid-August peak in 2012, indicating greater temporal variability. Fruit damage followed a comparable trend, remaining generally low to moderate, but slightly reduced in 2013 (maximum 5%) compared with 2012 (maximum 7%). Effective management should focus on early monitoring, targeted interventions prior to population peaks, and integrated approaches, including selective insecticides, biological control, mass trapping, and orchard hygiene practices. These strategies can help reduce adult populations, minimize fruit damage, and support sustainable vineyard management.

REFERENCES

- Al-Mallah, N.M., & Al-Badranı, H.M. (2003). Ecological and Biological Study on Grape Fruit Moth, *Lobesia botrana* (Schiff) (Tortricidae:Lepidoptera) in Ninawah Province, Iraq. Arab Journal of Plant Protection. 21(1): 25-30.
- Altındışli, F. Ö., & Kısmalı, Ş. (1996). Ege Bölgesi'nde Salkım Güvesi, *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) ile Mücadelede Kitle Halinde Tuzakla Yakalama Yönteminin Uygulanma Olanakları. Türkiye III. Entomoloji Kongresi Bildirileri. 24-28 Eylül 1996, 356-365. Ankara.
- Altındışli, F.Ö., Koçlu, T., Hepdurgun, B., & Charmillot, P. J. (2002). Early Studies on the effectiveness of mating disruption technique against *Lobesia botrana* Den. Schiff. in the seedless sultana vineyards of the Aegean Region in Turkey. Proceedings of IOBC Meeting on Pheromones and other Semiochemicals in Integrated Production., 22-27. Erice, Italy.
- Altındışli, F.Ö., & Özsemerci, F. (2009). Organik Bağcılıkta Salkım güvesi (*Lobesia botrana* Den.-Schiff., Lep.: Tortricidae) ile Mücadelede Farklı Biyoteknik Yöntemlerin Kullanımı. I. Gap Organik Tarım Kongresi Bildiri Kitabı. Urfa. 419-427.
- Anonymous, (2008). Ziraî Mücadele Teknik Talimatı (Meyve ve Bağ Zararlıları, Cilt: 4), T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 388 s.
- Anshelevich, L., Kehat, M., Dunkelblum, E., & Greenberg, S. (1994). Sex pheromone traps for monitoring the European vine moth, *Lobesia botrana*: effect of dispenser type, pheromone dose, field aging of dispenser, and type of trap on male captures. Phytoparasitica 22: 281-290.
- Argış, F., Rişvanlı, M. R., & Atlıhan, R. (2023). Adult Population Dynamics of the European Grapevine Moth [*Lobesia botrana* Denis & Schifferrmüller (Lepidoptera: Tortricidae)] in Midyat Vineyards. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(3), 1155-1163. <https://doi.org/10.53433/yyufbed.1245314>

- Arn, H., Rauscher, S., Guerin, P., & Buser, H.R. (1988). Sex Pheromone Blends of Three Tortricid Pests in European Vineyards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 21: 111-117.
- Aşkın, A.K., Yiğit, Ş., Saruhan, İ., & Akça, İ. (2022). Investigation of toxic effect of some pesticides against *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) in laboratory conditions. Campilho, R.D.S.G.-Anachi, P. (Eds.). in: *11th International Istanbul Scientific Research Congress Proceedings Books* (s. 24-33). İstanbul: Bzt Academy Publishing House.
- Aslan, M.M., & Güzel, G. (2009). *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*'nin Salkım Güvesi (*Lobesia botrana* (Den. & Schiff.)) (Lepidoptera: Tortricidae) ve Yararlılara Karsı Etkilerinin Araştırılması. *KSÜ Doğa Bil. Derg.* 12(2): 44-51.
- Ataç, O., Bulut, H., & Cevik, T. (1992). Orta anadolu bölgesinde bağlarda zarar yapan salkım guvesi (*Lobesia botrana* Den. et Schiff) 'ne karsi ilac denemesi (Chemical control of European grape-berry moth (*Lobesia botrana* Den. et Schiff) in vineyards in central Anatolia). *Zirai Mucadele Arastirma Yilligi*. 22-23:29-30.
- Ataç, Ö., Bulut, H., & Çevik, T. (1990). Salkım Güvesi (*Lobesia botrana* Den. & Schiff.)'ne Karşı *Bacillus thuringiensis*'in Tek Başına ve Carbaryl'in Düşük Dozu ile Birlikte Etkisinin Araştırılması. *Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri*. 26-29 Eylül 1990, 127-135. Ankara.
- Azaryan, G.K.H., Alaverdyan, S.P., Babayan, A.S., Mkrtumyan, K.L., & Tsaturyan, A.A. (1980). Combined use of pheromones and chemosterilants in the control of the codling moth and the vine moth. *Biol. Zhurnal Armenii*. 33(3):244-250.
- Bagnoli, B., Goggiolo, D., & Righini, M. (1993). Experiments with mating disruption to control the grape moth *Lobesia botrana* (Den. and Schiff.) in the Chianti region. *Redia*. 76(2):375-390.
- Birgücü, A.K., Turanlı, F., Gümüş, E., Güzel, B., & Karsavuran, Y. (2014). Telli Terbiye Sisteminin *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae)'nın Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 9 (1):111-117.
- Bovey, P. (1966). Superfamille des Tortricidae. In: Balachowsky AS, ed. *Entomologie Appliquée à l'Agriculture Vol. 2* (1). Paris, France: Masson et Cie., 859-887.
- Buser, H.R., Rauscher, S., & Arn, H. (1974). Sex pheromones of *Lobesia botrana* E7 Z9 dodecadienyl-acetate in the female grape vine moth. *Zeitschrift für Naturforschung*. 29:731-783.
- CABI, (2018). Crop Protection Compendium Datasheets *Lobesia botrana* (grape berry moth). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendium.42794>
- CABI, (2011). Crop Protection Compendium Datasheets *Lobesia botrana* (grape berry moth).
- Can Cengiz, F., Demirel, N., Subchev, M., & Toshova, T. (2011). Doğu Akdeniz Bölgesinde, Feromon Tuzakları Kullanarak, Bağ Göz Kurdu, *Theresimima ampelloptera* (BAYLE-BARELLE, 1808) (Lepidoptera: Zygaenidae)'nin Biyolojisi ve Populasyon Gelişimi Üzerinde Araştırmalar. *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*.
- Can, F., Demirel, N., Sağiroğlu, E. İ Toshova, T., & Subchev, M. (2010). Employing pheromone traps to establish the distribution and seasonal activity of *Theresimima ampellophaga* in Turkey. *Phytoparasitica*. 38: 217-222.
- Charmillot, P., Paquier, D., & Scalco, A. (1995). Mating Disruption to Control Vine and Grape Moths in Perroy: Results for 1994. *Rev. Suisse Vitic. Arboric*. 27: 339-345.
- Charmillot, P.J., Hofer, D., & Pasquier, D., (2000). Attract and Kill a new Method for Control of the Codling Moth *Cydia pomonella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 94.(2): 211 -216.
- Cooper, M.L. (2010). European Grapevine Moth Biology and Management, Univrsity of California, <http://cenapa.ucdavis.edu/files/52722.pdf>. (14.03.2016)
- Cooper, M.L., & Varela, L.G. (2009). European Grapevine Moth, *Lobesia botrana*: An emerging pest in Napa Valley Vineyards.

- Deseo, K.V., Marani, F., Brunelli, A., & Bertaccini, A. (1981). Observations on the biology and diseases of *Lobesia botrana* Den. and Schiff. (Lepidoptera, Tortricidae) in Central-North Italy. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungarica*. 16(3/4): 405-431.
- El-Sayed, A., Gödde, J., & Heinrich, A. (2000). A computer-controlled video system for real-time recording of insect flight in three dimensions. *Journal of Insect Behaviour*. 13: 881-900.
- El-Sayed, A., Gödde, J., Witzgall, P., & Heinrich, A. (1999). Characterization of pheromone blend for grapevine moth, *Lobesia botrana* by using flight track recording. *Journal of Chemical Ecology*. 25: 389-400.
- Fermaud, M., & Le Menn, R. (1989). Association of *Botrytis cinerea* with grape berry moth larvae. *Phytopathology*. 79(6):651-656.
- Gilligan, T.M., Epstein, M.E., Passoa, S.C., Powell, J.A., Sage, O.C., & Brown, J.W. (2011). Discovery of *Lobesia botrana* ([Denis & Schiffmüller]) in California: An Invasive Species New to North America (Lepidoptera: Tortricidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 113(1):14-30.
- Göven, M.A., Çobanoğlu, S., & Topuz, M. (1999). Ege Bölgesi Bağ Alanlarındaki Akar Faunası Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi. 26-29 Ocak. 491-500.
- Göven, M.A., & Güven, B. (2000). Ege Bölgesi Bağ Alanlarında Bulunan Predatör Faunası ve Entegre Mücadele Açısından Önemi. Türkiye 4. Entomoloji Kongresi. 12-15 Eylül. 323-328.
- Gümüş, E., & Turanlı, F. (2012). Salkım Güvesi *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae)'nın Savaşımında Bazı Biyopestisitler ve Karışımlarının Etkinliklerinin İncelenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 49 (2): 119-125.
- Kaçar, N. (1982). Ege Bölgesi koşullarına uygun bazı üzüm çeşitlerinde, Salkım güvesi *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) (Lep., Tortricidae)'nin zararı üzerinde gözlemler. *Türk. Bit. Kor. Derg.* 6: 105-109.
- Kaplan, M. (2020). Determining the adult population fluctuation and infestation rate of European Grapevine Moth (*Lobesia Botrana* (Denis & Schiffmüller) (Lepidoptera: Tortricidae) in the vineyards in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*. 62(1): 69-73. doi:10.1007/s10341-020-00498-7.
- Kaplan, M., Özgen, İ., & Kılıç, M. (2016). Mazıdağı İlçesi (Mardin) bağlarında salkım güvesi [*Lobesia botrana* (Denis & Schiffmüller) (Lepidoptera: Tortricidae)]'nin ergin popülasyon değişimi ve salkım bulaşıklığının belirlenmesi. *Meyve Bilimi*. 3 (1): 10-16. 10.
- Karabulut, A. 2016. Manisa İli Bağ Alanlarında Salkım Güvesi, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffmüller) (Lepidoptera: Tortricidae)'nin Populasyon Yoğunluğu ve Zarar Oranının Belirlenmesi. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 59 p.
- Karabulut, A., & Demirel, N. (2014). Manisa İli Bağ Alanlarında Salkım Güvesi, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffmüller) (Lepidoptera: Tortricidae)'nin Populasyon Yoğunluğu ve Zarar Oranının Belirlenmesi. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi. 3-5 Şubat 2014, Antalya.
- Keçeci, M. (2023). The population fluctuation of European grapevine moth, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffmüller) (Lepidoptera: Tortricidae) in a vineyard in Antalya. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 28(1), 203-210. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1165858>
- Kısakürek, Ö. R. (1972). Güney Anadolu Bölgesi bağlarında Salkım güvesi *Lobesia botrana* Den. & Schiff.'in yayılışı, bulaşma oranı, parazitoid ve predatörleri üzerinde ön çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*. 12(3): 183-186.
- Kovancı, B., Türkmen, C., & Kumral, N.A. (2005). İznik (Bursa) ilçesindeki bağlarda zararlı Salkım güvesi [*Lobesia botrana* (Den.-Schiff.) (Lep.: Tortricidae)]'nin ergin popülasyon dalgalanması üzerinde araştırmalar. 6. Türkiye Bağcılık Sempozyumu, 19-23 Eylül. Tekirdağ, Cilt: 1, 289-296.

- Küçükkoç, Ş. (2019). Farklı asma çeşitleri üzerindeki salkım güvesi, *Lobesia botrana* (Denis & Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae)'nin popülasyon yoğunluğu ve zarar oranının belirlenmesi. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı. 51 s.
- Laccone, G., & Guarino, A. (1998). Protection of Table Grapes From Pests. *Informatore Agrario Supplemento*. 54(50):37-40.
- Maher, N., & Thiery, D. (2006). *Daphne gnidium*, a possible native host plant of the European grapevine moth *Lobesia botrana*, stimulates its oviposition. Is a host shift relevant? Birkhäuser Verlag, Basel, Chemoecology. 16:135-144.
- Mamay, M., & Çakır, A. (2014). Şanlıurfa Merkez ilçe bağlarında Salkım güvesi [*Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller (Lepidoptera: Tortricidae)]'nin ergin popülasyon değişimi ve bulaşma oranının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*. 54(2):103-114.
- Milonas, P.G., Savopoulou-Soultani, M., & Stavridis, D.G. (2001). Day-degree models for predicting the generation time and flight activity of local populations of *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) (Lep., Tortricidae) in Greece. *Journal of Applied Entomology*. 125(9-10): 515-518.
- Oldenburg, C., Oprean, I., Klima, B., & Hummel, H. (1999). Degradation of synthetic pheromones by environmental factors. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen Universiteit Gent*. 64: 89-100.
- Özdem, A., Aydar, A., & Sabahoglu, Y. (2022). Investigation of Flight Activity and Damage Status of European Grapevine Moth, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Agricultural Sciences*. 28(4), 704-710. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.795425>
- Özdemir, M., Özdemir, Y., Seven, S., & Bozkurt, V. (2005). Orta Anadolu Bölgesinde Kültür Bitkilerinde Zararlı Tortricidae (Lepidoptera) Faunası Üzerine Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni* 2005. 45 (1-4):17-44.
- Özpınar, A., Albayrak, A., & Görür, S.E. (2004). Çanakkale ili bağ alanlarında Salkım güvesi [*Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae)]'nin popülasyon gelişmesi ve döl sayısının belirlenmesi. *Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi*. 08-10 Eylül, 101. Samsun.
- Razowski, J. (2001). The genera of Tortricidae (Lepidoptera). Part II: Palaearctic Olethreutinae. *Acta Zoologica Cracoviensia* 32: 107-328.
- Roehrich, R., & Boller, E. (1991). Tortricids in vineyards. In: Van der Geest LPS and Evenhuis HH, eds. *Tortricids pests their biology natural enemies and control*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 507-514.
- Roelofs, W., Kochansky, J., Carde, R., Arn, H., & Rauscher, S. (1973). Sex attractant of the grape vine moth, *Lobesia botrana*. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*. 46(1/2):71-73.
- SAS Institute (1998). *User's guide, version 6*. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Şekerden, Ç.Y. (2009). Hatay İli Bağ Alanlarındaki Zararlılar, Yayılışları, Parazitoit Ve Predatörler ile Bağ Salkım Güvesi, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae)'nın Popülasyon Gelişmesinin Belirlenmesi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 126 s.
- Theodoros, M. (2006). Yield loss quantification and economic injury level estimation for the carpophagous generations of the European grapevine moth, *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae). *International Journal of Pest Management*. 52(2): 141-147.
- Thiéry D. (2008). Les Tordeuses nuisibles à la vigne. In *Les ravageurs de la vigne*. Féret, Bordeaux. pp. 15.

- Turanlı, F., Birgücü, A.K., Gümüş, E., Güzel, B., & Karsavuran, Y. (2011). *Lobesia botrana* Dn. & Sch. (Lepidoptera: Tortricidae)'nın farklı üzüm çeşitlerini tercihi üzerine araştırmalar. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri. 28-30 Haziran 2011, 32. Kahramanmaraş.
- Varela, L.G., Zalom, F., & Cooper, M. (2009). European Grapevine Moth, *Lobesia botrana*: A New Pest in California.
- Venette, R.C., Davis, E.E., DaCosta, M., Heisler, H., & Larson, M. (2003). Mini Risk Assessment Grape berry moth, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermuller) [Lepidoptera: Tortricidae]. CAPS PRA: *Lobesia botrana*, pp.29.
- Yiğit, A., & Erkiş, L. (1987a). Güney Anadolu Bölgesi Bağlarında Zararlı Bağ Üvezi, *Arboridia adanae* Dlab. (Homoptera: Cicadellidae)'nin Yayılışı, Biyolojisi ve Zarar Durumu Üzerinde Araştırmalar. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 13-16 Ekim 1987. Ege Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi- İzmir. Entomoloji Derneği Yayınları. 3:25-34.
- Yiğit, A., & Erkiş, L. (1987b). Güney Anadolu Bölgesi Bağlarında Zararlı Bağ Üvezi, *Arboridia adanae* Dlab. (Homoptera: Cicadellidae)'nin Yumurta Parazitleri ve Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 13-16 Ekim 1987. Ege Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi- İzmir. Entomoloji Derneği Yayınları. 3:35-42.
- Yiğit, Ş., Aşkın, A.K., Akça, İ., & Saruhan, İ. (2020). Biocidal effect of deltamethrin against *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams, 1924 (Lepidoptera: Notodontidae) in laboratory conditions. *Eurasian Journal of Forest Science*. 8(3): 190-194.

KAHVERENGİ KOKARCA [*Halyomorpha halys* (STÅL 1855) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)] İLE ENTEGRE MÜCADELE

İslam SARUHAN¹
İzzet AKÇA²

Giriş

Bulaştıkları alanlarda canlı çeşitliliğini ve ekolojik dengeyi ciddi şekilde olumsuz yönde etkileyen İstilacı türler, dünya genelinde her yıl yaklaşık 1 trilyon dolar ekonomik kayba neden olmaktadır (Oerke ve Dehne 2004; IUCN, 2019). İstilacı türlerin küresel ticari faaliyetlerin artmasıyla farklı tarımsal üretim alanlarına veya su ürünleri sahalarına bulaşması kolaylaşmış ve istilacı türlerin yalnızca ABD'deki yıllık zararı 140 milyar dolardan fazla olduğu bildirilmektedir (Valentin et al., 2017; Leskey ve Nielsen, 2018; Aşkın ve Akça, 2023).

Dünya'da görülen bulaşmaların büyük bir kısmının son 30 yıllık zaman diliminde meydana geldiği bildirilmektedir (EPPO, 2023). Bu bilgilere bakıldığında benzer zamanlarda birbiriyle komşu olmayan ülkelerde tespit edilmesi bu zararlının yayılışını hızlandıran önemli faktörlerden biri de insan faaliyetleri olduğunu anlaşılmaktadır (Ak et al., 2023). Ülkeler arası ticari faaliyetler yeni bölgelere taşınmada en önemli sebep olarak karşımıza çıkmaktadır. Hatta ülke içindeki yayılmalarda da ulaşım ve nakliye en önemli rolü oynamaktadır. Her iki taşınma genellikle erginler vasıtasıyla olmakta, nadiren de olsa nimfler ve yumurta paketleriyle de gerçekleşmektedir. Yurtdışına satılan veya ülke içinde nakledilen her türlü sebze, meyve, bitkisel materyal, eşya vb. ürünler üzerinde kazara ve tesadüfi şekilde bulunan böcekler dünya üzerinde yayılmalarda önemli paya sahiptir (Harris et al., 2010; CABI, 2023). Örneğin bu böceğin Rusya'ya ilk bulaşması 2014 yılında düzenlenen Kış Olimpiyatları için getirilen peyzaj bitkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha sonra Abhazya ve Gürcistan'a kadar uzanan coğrafyalara yayılmıştır (Musolin et al., 2017). Kahverengi kokarca günde 5 km, sezonda ise 117 km'ye yakın uçuş kapasitesinden dolayı girdiği ülkelerde hızlı bir şekilde yayılmaktadır (Wiman et al., 2014; Lee ve Leskey, 2015).

Karadeniz kıyısındaki ülkelerde yetişen fındıkların ciddi bir zararlısıdır (Bosco Moraglio ve Tavella, 2018). Avrupa'nın en önemli meyve üretim bölgelerinden biri olan İtalya'da ilk kez tespit edildikten kısa bir süre sonra, bitkisel üretimde %60'a varan ve organik üretimde %90'ın üzerinde meyve hasarına neden olarak, meyve bahçelerinin başlıca zararlısı haline gelmiştir (Maistrello et al., 2017) ve tüm tarım sektöründe büyük endişe yaratmıştır. 2019 yılında kuzey İtalya'da kahverengi kokarcanın salgınları armut, şeftali ve nektarinlerde 356 milyon avrodan fazla hasara yol açmış ve meyve bahçelerinde %80-100'e varan verim kayıplarına neden olmuştur (Anonim, 2025e).

Kahverengi kokarca [*Halyomorpha halys* (Stål 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)], Çin, Japonya, Kore ve Tayvan'a özgü bir zararlıdır (Hoebeker ve Carter, 2003). Yapılan ilk çalışmalarda bu zararlı *H. picus* veya *H. mista* olarak bilinmekteydi. Tespit edildiği ülkelerde kısa sürede birçok üründe "ana zararlı" haline gelmektedir. İlk olarak 1990'lı yıllarda Kuzey Amerika'da ilk popülasyon belirlenmiş ve 2001 yılında evlere saldırdığı için ev zararlısı olarak teşhis edilmiştir (Hoebeker ve Carter 2003). Bugün kahverengi kokarca ABD'de 38 eyalette ve Columbia Bölgesinde tespit edilmiştir (Wermelinger et al., 2008). Daha sonra dünya genelinde hızla yayılarak farklı ülkelerde tespit edilmiştir. Kahverengi kokarcanın tespit edildiği ülkeler; Kanada (Fogain ve Graff, 2011), İsviçre (Wermelinger et al., 2008), Lihtenştayn (Arnold, 2009), Almanya (Heckmann, 2012), Yunanistan (Fransa (Callot ve Brua, 2013), Milonas ve Partsinevelos, 2014), İtalya (Maistrello et al., 2014), Macaristan (Vetek et al.,

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye isaruhan@omu.edu.tr

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye iakca@omu.edu.tr

2014), Avusturya (Rabitsch ve Friebe, 2015), Sırbistan (Seat, 2015), Romanya (Macavei vd., 2015), İspanya (Dioli et al., 2016), Bulgaristan (Simov, 2016), Rusya (Mityushev, 2016), Kazakistan (Esenbekova, 2018), Gürcistan (Gapon, 2016), Şili (Faúndez ve Rider, 2017), Slovakya (Hemala ve Kment, 2017), Slovenya (Rot et al., 2018), Hırvatistan (Šapina ve Jelaska, 2018), Bosna-Hersek (Zovko vd., 2019), Çekya'da (Kment ve Březíková, 2018), Polonya (Bury et al., 2021), Kanarya Adaları (Petrovan et al., 2022) şekline sıralanmaktadır.

Bu derece tehlikeli türlerin yeni bölgelere girişinin engellenmesi ülke ekonomilerine dolaylı ek ekonomik maliyet oluşturmaktadır (Anonim, 2025b). Bu istilacı zararlılardan biri olan Kahverengi kokarca yaklaşık 25 yıldır farklı kıtalardan 30'dan fazla ülkeye hızla yayılmasıyla son derece önemli bir zararlıdır.

Kahverengi kokarcanın iklim isteklerine göre değerlendirildiğinde ülkemizde en uygun bölgelerin Karadeniz ve Marmara Bölgelerinin sahil şeridinin en fazla tercih edildiği bildirilmektedir (Kistner et al., 2017). Karadeniz Bölgesinin kıyı şeridinde feromon tuzaklarıyla yapılan surveylerde zararlının 4 yıl içinde yaklaşık 500 km uzunluğunda bir alana yayılarak Artvin'den Samsun'a kadar belli noktalarda popülasyon oluşturduğu tespit edilmiştir (Ak et al., 2019b; Ak et al., 2023).

Türkiye'de ise 2017 kahverengi kokarca ilk kez İstanbul'da ve Gürcistan sınırına yakın Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Artvin'de kaydedilmiştir (Güncan ve Gümüş, 2019). Ülkemizin bu istilacı tür açısından potansiyel risk altındaki bölgeleri düşünüldüğünde, fındığın Karadeniz Bölgesi'nde tehdit altındaki en önemli ihracat ürünlerinden biri olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, bölgede yetiştirilen ve zararlı için önemli konukçular olan kivi, Trabzon hurması, mısır, narenciye fasulye ve domates gibi tarımsal ürünlerin yanı sıra geniş konukçu dizisi düşünüldüğünde, ülkemizdeki tarım ürünlerinin pek çoğu için bu zararlı, büyük bir potansiyel tehdit olarak kabul edilmektedir (Özdemir ve Tuncer, 2021). Bunun yanı sıra İzmir ve Adana illerinde bu zararlı tespit edilmiştir. Zararlının popülasyonu ülkemizde farklı bölgelerde de başladığı ve istila kapsamının her geçen yıl genişleyebileceği düşünülmektedir (Çerçi, 2021; Kalkan ve Satar 2023). Yapılan survey çalışmalarında esas popülasyon yoğunluğunun Doğu Karadeniz Bölgesinde olduğu görülmüştür. Kahverengi kokarca gelecek yıllarda ülkemizde daha güney bölgelere, örneğin İç Anadolu, Akdeniz ve Ege bölgelerine doğru yayılma olasılığı vardır. Dolayısıyla bu bölgelerde üretimi yapılan birçok meyve ve sebze risk altındadır.

Kahverengi kokarcasının iki dönemi bulunmaktadır. Bu dönemlerden biri beslenme ve üreme faaliyetlerini sürdürdüğü aktif dönem, ikincisi ise kışladığı pasif dönemdir. Bu dönemlerin başlangıç ve bitişleri, biyolojik karakterler (döl sayısı, zarar kapasitesi, konukçu tercihi vb.), popülasyonun yayılımı, bölgenin bitki örtüsü ve iklim koşullarına bağlıdır (Martinson et al., 2015; Nielsen et al., 2016b; Nielsen et al., 2017; Hamilton et al., 2018; Leskey ve Nielsen, 2018; Rot et al., 2022). Zararlının nimf ve erginleri konukçularının yaprak, sürgün, çiçek ve özellikle meyvelerinin farklı fenolojik dönemlerinde beslenmektedir. Zararlının çok sayıda konukçusu olduğu için aynı sezonda birçok kültür bitkisinde zarar verebilmektedir (Gyeltshen et al., 2013; Lee ve Leskey 2015; Wiman et al., 2014; Scaccini et al., 2019).

Kahverengi kokarcanın Amerika Birleşik Devletlerinde birçok tarımsal ürünlerdeki zarar yapmaktadır (Rice et al., 2014). Avrupa, Rusya ve Gürcistan'da da zarar yapan kahverengi kokarca fındık, armut, kayısı, narenciye, Trabzon hurması, mısır ve domates gibi ürünlerdeki zararı önemlidir (Bariselli et al., 2016; Dumbadze et al., 2019; Musolin et al., 2017). Kültür bitkilerinin dışında birçok peyzaj veya orman bitkisinde de beslenmektedir (Haye et al., 2014b; Aigner et al., 2017; Ion and ve Raluca 2019). Kahverengi kokarcanın 300'den fazla bitki türünde beslenebilen polifag, istilacı ve tahripkar bir zararlı olması yanında erginlerin uzun mesafelere uçabilme yeteneğinde olması yayılışını kolaylaştırmaktadır (Nielsen ve Hamilton, 2009). Kahverengi kokarca, yayılış gösterdiği ülkelerde bulaşmayı takiben ciddi bir sorun haline almıştır. Bu zararlının yayılış alanları, sorun yarattığı ülkeler ve iklim istekleri göz önüne alındığında ilk aşamada ülkemizin Karadeniz Bölgesi için, daha sonra da bütün bölgelerimiz için değişen oranda risk yaratacağı görülmektedir. Kısa vade içinde en yüksek risk altında olan ürünümüz fındık olarak gözükmektedir.

Tanımı ve Yaşayışı

Kahverengi kokarcanın erginlerinin boyu 12-17 mm ve genişliği ise 8 mm'dir, kahverengimsi veya grimsi, benekli tanımlansa da boyut ve renk olarak değişkenlik göstermektedir. Üst kısmından bakıldığında kahverengi tonlarında alacalı bir görünüştedir. Yumurtaları kirli beyaz renkte ve fiçi şeklindedir (Özdemir ve Tuncer, 2021). Antenleri ve Abdomen kenarlarında bulunan beyaz ve siyah şeritler, erginleri diğer benzer türlerden ayırmaktadır. Son abdomen segmentinde bulunan kısaçlar, ergin erkekleri dişilerden ayırmaktadır. Dişiler, yumurtalarını yaprakların alt tarafına kümeler halinde bırakır, yeni bırakılan yumurtalar kirli beyaz renktedir. Kahverengi kokarcanın beş nimf dönemi vardır. İlk nimf dönemi siyah başlı, kırmızı gözlü ve siyah işaretli kırmızımsı turuncu karınlıdır; ilk nimler yumurtadan 3-6 gün sonra çıkar ve yumurta kabukları ile beslenir (Taylor et al., 2014). İkinci dönem nimler ilk nimf döneminden 3-5 gün sonra ortaya çıkar, yumurta kümesini terk eder ve konukçu bitkilerle beslenir. Üçüncü nimf dönemi koyu kahverengindedir ve yumurtadan çıktıktan 12-13 gün sonra deri değiştirerek dördüncü döneme geçer. Dördüncü dönem nimler yumurtadan çıktıktan sonra 19-20 gün ve beşinci dönem nimler ise 26-27 gün sonra görülmeye başlar. Yumurtadan ergin oluncaya kadar ihtiyacı olan gün derece 538 gün (30 °C'de 32-35 gün) ve minimum ve maksimum gelişim eşiği 14 ve 35 °C'dir (Nielsen et al., 2008a).

Yumurta ve nimf gelişimi, gelişme hızlarını tahmin etmek ve kahverengi kokarca için bir yaşam tablosu oluşturmak amacıyla sabit sıcaklıklar ve doğal dalgalanan sıcaklıklar altında incelenmiştir. Laboratuvarında, yumurta gelişimi 15 ila 33°C arasında gerçekleşmiştir. Ancak 35 °C'de herhangi bir gelişme olmamıştır. Yumurta gelişimi 15 °C'de en uzun (22-26 gün), 30 °C'de ise en kısa (3-4 gün) olmuştur. Sıcaklık, toplam gelişim süresini (yani yumurtadan ergine kadar) de önemli ölçüde etkilemiştir: Sıcaklık 17°C'den 30 °C'ye çıktığında, yumurtadan ergin oluncaya kadar geçen ortalama gelişim süresi 121.5 günden 33,4 güne düşmüştür. Toplam gelişim süresinin 20 °C'de 75.8 gün ve 30 °C'de 33.2 gün olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca doğal sıcaklıklarda kahverengi kokarcanın gelişimini takip edilmiş ve toplam gelişim süresinin alanda 60 ila 131 gün arasında değiştiği bulunmuştur. Gelişimin tamamlanması için derece gün sayısı (DD) 537.63 (Nielsen et al. 2008a) ve 588.24 DD olarak tahmin edilmiştir ve yumurtlama öncesi dönemin tamamlanması için ek olarak 147.65 (Nielsen et al. 2008a) ve 117.65 DD daha gerekli olduğu tahmin edilmiştir (Lee, 2015).

Kahverengi kokarca dişilerinin üreme parametreleri, sabit 25 °C sıcaklıkta ve doğal sıcaklıklarda incelenmiştir. Laboratuvarında 25 °C sıcaklıkta dişiler ortalama 12, 13 ve 18 gün yumurtlama öncesi dönemler sergilemiştir. Çiftleşme süresi 8.43 ile 11.00 dakika arasında değişmekte olup, ortalama süresi 10,15 dakikadır. Dişiler, ortalama 28 yumurta içeren bir yumurta kütesi halinde yumurtalarını bırakmıştır (Medal et al., 2013; Nielsen et al., 2008a). Yumurtlama olayları arasındaki ortalama aralık, laboratuvarında 25 °C'de 4,3 gün olmuştur (Nielsen et al., 2008a). Medal et al. (2013), 25 °C'de yumurtaların 5-12 günde bir bırakıldığını bildirmiştir. Ancak, İsviçre'nin Zürih-Wollishofen bölgesinde Haziran-Eylül ayları arasında doğal sıcaklıklarda ortalama aralık 17 gün olmuştur (Haye et al., 2014). 25 °C'de, bir dişinin ömrü boyunca bıraktığı toplam yumurta sayısı ortalama olarak 168 (Medal et al., 2013) ile 212 yumurta (Nielsen et al., 2008a) arasında değişmiştir. Ancak, kahverengi kokarcanın ortalama yaşam boyu doğurganlığı, Nisan ortasından Temmuz ortasına kadar toplanan kışlamış yetişkinlerden ölçüldüğünde 46-79 yumurta olmuştur (Haye et al., 2014). Yumurtaların ölüm oranı, sıcaklıkların 15 °C'nin altına düştüğü Ağustos ayının ikinci yarısında %6.6'dan Eylül ayının ikinci yarısında %100'e kadar değişmiştir (Haye et al., 2014).

İtalya'da kahverengi kokarca yılda iki döl verdiği ve her iki döl için de çok yüksek üreme oranlarına sahip olduğunu göstermektedir. Kışlayan bireyler için $R_0 = 24.04$ ve yeni nesil için $R_0 = 5.44$ olarak bulunmuştur. Bu oranlar oldukça yüksektir. 2015 yılında İtalya'da kahverengi kokarcanın büyük bir salgınının neden gözlemlendiğini açıklamaktadır ve bu oranlar, bu zararlıların güney Avrupa'daki tarımsal üretim için bir tehdit olduğunu doğrulamaktadır (Costi, 2017).

Kahverengi kokarca yumurtalarını paketler halinde bırakır ve her bir pakette 20 ila 32 adet yumurta bulunmaktadır. Bir pakette ortalama 28.7 adet yumurta bulunmaktadır (Medat et al., 2013).

Bir dişinin doğurganlığı 240 yumurtadır ve bunların kısırılık yüzdesi, nesile bağlı olarak 0.4 ile 3 arasında değişmektedir. İlkbahar-yaz döneminde kışlayan yetişkinlerin maksimum cinsel aktivite gösterdikleri, doğurganlıklarının %65.7 olduğu, birinci nesilde yetişkinlerin doğurganlığının %24.3, ikinci nesilde ise %10.1 olduğu belirtilmiştir. Kahverengi kokarcanın cinsel aktivitesinin zayıf olduğu dönem (meyvelerin olgunlaşma dönemi) onun en zararlı olduğu dönemdir (Rusu et al., 2023).

Yumurta kümeleri haftalık aralıklarla bırakılır ve her dişi ömrü boyunca ortalama 244 yumurta bırakabilir (Nielsen ve Hamilton, 2009). Tek bir dişi 400'e kadar yumurta bırakabilir (Anonim, 2025).

Kahverengi kokarca erginleri 24 saatte ortalama 2 km uçabilmektedir. Saha gözlemlerine göre, kahverengi kokarca kalkıştan inişe kadar düz bir çizgi boyunca yaklaşık 3 m/s hızla uçabilmektedir (Lee et al. 2013b). Erginler eş veya alternatif besin kaynakları aradıklarında gece de uçmaktadırlar; bu nedenle, siyah ışık tuzakları kahverengi kokarca peyzaj alanlarındaki hareketlerini izlemek için etkili araçlar olabilmektedir (Nielsen et al. 2013). En uzun uçuşlarını yaz sonu ve sonbaharda kış toplama döneminin başlangıcında gerçekleştirebilmektedirler (Wiman et al. 2014). Nimfler yürüyerek aktif olarak dağılırlar ve ikinci ila beşinci nimf dönemleri hareket etme eğilimi göstermektedir (Lee et al. 2014a).

Kahverengi kokarca, zararlı bir böcek olarak bilinir; çok sayıda ergin böcek, kışlamak için genellikle insan yapımı yapılara girer ve korunaklı ortamlarda kışlarlar (Inkley, 2012). Bu davranış, Pentatomidae familyası içindeki türlerden oldukça farklıdır ve kahverengi kokarca diğer yaygın bir tür olan *Nezara viridula* L. gibi türlere kıyasla kışlamada hayatta kalma oranını artırabilmektedir (Kiritani, 2007). Kahverengi kokarca diğer pentatomid türlerine benzer şekilde kalın kabuklu kuru veya sağlam ağaçların, özellikle meşe (*Quercus* spp.) ve akasya (*Robinia* spp.) ağaçlarının kuru yarıklarında dahil olmak üzere doğal ortamlarda kışlayabilir (Lee et al. 2014b). Kahverengi kokarcanın kışladığı ağaçların üst kısımlarının %20'sinde yapılan incelemelerde ağaç başına yaklaşık altı ergin tespit edilmiştir (Lee et al. 2014b). Kahverengi kokarca kışlaklardan çıkmak için en çok kullandığı etken ortama sıcaklıkların değişmesi gibi bilirse de gün uzunluğundaki değişimin de çıkış zamanını etkilediği, aynı zamanda kışlaklara gitmesinin de aynı iki parametrenin etkili olduğu bilinmektedir. Asya, Avrupa ve ABD'de kışlaklardan çıkış zamanı Mart-Nisan aylarında gerçekleşmekte hatta Mayıs ayında bile çıkışlara rastlanmaktadır (Anonim, 2025d). Bazı kaynaklarda Kahverengi kokarca yılda 2 döl veren bir zararlı olarak bildirilmekle birlikte, 1 döl verdiği dair çalışmalar da bulunmaktadır. Asya'nın bazı bölgelerinde, Japonya, İsviçre ve ABD'nin çoğu eyaletinde yılda 1 döl verirken Asya'nın bazı bölgeleri, Batı Virginia (ABD), İtalya gibi bölgelerde 2 döl verdiği belirlenmiştir (Costi et al., 2017; Haye et al., 2014a; Nielsen et al., 2008; Nielsen et al., 2009b). Türkiye'de yapılan bir ön araştırmada yılda 1 nesil verdikten sonra popülasyonun çok az bir kısmının ikinci nesile geçiş yaptığı belirlenmiştir (Özdemir et al., 2023a).

Kahverengi Kokarca'nın Konukçuları

Kahverengi kokarcanın 300 civarında konukçusu olduğu belirlenmiştir (Nielsen ve Hamilton, 2009b). Asya kıtasında başta elma, armut, şeftali, trabzon hurması ve soya fasulyesinde önemli bir zararlı olmaktadır. Bunun yanında mandalina, bezelye, fasulye, mısır gibi birçok kültür bitkisinde de zarar yapmaktadır (Lee et al., 2013). Amerika Birleşik devletlerine 175'in üzerinde konukçusu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Hızlı bir şekilde elma, şeftali, nektarin, armut, mısır, soya fasulyesi, biber ve domateste ana zararlı haline gelmiştir (CABI, 2018a; Leskey ve Nielsen, 2018; Hamilton et al., 2018). Kafkasya ve Avrupa'da kiraz, kayısı, badem, şeftali, patlıcan ve biberde beslendiği bildirilirken, İtalya'nın kuzeyi ve Gürcistan'nın batısında fındık ve armut zararlıının başlıca konukçuları arasında olduğu belirtilmektedir (Haye et al., 2015a). Rusya ve Abhazya'da narenciye, şeftali ve trabzon hurması zararlıının konukçularıdır (Musolin et al., 2017). Türkiye'de ise 18 farklı familyaya ait 33 tür zararlıının konukçusu olduğu belirlenirken; fındık, kivi, mısır, Trabzon hurması, armut, narenciye, fasulye, biber bunlar arasında ekonomik getirisi olan önemli kültür bitkileridir (Ak et al., 2023). Kahverengi kokarca en iyi şekilde gelişimini sürdürmek için meyveli konukçuları tercih etmektedir. Bu yüzden zararlı sezon boyu kaliteli konukçu arayışı içindedir. Zaten hareket kabiliyeti yüksek olan böcek böylece çok geniş alanlara yayılma gösterebilmektedir (Leskey ve Nielsen, 2018). Ayrıca, kışlayan bireyler genellikle arabalarda veya yük kasalarında kaçak yolcu olarak daha uzun mesafeler kat edebilmektedir.

İlkbaharda, kahverengi kokarca erginleri kışlama alanlarından çıkmakta ve sıcak güneşli günlerde aktif hale gelmektedir. Bu dönemde, ergin böcekler güneşe maruz kalan hemen hemen her bitkide bulunabilmektedir. Kahverengi kokarca kışlama barınaklarının yakınında bulunan ağaçlar, çalılar ve süs bitkilerinde erken dönemdeki faaliyetlerini gözlemlemek için en uygun yerlerdir. Uzun boylu bitkiler ve ağaçlar, yere yakın bitkilere göre daha fazla böcek barındırma eğilimindedir. Mayıs ayı boyunca yetişkin böceklerin faaliyeti arttıkça ve yaz boyunca çiftleşme, yumurtlama ve nimf gelişimi meydana geldikçe, kahverengi kokarca çok çeşitli bitki türlerinde görülebilmektedir.

Çizelge 1. Amerika Birleşik Devletleri'nde Kahverengi kokarca ergin ve nimflerinin bulunduğu bitkiler. Koyu yazılmış bitki türleri, belirli bir habitat içinde en yüksek böcek yoğunluğuna sahip olanları temsil etmektedir (ABD Tarım Bakanlığı, Ulusal Gıda ve Tarım Enstitüsü verileridir). (Anonim, 2025c).

Genus	Species	Genus	Species
<i>Abelia</i>	<i>grandiflora</i>	<i>Lagerstroemia</i>	<i>Indica</i>
<i>Abelmoschus</i>	<i>esculentus</i>	<i>Larix</i>	<i>kaempferi</i> (syn. <i>leptolepi</i>)
<i>Acer</i>	<i>buergerianum</i>	<i>Ligustrum</i>	<i>Sinense</i>
<i>Acer</i>	<i>circinatum</i>	<i>Ligustrum</i>	<i>Japonicum</i>
<i>Acer</i>	<i>japonicum</i>	<i>Liquidambar</i>	<i>Styraciflua</i>
<i>Acer</i>	<i>macrophyllum</i>	<i>Liriodendron</i>	<i>Tulipifera</i>
<i>Acer</i>	<i>tegmentosum</i>	<i>Lonicera</i>	spp.
<i>Acer</i>	<i>griseum</i>	<i>Lonicera</i>	<i>Tatarica</i>
<i>Acer</i>	<i>negundo</i>	<i>Lythrum</i>	<i>Salicaria</i>
<i>Acer</i>	<i>palmatum</i>	<i>Magnolia</i>	<i>Stellata</i>
<i>Acer</i>	<i>platanooides</i>	<i>Magnolia</i>	<i>grandiflora</i>
<i>Acer</i>	<i>freemanii</i>	<i>Mahonia</i>	<i>aquifolium</i>
<i>Acer</i>	<i>rubrum</i>	<i>Malus</i>	<i>domestica</i>
<i>Acer</i>	<i>saccharum</i>	<i>Malus</i>	<i>zumi</i>
<i>Acer</i>	<i>saccharinum</i>	<i>Malus</i>	<i>pumila</i> (syn. <i>domestica</i>)
<i>Acer</i>	<i>pensylvanicum</i>	<i>Malus</i>	<i>sargentii</i>
<i>Acer</i>	<i>campestre</i>	<i>Malus</i>	<i>baccata</i>
<i>Aesculus</i>	<i>carnea</i>	<i>Metasequoia</i>	<i>glyptostroboides</i>
<i>Aesculus</i>	<i>glabra</i>	<i>Mimosa</i>	spp.
<i>Ailanthus</i>	<i>altissima</i>	<i>Morus</i>	<i>alba</i>
<i>Amaranthus</i>	<i>caudatus</i>	<i>Musineon</i>	<i>divaricatum</i>
<i>Amelanchier</i>	<i>laevis</i> (syn.	<i>Nyssa</i>	<i>sylvatica</i>
<i>Antirrhinum</i>	<i>majus</i>	<i>Paulownia</i>	<i>tomentosa</i>
<i>Arctium</i>	<i>minus</i>	<i>Phalaenopsis</i>	spp.
<i>Armoracia</i>	<i>rusticana</i>	<i>Phaseolus</i>	spp.
<i>Asimina</i>	<i>triloba</i>	<i>Photinia</i> (syn. <i>Aroni</i>)	spp.
<i>Baptisia</i>	<i>australis</i>	<i>Phytolacca</i>	<i>americana</i>
<i>Beta</i>	<i>vulgaris</i> ssp. <i>cicla</i>	<i>Pistacia</i>	<i>chinensis</i>
<i>Betula</i>	<i>nigra</i>	<i>Platanus</i>	<i>occidentalis</i>

<i>Betula</i>	<i>papyrifera</i>	<i>Prunus</i>	<i>armeniaca</i>
<i>Betula</i>	<i>pendula</i>	<i>Prunus</i>	<i>avium</i>
<i>Brassica</i>	<i>juncea</i>	<i>Prunus</i>	<i>cerasifera</i>
<i>Brassica</i>	<i>oleracea</i>	<i>Prunus</i>	<i>dulcis</i>
<i>Buddleja</i>	spp.	<i>Prunus</i>	<i>incam</i>
<i>Cannabis</i>	<i>sativa</i>	<i>Prunus</i>	<i>incisa</i>
<i>Capsicum</i>	<i>annuum</i>	<i>Prunus</i>	<i>laurocerasus</i>
<i>Caragana</i>	<i>arborescens</i>	<i>Prunus</i>	<i>persica</i>
<i>Carpinus</i>	<i>betulus</i>	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>
<i>Carya</i>	<i>illinoensis</i>	<i>Prunus</i>	<i>serrulata</i>
<i>Carya</i>	<i>ovata</i>	<i>Prunus</i>	<i>subhirtella</i>
<i>Catalpa</i>	spp.	<i>Pseudocytisus</i>	<i>sinensis</i>
<i>Celastrus</i>	<i>orbiculatus</i>	<i>Pyracantha</i>	spp.
<i>Celosia</i>	spp.	<i>Pyrus</i>	<i>fauriei</i>
<i>Celtis</i>	<i>koraiensis</i>	<i>Pyrus</i>	spp.
<i>Celtis</i>	<i>occidentalis</i>	<i>Pyrus</i>	<i>calleryana</i>
<i>Cephalanthus</i>	<i>occidentalis</i>	<i>Pyrus</i>	<i>pyrifolia</i>
<i>Cercidiphyllum</i>	<i>japonicum</i>	<i>Quercus</i>	<i>robur</i>
<i>Cercis</i>	<i>canadensis</i>	<i>Quercus</i>	<i>alba</i>
<i>Cercis</i>	<i>canadensis</i> var. <i>texensis</i>	<i>Quercus</i>	<i>rubra</i>
<i>Chenopodium</i>	<i>berlandieri</i>	<i>Quercus</i>	<i>coccinea</i>
<i>Chionanthus</i>	<i>retusus</i>	<i>Rhamnus</i>	<i>cathartica</i>
<i>Chionanthus</i>	<i>virginicus</i>	<i>Rhus</i>	<i>typhina</i>
<i>Cladrastis</i>	<i>kentukea</i> (syn. <i>lutea</i>)	<i>Robinia</i>	<i>pseudoacacia</i>
<i>Cornus</i>	<i>macrophylla</i>	<i>Rosa</i>	<i>canina</i>
<i>Cornus</i>	<i>officinalis</i>	<i>Rosa</i>	<i>multiflora</i>
<i>Cornus</i>	<i>kousa</i>	<i>Rosa</i>	<i>rugosa</i>
<i>Cornus</i>	<i>florida</i>	<i>Rubus</i>	spp.
<i>Cornus</i>	<i>racemosa</i>	<i>Rubus</i>	<i>phoenicolasius</i>
<i>Cornus</i>	<i>sericea</i>	<i>Salix</i>	spp.
<i>Cornus</i>	<i>Stellar series</i>	<i>Sassafras</i>	<i>albidum</i>
<i>Corylus</i>	<i>colurna</i>	<i>Secale</i>	<i>cereale</i>
<i>Crataegus</i>	<i>laevigata</i>	<i>Solanum</i>	<i>melongena</i>
<i>Crataegus</i>	<i>monogyna</i>	<i>Solanum</i>	<i>lycopersicum</i>
<i>Crataegus</i>	<i>viridis</i>	<i>Sophora</i>	<i>japonica</i>
<i>Cucumis</i>	<i>sativus</i>	<i>Sorbus</i>	<i>airia</i>
<i>Cucurbita</i>	<i>pepo</i>	<i>Sorbus</i>	<i>americana</i>
<i>Diospyros</i>	<i>kaki</i>	<i>Spiraea</i>	spp.
<i>Elaeagnus</i>	<i>angustifolia</i>	<i>Stewartia</i>	<i>pseudocamellia</i>
<i>Elaeagnus</i>	<i>umbellata</i>	<i>Stewartia</i>	<i>koreana</i>

<i>Ficus</i>	<i>carica</i>	<i>Styrax</i>	<i>japonicus</i>
<i>Forsythia</i>	<i>suspensa</i>	<i>Symphytum</i>	spp.
<i>Fraxinus</i>	<i>pennsylvanica</i>	<i>Syringa</i>	<i>pekinensis</i>
<i>Fraxinus</i>	<i>americana</i>	<i>Tetradium</i> (syn. <i>Eu</i>	<i>daniellii</i> (syn. <i>hupehensi</i>
<i>Ginkgo</i>	<i>biloba</i>	<i>Tilia</i>	<i>americana</i>
<i>Gleditsia</i>	<i>triacanthos</i> var. <i>inermis</i>	<i>Tilia</i>	<i>tomentosa</i>
<i>Glycine</i>	<i>max</i>	<i>Tilia</i>	<i>cordata</i>
<i>Halesia</i>	<i>tetraptera</i>	<i>Tsuga</i>	<i>canadensis</i>
<i>Hamamelis</i>	<i>Virginiana</i>	<i>Ulmus</i>	<i>parvifolia</i>
<i>Hamamelis</i>	<i>Japonica</i>	<i>Ulmus</i>	<i>americana</i>
<i>Helianthus</i>	spp.	<i>Ulmus</i>	<i>procera</i> (syn. <i>minor</i>)
<i>Heptacodium</i>	<i>miconioides</i>	<i>Vaccinium</i>	<i>corymbosum</i>
<i>Hibiscus</i>	<i>moscheutos</i>	<i>Viburnum</i>	<i>dilatatum</i>
<i>Hibiscus</i>	<i>Syriacus</i>	<i>Viburnum</i>	<i>prunifolium</i>
<i>Humulus</i>	<i>Lupulus</i>	<i>Viburnum</i>	<i>burkwoodii</i>
<i>Ilex</i>	<i>Aquifolium</i>	<i>Vitis</i>	<i>vinifera</i>
<i>Juglans</i>	<i>Nigra</i>	<i>Vitis</i>	<i>riparia</i>
<i>Juniperus</i>	<i>Virginiana</i>	<i>Zea</i>	<i>mays</i>
<i>Koelreuteria</i>	<i>Paniculata</i>		

Kahverengi Kokarca'nın Zararı

Kahverengi kokarcanın zararı direk ve endirek olmak üzere 2 şekilde olmaktadır. Doğrudan zararı konukçu bitkilerin özellikle de meyvelerinde olmakla birlikte, dolaylı zararı ise kışlamak için girdiği barınaklarda insanlarda rahatsızlık oluşturarak yapmaktadır (Anonim, 2025a). Kahverengi kokarca, konukçusu olduğu bahçe, tarla veya orman bitkilerinin meyve, tomurcuk, yaprak gibi kısımlarında beslenerek zarar yapmaktadır (Hoebeker ve Carter, 2003; Martinson et al., 2013; Haye ve Weber, 2017). Bu zararlı, bitkilerin özsuynunu emerek zarar verir; beslenme sırasında bitkilerde çukurlaşma ve renk değişikliklerine yol açar ve özellikle meyvelerde neden olduğu zararlar tarımda büyük ekonomik kayıplara neden olur. Ayrıca, kahverengi kokarcanın oluşturduğu zarar, beslenme şiddeti ve zamanına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Armut, elma, şeftali ve nektarin gibi meyvelerde meyvenin içine doğru ilerleyen çürük benzeri nekrozlar, şekil bozukluğu ve meyve dökümü gibi zarara neden olmaktadır (CABI, 2018a). Fasulye, bakla ve mısır gibi sebzelerin tanelerinde renk ve şekil bozuklukları meydana getirmektedir (Haye et al., 2015a). Fındıkta ise farklı fenolojik dönemlerde sırasıyla; boş meyve, buruşuk meyve ve lekeli iç şeklinde 3 farklı zarar oluşturmaktadır, bütün yaşam evrelerini fındıklarda beslenerek tamamlayabilmektedir (Hedstrom et al., 2014). Fındığın iç bağladığı dönemde beslendiğinde iç fındıklarda metabolik dengesini bozarak ana yağ asitlerini ve sekonder bileşikler büyük ölçüde bozmaktadır (Özdemir et al., 2023b). 2010 yılında sadece ABD'nin orta Atlantik bölgesindeki elma üreticileri, bu zararlı nedeniyle 37 milyon dolarlık zarar görmüştür (Leskey et al., 2012). Aynı dönemde ABD'de hızla yayılarak elma, şeftali gibi meyveler, mısır, biber, domates gibi sebzeler, hatta süs bitkileri de dahil olmak üzere birçok tarımsal üründe ciddi zarara neden olmuştur (Leskey et al., 2012; Rice et al., 2014). Daha sonraki araştırmalar, ABD (Oregon) ve İtalya'da gerçekleştirilen arazi denemelerinde Kahverengşi kokarcanın farklı fındık çeşitlerinde kabuklu yemi ve iç gelişimi boyunca önemli ölçüde zararlara neden olduğunu göstermiştir (Hedstrom et al., 2014; Bosco et al., 2018). Fındıkta bu zararlının neden olduğu zarar, hem üretim miktarını azaltmakta hem de ürünün kalitesini düşürerek fındık üreticileri için büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Ateş ve Kaçar,

2021). Kahverengi kokarcanın bu denli yıkıcı etkisi, beslenme alışkanlıklarıyla yakından ilişkilidir. Kahverengi kokarcanın, sokucu-emici ağız yapısına sahip olması nedeniyle beslenme davranışıyla meyvelere doğrudan zarar verir. Tükürük salgıları, özellikle enzimatik, sulu tükürük, bitki dokusunu çözer ve meyve, sebze ve kabuklu yemişlerde dolaylı olarak fungus zararına neden olur (Wiman et al., 2019). Erginler esas olarak meyveler ile, nimfler ise yaprak, gövde ve meyvelerle beslenirler (Hoebeke ve Carter, 2003; Acebes-Doria et al., 2016). Bu beslenme alışkanlıkları, bitkilerde çürüme, deformasyon ve lekelenmelere neden olarak hem ürünün kalitesini düşürmekte hem de verimi azaltmaktadır. Özellikle meyvelerdeki deformasyon ve renk bozuklukları, ürünlerin pazarlanabilirliğini olumsuz etkileyerek ciddi ekonomik kayıplara da yol açmaktadır (Nielsen et al., 2009).

Kahverengi kokarca son yıllarda İtalya, Gürcistan ve Amerika Birleşik Devletleri'nde özellikle fındık üretim alanlarında yaptığı zararıyla ön plana çıkmaktadır (Bosco et al., 2018). Oregon (ABD)'da 2012 yılında ilk olarak fındık bahçelerinde tespit edilen Kahverengi kokarcanın, kısa zaman içinde fındık üretim alanlarında ekonomik zararlı haline gelmiştir. Gürcistan'da fındık bahçelerinde ilk kez 2015 yılında saptandıktan 1 yıl sonra fındıklarda yaklaşık 60 milyon dolar ekonomik kayba sebep olduğu bildirilmiştir (Murvanidze et al., 2018). Amerika Birleşik Devletleri (Orta Atlantik)'nde 2006-2007 yılları arasında Temmuz başı ve Ağustos ortasında en yoğun popülasyona ulaşan kahverengi kokarca elma, armut ve şeftalide %25 civarında verim kaybına sebep olduğu; biberler de ise Ağustos ayı başında beslenme düzeyinin en yüksek dereceye ulaştığı belirtilmiştir (Nielsen and Hamilton, 2009a; Philips et al., 2016). Kahverengi kokarca Rusya ve Abhazya'daki mandalin, şeftali ve Trabzon hurmasında %13.2-%87.4, İtalya'da armut, şeftali ve Trabzon hurmasında %50 oranında zarara neden olmuştur (Bariselli et al., 2016; Musolin et al., 2017). Yine kahverengi kokarcanın buğday, mısır ve soyada verdiği kayba ilişkin yapılan çalışmalarda arazi kenarlarındaki soya bitkilerinde, ağaçlık alanların yakındaki arazilerde %50 civarında ürün kaybına neden olduğu saptanmıştır (Leskey et al., 2012b).

Kahverengi kokarca ABD'deki meyve bahçeleri ve bahçe bitkilerinde milyonlarca dolarlık zarara neden olmuştur (Leskey ve Nielsen, 2018) ve İtalya ve Türkiye'de Karadeniz kıyısındaki ülkelerde yetişen fındıkların ciddi bir zararlısıdır (Bosco, Moraglio ve Tavella, 2018). Avrupa'nın en önemli meyve üretim bölgelerinden biri olan Emilia Romagna'da (İtalya) ilk kez tespit edildikten kısa bir süre sonra, entegre bitki üretiminde %60'a varan ve organik yönetimde %90'ın üzerinde meyve zararına neden olarak meyve bahçelerinin başlıca zararlısı haline gelmiştir (Maistrello et al., 2017) ve tüm tarım sektöründe büyük endişe yaratmıştır. 2019 yılında kuzey İtalya'da kahverengi kokarca salgınları armut, şeftali ve nektarinlerde 356 milyon avrodan fazla zarara yol açmış ve meyve bahçelerinde %80-100'e varan verim kayıplarına neden olmuştur (Anonim, 2025e).

Kahverengi kokarca kıışlamak için kapalı alanları tercih etmekte ve bu kapalı alanlarda toplu halde bulunmaktadır. Zararının bulunduğu bu kapalı alanlarda insanlarda ısırma, sokma veya patojen bulaştırma gibi bir riski bulunmamaktadır. Ancak insanlarda oluşturduğu tedirginlik ve salgıladıkları hoş olmayan kokular nedeniyle dolaylı bir zararı söz konusudur (Inkley, 2012). Türkiye'de yapılan bir çalışmada, kahverengi kokarcanın zararının yıllık yaklaşık 106.820 ton olduğu ve 2017 ile 2022 yılları arasında toplamda yaklaşık 640.920 ton kayba yol açtığı tahmin edilmektedir (Demir, 2024).

Mücadelesi

Kahverengi kokarcanın yeni giriş yaptığı ülkelerde onu kontrol edebilen herhangi bir faydalı böcek baskısı olmadığı için ilk başlarda insektisit ağırlıklı mücadele yöntemleri düşünülmektedir. Bu arada kimyasal çalışmalar; insektisit kullanım aşamasında kalıntı, etkinlik ve ürünlerdeki zararın azaltmasına yönelik olarak sınır ilaçlamaları, cezbet-öldür yöntemiyle ilaçlama gibi faaliyetler ile kimyasal kullanımı azaltıcı stratejiler üzerinde yoğunlaşmış ve devam etmektedir (Hamilton et al., 2018; Anonim, 2019; Kaçar ve Yüzkan, 2024). Feromonlar, böcekler arasında iletişimi sağlayan ve genellikle tür içi davranışları düzenleyen kimyasal maddelerdir (Demirel, 2007). Günümüzde bu bileşikler, zararlı böceklerle mücadelede çevre dostu bir biyoteknolojik yöntem olarak çeşitli şekillerde değerlendirilmektedir. Feromonlar, zararlı böcek popülasyonlarının kontrolünde çevre dostu bir biyoteknik mücadele yöntemi olarak izleme, kitlesel yakalama ve çiftleşmeyi engelleme uygulamalarında yaygın biçimde kullanılmaktadır (Demirel, 2016a,b; Demirel ve Akyol, 2017; Sürmeli

ve Demirel, 2022). Literatürde belirtildiği üzere, kahverengi kokarcanın feromon tuzakları da popülasyon izleme çalışmalarının yanı sıra kimyasal mücadele stratejilerinde aktif biçimde değerlendirilmiştir (Khrimian et al., 2014; Giuseppino et al., 2018). Feromonların bu yöntemle kullanıldığı uygulamalarda bahçelerde kullanılacak ilaç miktarının kaplama ilaçlamaya göre %40-%97 oranında azaltılabileceği belirlenmiştir (Leskey et al., 2015a; Short et al., 2016; Bush et al., 2018; Morrison et al., 2018a). Bu nedenle kahverengi kokarcanın mücadelesinde tarım alanlarında doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılması için feromonların etkinliği farklı cezbediciler kullanılarak ve yeni tuzak tipleri geliştirilerek kullanılma yolları araştırılmaktadır (Leskey et al., 2015c; Rondoni et al., 2022; Zapponi et al., 2022b; Uluca ve Ak 2023). Bunun yanında çeşitli tuzak tiplerinin kışlama döneminde kapalı alanlara gelen kahverengi kokarcaya karşı uygun cezbedicilerle popülasyonun düşürülmesi için geliştirilmektedir (Aigner ve Kuhar, 2014).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda kahverengi kokarcaya karşı kimyasal mücadelede kısa vadeli ve kısıtlı şekilde kullanılabileceği, feromonların ise kahverengi kokarcanın mücadelesinde vazgeçilmez bir durum olduğu öne sürülmektedir. Ancak son zamanlarda yapılan araştırmalarda ve zararının çok önceleri bulaştığı ülkelerdeki durumlara bakıldığında zararının popülasyon kontrolü için biyolojik mücadelenin çok önemli olduğu görülmektedir. Son zamanlarda kahverengi kokarcanın en etkili parazitoiti *Trissolcus japonicus* olarak bildirilmektedir (Yang et al., 2009; Lee et al., 2013; Ogburn et al., 2016; Dieckhoff et al., 2017; Avila and Charles 2018; Caron et al., 2021). Adı geçen parazitoitin kahverengi kokarca ile beraber hareket etme ve çoğalma olasılığı düşük olduğu için klasik biyolojik mücadele kapsamında anavatanından getirilmesi ve çoğaltılıp salınması gerekmektedir. Bu ise halihazırda ABD, İtalya, İsviçre ve Türkiye’de yapılmaktadır (Giuseppino et al., 2020).

Kimyasal mücadele:

Kahverengi kokarca ile kimyasal mücadele genellik zararının dayanıklılık kazanması, tüm biyolojik aşamalarda çok hareketli olması ve çok fazla ürünle beslenmesi nedeniyle pek etkili olmamaktadır (Lee ve Leskey, 2015).

Meyve bahçelerinde böcekler ile kimyasal mücadele entegre mücadele programlarının önemli bir yönüdür (Sokmen et al., 2005; Bayhan ve Bayhan, 2023). Birçok laboratuvar çalışmasında kahverengi kokarca ile mücadelede kullanılabilecek böcek ilaçlarının etkisi değerlendirilmiştir. Kahverengi kokarcaya karşı piretroid grubu böcek ilaçlarından bifenthrin, beta-cyfluthrin, lambda-cyhalothrin, cyfluthrin ve fenprothrin kahverengi kokarca üzerinde en yüksek toksisiteyi göstermiştir. Bu insektisitleri neonicotinoidlerden dinotefuran ve thiamethoxam’ın izlediğini göstermiştir. Acetamiprid diğer neonicotinoidlerden daha az toksik etki göstermiştir. Organophosphate grubu ilaçlar test edilen diğer böcek öldürücülerden önemli ölçüde daha az toksik olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada test edilen böcek ilaçlarından en etkili olarak 3,6 kat oran ile bifenthrin belirlenmiştir. Ayrıca bu araştırmacılar çalışmada kullanılan böcek ilaçlarının çoğu ergin erkek ve dişilere benzer toksisite göstermiş ve çalışmada kullanılan böcek ilaçları erginlere nazaran nimflere karşı daha toksik etki göstermiştir. Ek olarak tarla denemelerinde kışlayan kahverengi kokarcanın erginleri yeni nesil erginlere nazaran tüm böcek ilaçlarına karşı daha hassas olarak belirlenmiştir (Kuhar et al., 2017).

Mooneyham et al. (2015) insanların yaşadığı alanlarda dokuz farklı ticari böcek ilacını değerlendirmiştir. Farklı zamanlarda içinde kahverengi kokarca bulunan bir kutunun içine yerleştirilen perdeye kimyasal uygulanmıştır. Uygulamanın ilk günlerinde kullanılan böcek ilaçları kahverengi kokarcanın ölümüne neden olmuştur. Fakat uygulamadan 10 gün sonra kullanılan böcek ilaçlarından lambda-cyhalothrin, lambda-cyhalothrin + thiamethoxam, beta-cyfluthrin yada beta-cyfluthrin + imidacloprid kahverengi kokarca üzerinde %80 etkili bulunmuştur.

Amerika Birleşik Devletlerinde şeftali bahçelerinde önemli zararlılardan biri olan kahverengi kokarcaya karşı gün-derece modeli ve gözle inceleme methodology zararının bahçedeki fenolojisi periyodik olarak takip edilerek sınır ilaçlaması yapılması sonucunda insektisit kullanımı %25-61 oranında azaltılmıştır (Blaauw et al., 2014).

ABD'nin orta Atlantik bölgesinde 2011 yılından itibaren, meyve ağaçları, sebzeler ve soya fasulyesi üzerinde böcek ilaçlarının sayısız saha etkinliği değerlendirilmiştir. Bu saha deneyleri sonucunda ilaçların kahverengi kokarca üzerine etkinliğinin; ekim sistemi, uygulama yöntemi, ilaçlama zamanı, ilaçlama sayısı, ilaçlamalar arasındaki aralıklarına bağlı olduğu kanısına varılmıştır (Kuhar et al., 2017).

Öncelikle kahverengi kokarcayı hedef alan seçici böcek öldürücüler meyve ağaçları, sebzeler ve tarla bitkilerinde zararlılar ile mücadelede, entegre mücadele yapmak daha sürdürülebilir bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu arada çekip öldürme ve sınır ilaçlamaları gibi daha hedefli böcek ilacı uygulamalarını kullanan stratejiler, bu zararlıların kontrolü için büyük umut vaat etmektedir.

Kahverengi kokarcanın ergin ve beşinci dönem nimfleri için bazı insektisitler test edilmiştir. Bu insektisitler içinde Fenprothrin kahverengi kokarca için en yüksek etkiyi göstermiştir. Bunun yanında 24 saatlik maruziyet süresince ikinci, üçüncü ve dördüncü nimf dönemlerine sırasıyla %83.3, %52.8 ve %19.4 oranında etki göstermiştir. Ayrıca fenprothrin, acetamiprid, cyfluthrin, azadirachtin ve dinotefuran birinci dönem nimfler için hafif derecede etki göstermiştir. Çalışmada kullanılan insektisitler maruz kalma süresine bağlı olarak test edilen üç parazitoid (*Anastatus japonicus* Ashmead (Hymenoptera: Eupelmidae), *Trissolcus japonicus* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae), *Trissolcus cultratus* Mayr (Hymenoptera: Scelionidae)) türüne karşı değişen düzeylerde toksisite göstermiştir. Azadirachtin, faydalı böceklerle karşı genel olarak daha düşük toksisite göstermiştir, bu da bu maddelerin kahverengi kokarcayı kontrol etmek için kullanılabileceğini ve aynı zamanda önemli faydalı türlere verilen zararı en aza indirebileceğini düşündürmektedir (Luo et al., 2025).

Organik tarımda kahverengi kokarca için kimyasal mücadele

Çoğu organik üretici, zararlı böcekler ile mücadelede büyük ölçüde kültürel ve biyolojik yöntemlere güvense de, doğal kaynaklı böcek öldürücüler de bazı durumlarda mahsulü zarardan kurtarmak için kurtarıcı bir rol oynamaktadır (Demirel ve Cranshaw, 2006; Bayhan ve Ceylan, 2024). Kahverengi kokarca ABD'nin orta Atlantik bölgesindeki organik üreticiler için ciddi mahsul kayıplarına neden olmuştur. Organik yetiştiriciler geleneksel yetiştiricilere nazaran böcek ilaçlarına kıyasla kahverengi kokarca üzerinde etkili olan daha az kimyasal seçeneğe sahiptir (Kamminga et al. 2009). Bergmann ve Raupp (2014) kullanıma hazır ev tipi böcek ilaçlarını değerlendirdiklerinde, spinosad, bitkisel yağlar, uçucu yağlar, yağ asitlerinin potasyum tuzları (böcek öldürücü sabun) ve kapsaisin uygulamalarıyla kahverengi kokarcanın erginlerini sadece minimum düzeyde ölüme neden olduğunu bildirmiştir. Morehead ve Kuhar (2017) laboratuvar koşullarında kahverengi kokarcanın nimfleri ve erginlerine karşı piretrinler, azadirachtin+piretrinler ve potasyum tuzlarını kullanmış ve yüksek ölüm oranı (70%) elde etmişlerdir. Ancak, fasulye daldırma biyoanalizlerinde, sadece piretrinler nimflerin ve erginlerde önemli ölçüde ölümüne neden olmuştur. Ne yazık ki, arazi denemelerinde; piretrinler, spinosad, azadirachtin, azadirachtin + piretrinler, potasyum tuzları, potasyum tuzları + spinosad, Burkholderia özü ve sabadilla dahil olmak üzere hiçbir organik böcek ilacı, iki mevsim boyunca tekrarlanan denemelerde biber veya domatese zarar veren kahverengi kokarcaya karşı önemli bir azalma sağlamamıştır (Morehead ve Kuhar, 2017). Bununla birlikte yukarıda bahsedilen organik böcek ilaçlarından bazıları çekip öldürme veya tuzak stratejileri için yararlı araçlar olabilir (Nielsen et al. 2016). Bu konuda daha fazla araştırma yapılmasını gerektirmektedir.

Biyoteknik Mücadele

Kahverengi kokarca için keşfedilen semiyokimyasallar zararlının mücadelesinde büyük fırsatlar sunmaktadır. Bu kimyasallar izleme, tespit etme, karar verme, çek-yok et ve tuzak bitkileri gibi mücadele stratejilerini içermektedir. Bu konuların her biri; çekici seçimi, doz, saflık, kontrollü salınım ve izlenecek odak agroekosistem veya hedef alanın içinde, çevresinde veya dışında dağıtımın ayrıntılı değerlendirmelerini içermektedir. Kahverengi kokarca ile ilişkili kimyasal sinyallere odaklanırken, diğer duyuşal girdilerin de, özellikle görsel ipuçlarının ve eş bulmayı sağlayan kısa menzilli titreşimsel sinyallerin de çok önemli olduğunu akılda tutmak gerekmektedir (Čokl ve Millar, 2009; Millar et al. 2010). Örneğin, Leskey et al. (2015c), Kahverengi kokarcanın ışık uyarılarına verdiği tepkiyi araştırmış ve incelemişlerdir, Polajnar et al. (2016), Kahverengi kokarca için tür içi titreşimsel

iletişimi karakterize etmişler ve Mazzoni et al. (2017), belirli bir Kahverengi kokarca titreşim sinyalinin türdeş erkekler için çekici ve dikkat çekici olduğunu bulmuştur.

Kahverengi kokarca ile ilişkili semiyokimyasalların keşfinde ve bunların ekolojisi ve davranışındaki işlevlerinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Kahverengi kokarcanın oluşturduğu tehdit, Kuzey Amerika ve Avrupa'daki istilalarla uygun şekilde başa çıkmak için feromon tabanlı araçlar ve yönetim stratejileri geliştirmeye araştırmacıları motive etmiştir. Bu istilalardan önce, en etkili tuzaklar, yemler ve optimum çekim için gereken toplanma feromonunun kimliği veya saflığı hakkında çok az şey bilinmekteydi. Artık güvenilir, ticari olarak temin edilebilen izleme tuzakları ve yemleri bulunmaktadır ve yere yerleştirilen büyük piramit tuzaklar ve şeffaf yapışkan kartlar dahil olmak üzere birçok farklı stil, büyüme mevsimi boyunca etkilidir (Cengiz et al., 2010). Bu tuzaklar, bazı ürünlerde mücadele kararlarını tetiklemek için eşiklerle birlikte kullanılabilir ve bu da sonuçta insektisit kullanımını azaltırken kahverengi kokarcanın ekonomik bir şekilde kontrolünü artırmaktadır. Çekme ve öldürme alanlarına feromon yerleştirilmesi, insektisit uygulamalarını daha da önemli ölçüde azaltabilir, ancak bu tekniğin yaygın olarak benimsenmesi için hala optimize edilmesi gerekmektedir. Feromon temelli mücadele yöntemleri, kahverengi kokarcanın en çok zarar verdiği ürünlerden biri olan elmada uygulanabilmektedir. Ancak süs bitkilerinde, zararının fidanlıklarda beslendiği bildirilmiş olsa da (Bergmann et al., 2016), ekonomik zarar genellikle düşük seviyede olduğu için feromon bazlı araçların kullanılması gerekli görülmemektedir. Bu nedenle feromon kullanımı, ekonomik zarar eşiği göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir (Demirel, 2016a,b).

Kahverengi kokarcanın kimyasal ekolojisi üzerine yapılacak araştırmalar için önemli gelecek yönleri şunlardır: a) doğal düşmanlarla olan tritrofik etkileşimlerde semiyokimyasalların rolünün değerlendirilmesi ve gelişmiş biyolojik kontrol için üçüncü trofik seviyeyi manipüle etme potansiyelleri, b) bitki uçucu maddelerinin kahverengi kokarcanın tarafından beslenme kararlarında oynadığı rolün açıklığa kavuşturulması ve yemlere dahil edilme olasılıkları, c) hem nimflerin hem de erginlerin kahverengi kokarcanın toplanma feromonuna çekilmesinin ve diğer türleri içeren çapraz çekimin altında yatan ekolojik-evrimsel temelin açıklığa kavuşturulması, d) semiyokimyasal ipuçlarının türün kışlama toplanma davranışında ve ilkbaharda ortaya çıkışında oynadığı rolün daha iyi anlaşılması, e) yaydıkları uçucu maddeleri kullanarak böceklerin tespiti ve yeri için yeni araçların geliştirilmesi; f) farklı duyuşal biçimlerin (özellikle koku alma, görme ve titreşimsel iletişim) böcek davranışında nasıl etkileşime girdiğine dair durum ve son olarak, g) moleküler düzeyde kahverengi kokarca tarafından koku alma ve koku sinyallerinin daha mekanik bir şekilde anlaşılmasıdır (Weber et al., 2017).

Halyomorpha halys'in, *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae)'nın toplanma feromonu olarak belirlenen "metil (2E,4E,6Z) decatrienoate" farklı tuzaklar ile kombine edilerek kahverengi kokarcaya karşı kullanılmış ve kahverengi kokarcayı cezbediği ortaya konulmuştur (Khrimian et al., 2008). ABD'de siyah piramit tuzakların modifiye edilmiş ticari versiyonu ile prototip tuzaklar cezbedici (metil (2E,4E,6Z) decatrienoate) eklenerek karşılaştırılmıştır. Bu tuzaklar 4 hafta saha koşullarında tutulmuştur. Tuzakların farklı zaman aralıklarında kontrol edildi ve tüm tuzaklarda yakalanan toplam böceklerin %92.3'ünün nimf, %73.4'ü ergin olmasına neden olmuştur. Çalışmada kullanılan Metil (2E,4E,6Z) decatrienoate salınım testlerinde ise 20°C ve 25°C sıcaklıklarda 3. günün sonunda miktarında belirgin bir azalma belirlenmiştir (Joseph et al., 2013). Pentatomidaeelerde etkili olan iki adet feromon [(3S,6S,7R,10S)-10,11-epoksi-1-bisabolen-3-ol ve (3R,6S,7R,10S)-10,11-epoksi-1-bisabolen-3-ol] kahverengi kokarcaya karşı denenmiştir. Yapılan çalışmaya göre her iki bileşiğin de erkek, dişi ve nimfleri cezbediği, bunların hem izleme hem de mücadelede kullanılabileceği ortaya konulmuştur (Khrimian et al., 2014). Kahverengi kokarcanın erkekler tarafından salgılanan ve toplanma feromonu olarak bilinen [(3S,6S,7R,10S)-10,11-epoxy-1-bisabolen-3-ol ve (3R,6S,7R,10S)-10,11-epoxy-1-bisabolen-3-ol] kimyasal bileşenler bu zararlının mücadelesinde metil (E,E,Z)-2,4,6 dekatrienoat (MDT) ile birleştirilerek test edilmiş ve sinerjist bir etki göstererek, tek başına kullanımına göre 1.9 – 3.2 kat daha fazla ergin ve 1.4 – 2.5 kat daha fazla nimf yakalandığı belirlenmiştir (Weber et al., 2014).

Kahverengi kokarca ile biyoteknik mücadelede feromonlardan iyi sonuç alınmaktadır. Fakat kahverengi kokarca arazi gözlemlerine ışık kaynaklarına doğru ilerlediği de görülmüştür. Bu nedenle cezbetme kapasitesi en yüksek ışığın dalga boyu ve yoğunluğunun araştırıldığı bir çalışmada, beyaz, siyah, mavi, yeşil, sarı veya kırmızı floresan ampullerle donatılmış tuzaklarla arazi denemeleri de yapılmıştır. Beyaz, mavi ve siyah (ultraviyole) ışık kaynaklarına kahverengi kokarcanın yöneldiği belirlenmiştir. Beyaz ışık kaynağının çekiciliği en yüksek olmasına rağmen, mavi ışık hedef olmayan böcekleri daha az yakaladığı için öne çıkmaktadır (Leskey et al., 2015c). Cezbedici olarak kullanılan Trécé marka feromonların siyah piramit şeklindeki tuzaklarda daha etkili olduğu ortaya konulmuştur. İzleme için yeterli kahverengi kokarca toplayan şeffaf ve sarı yapışkan tuzakların etkinliği aynı olmakla birlikte, sarı yapışkan tuzaklar daha fazla hedef dışı organizmaları yakalanmıştır. Tüm tuzaklarda ve dozlarda nimflerin yakalanma oranının erginlerden oldukça az olmuştur (Acebes-Doria et al., 2018). Kahverengi kokarca erginleri eş veya alternatif besin kaynağı aradığı için geceleri uçuş faaliyeti devam etmekte, bu nedenle siyah ışık tuzakları arazi veya bahçelerde izleme amacıyla etkili bir şekilde kullanılabilir. Uçuş aktivitesi yıl boyunca olmakla birlikte, siyah ışıkta en fazla uçuş aktivitesi 685 gün/derece’de olmaktadır. Yapılan çalışmada en fazla siyah, mavi ve beyaz ışık etkili bulunmuştur. Nimflerin ise ışık tuzaklarına fazla yakalanmadığı belirtilmiştir (Nielsen et al., 2013).

Biyolojik Mücadele

İstilacı bir böcek zararlısı için kapsamlı bir mücadele yöntemi geliştirirken, ilk adımlardan biri, böceğin giriş yaptığı bölgelerde zararlıya özgü predatörler ve parazitoidlerin popülasyonun düzeylerini belirlemektir. Bu çalışmalar, etkili yerli doğal düşmanların kullanılmasıyla klasik biyolojik mücadele yöntemi geliştirilmesine olanak sağlar (Cornell ve Hawkins, 1993; Bayram ve Kaçar, 2021).

Kahverengi kokarca popülasyonunu parazitoidler mi yoksa predatörler mi kontrol altına alacağının araştırılması gereklidir. Bu nedenle kahverengi kokarcanın doğal düşmanlarının listesi oluşturulmalıdır. Bu amaçla aşağıda kahverengi kokarcanın doğal düşman listesi oluşturulmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kuzey Amerika'da kokarca böcekleri üzerinde tespit edilen (**Koyu renk olanlar kahverengi kokarcanın üzerinde bulunanları temsil etmektedir**) parazitoidleri ve etkili olduğu biyolojik dönemleri (Ademokoya et al. 2022; Potr et al. 2017; Abram et al. 2017; Abram et al. 2015; Anonim, 2025 ve Caron 2021; Karademir et al., 2023).

Takım	Familiya	Tür	Etkili olduğu biyolojik dönem
Hymenoptera	Braconidae	<i>Aridelus rufotestaceus</i> Tobias	Nimf
		<i>Aridelus fisheri</i> (Viereck)	Nimf
	Encyrtidae	<i>Hexacladia hilaris</i> Burks	Nimf/Ergin
		<i>Hexacladia smithi</i> Ashmead	Nimf/Ergin
		<i>Ooencyrtus californicus</i> Girault	Yumurta
		<i>Ooencyrtus johnsoni</i> (Howard)	Yumurta
		<i>Ooencyrtus lucidus</i> Triapitsyn and Ganjisaffar	Yumurta
		<i>Ooencyrtus mirus</i> Triapitsyn & Power	Yumurta
		<i>Ooencyrtus nezarae</i> Ishii	Yumurta
		<i>Ooencyrtus</i> sp.	Yumurta
		<i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Howard)	Yumurta
	Eupelmidae	<i>Anastatus mirabilis</i> (Walsh and Riley)	Yumurta
		<i>Anastatus pearsalli</i> Ashmead	Yumurta
		<i>Anastatus redivii</i> (Walsh and Riley)	Yumurta
		<i>Anastatus</i> sp.	Yumurta
	Mymaridae	Tanımlanamayan tür	Yumurta
	Scelionidae	<i>Gryon obesum</i> Masner	Yumurta

Diptera	(Platygastridae)	<i>Gryon</i> sp.	Yumurta
		<i>Gryon aetherium</i> Talamas	Yumurta
		<i>Gryon myrmecophilum</i> Talamas	Yumurta
		<i>Idris elba</i> Talamas	Yumurta
		<i>Psix striaticeps</i> (Dodd)	Yumurta
		<i>Telenomus calvus</i> Johnson	Yumurta
		<i>Telenomus cristatus</i> Johnson	Yumurta
		<i>Telenomus persimilis</i> Ashmead	Yumurta
		<i>Telenomus podisi</i> (Ashmead)	Yumurta
		<i>Trissolcus basalis</i> (Wollaston)	Yumurta
		<i>Trissolcus brochymenae</i> (Ashmead)	Yumurta
		<i>Trissolcus cosmopeplae</i> (Gahan)	Yumurta
		<i>Trissolcus cristatus</i> Johnson	Yumurta
		<i>Trissolcus edessae</i> Fouts	Yumurta
		<i>Trissolcus erugatus</i> Johnson	Yumurta
		<i>Trissolcus euschisti</i> Ashmead	Yumurta
		<i>Trissolcus hullensis</i> (Harrington)	Yumurta
		<i>Trissolcus hyalinipennis</i> Rajmohana & Narendran	Yumurta
		<i>Trissolcus japonicus</i> (Ashmead)	Yumurta
		<i>Trissolcus occiduus</i> Johnson	Yumurta
		<i>Trissolcus solocis</i> Johnso	Yumurta
		<i>Trissolcus thyantae</i> Ashmead	Yumurta
		<i>Trissolcus utahensis</i> (Ashmead)	Yumurta
		<i>Trissolcus cultratus</i>	Yumurta
		<i>Trissolcus comperei</i>	Yumurta
		<i>Trissolcus mitsukurii</i>	Yumurta
		<i>Trissolcus plautiae</i>	Yumurta
		<i>Trissolcus semistriatus</i>	Yumurta
		Tanımlanamayan tür	Yumurta
	Sarcophagidae	<i>Sarcodexia innota</i> (Walker)	Ergin
		<i>Beskia aelops</i> (Walker)	Ergin
		<i>Cylindromyia armata</i> Aldrich	Ergin
		<i>Cylindromyia binotata</i> (Bigot)	Nimf/Ergin
		<i>Cylindromyia euchenor</i> (Walker)	Ergin
		<i>Cylindromyia fumipennis</i> (Bigot)	Nimf/Ergin
		<i>Cylindromyia</i> sp.	Nimf/Ergin
		<i>Euclytia flava</i> (Townsend)	Ergin
		<i>Euthera</i> sp.	Ergin
		<i>Euthera tentatrix</i> Loew	Nimf/Ergin
		<i>Gymnocyttia immaculate</i> (Macquart)	Ergin
		<i>Gymnocyttia occidentalis</i> Townsend	Ergin
		<i>Gymnocyttia occidua</i> (Walker)	Ergin
		<i>Gymnocyttia unicolor</i> (Brooks)	Ergin
		<i>Gymnosoma filiola</i> Loew	Ergin
		<i>Gymnosoma fuliginosum</i> (Robineau-Desvoidy)	Nimf/Ergin
		<i>Gymnosoma par</i> (Walker)	Ergin
		<i>Hemyda aurata</i> (Robineau-Desvoidy)	Ergin
		<i>Phasia chilensis</i> (Macquart)	Ergin
		<i>Phasia</i> sp.	Ergin
	Tachinidae	<i>Trichopoda lanipes</i> (F.)	Ergin
		<i>Trichopoda pennipes</i> F.	Nimf/Ergin
		<i>Trichopoda</i> sp.	Ergin
		<i>Bogosia</i> sp.	Ergin
		<i>Pentatomophaga latifascia</i>	Ergin
		Tanımlanamayan tür	Ergin

Kuzey Amerika'da kokarca böcekleri üzerinde tespit edilen (**Koyu renk olanlar kahverengi kokarcanın üzerinde bulunanları temsil etmektedir**) predatörleri ve etkili olduğu biyolojik dönemleri.

Takım	Familiya	Tür	Etkili olduğu biyolojik dönem
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i> (Beauvois) Tanımlanamayan tür	
Rodentia	Muridae	<i>Mus musculus</i> L.	Yumurta
Gastropoda			
	Agelenidae	Tanımlanamayan tür	Ergin
	Araneidae	Tanımlanamayan tür	Ergin
	Oxyopidae	<i>Oxyopes</i> sp. <i>Oxyopes salticus</i> (Hentz) <i>Peucetia viridans</i> (Hentz)	Nimf/Ergin Nimf/Ergin Nimf/Ergin
	Pholcidae	Tanımlanamayan tür	Ergin
	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha</i> sp. Tanımlanamayan tür	Nimf Yumurta
	Theridiidae	Tanımlanamayan tür	Ergin
Araneae	Thomisidae	<i>Misumenops</i> sp. <i>Mecaphesa asperata</i> (Hentz)	Nimf
	Trachelidae	<i>Trachelas</i> sp.	Yumurta
	Lycosidae	<i>Pardosa</i> sp.	Nimf
	Salticidae	<i>Phidippus audax</i> (Hentz) Tanımlanamayan tür	Nimf Yumurta
	Uloboridae	Tanımlanamayan tür Tanımlanamayan tür	Ergin
	Opiliones		
	Phalangidae	Tanımlanamayan tür	Nimf
	Isopoda		
	Armadillidiidae	<i>Armadillidium vulgare</i> (Latreille)	Yumurta
Blattodea	Blattidae	<i>Blatta orientalis</i> L.	Yumurta
	Anthicidae	<i>Anthicus cervinus</i> Laf. <i>Notoxus calcaratus</i> Horn <i>Notoxus monodon</i> (F.)	Nimf Nimf
	Cantharidae	Tanımlanamayan tür	Yumurta
	Carabidae	<i>Harpalus</i> spp. <i>Laemostenus complanatus</i> (Dejean) <i>Lebia analis</i> Dejean	Yumurta Yumurta Yumurta
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella californica</i> (Mannerheim) <i>Coccinella novemnotata</i> Herbst <i>Coccinella septempunctata</i> (L.) <i>Coleomegilla maculate</i> (DeGeer) <i>Cycloneda sanguinea</i> (L.) <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas) <i>Hippodamia convergens</i> Guerin <i>Scymnus</i> sp.	Nimf Nimf Nimf Nimf/Ergin Nimf/Ergin Nimf/Ergin Nimf
Collembola	Entomobryidae	Tanımlanamayan tür	Yumurta
Dermaptera	Forficulidae	<i>Euborellia annulipes</i> (H. Lucas) <i>Forficula auricularia</i> L. Tanımlanamayan tür	Yumurta Yumurta Yumurta
	Anthrocoridae	<i>Orius insidiosus</i> (Say) <i>Orius</i> sp	Yumurta Yumurta
Hemiptera	Geocoridae (Lygaeidae)	<i>Geocoris atricolor</i> Montandon <i>Geocoris pallens</i> Stål <i>Geocoris punctipes</i> (Say) <i>Geocoris uliginosus</i> (Say) Geocoris spp.	Nimf Yumurta/Nimf Yumurta/Nimf Yumurta Yumurta/Nimf
	Miridae	<i>Pseudatomoscelis seriatus</i> (Reuter)	Yumurta

		<i>Spanagonicus</i> sp.	Yumurta
	Nabidae	<i>Nabis americanoferus</i> Carayon	Nimf
		<i>Nabis roseipennis</i> Reuter	Yumurta/Nimf
		<i>Nabis</i> sp.	Nimf
		<i>Tropiconabis capsiformis</i> (Germar)	Nimf
	Pentatomidae	<i>Maculiventris</i> (Say)	Yumurta/Nimf
		<i>Podisus maculiventris</i> (Say 1832)	Nimf/Ergin
		<i>Arma chinensis</i>	
	Reduviidae	<i>Arilus cristatus</i> (L.)	Yumurta/Nimf/Ergin
		<i>Sinea diadema</i> (F.)	Nimf
		<i>Sinea</i> sp.	Nimf
		<i>Zelus renardii</i> Kolenat	Nimf
		<i>Zelus</i> sp.	
		<i>Isyndus obscurus</i>	Ergin
		Tanımlanamayan tür	Yumurta/Nimf
		<i>Monomorium ergatogyna</i> Wheeler	Yumurta
	Formicidae	<i>Solenopsis invicta</i> Buren	Yumurta
		<i>Solenopsis xyloni</i> McCook	Yumurta
		<i>Crematogaster matsumurai</i>	Nimf
		<i>C. osakensis</i>	Nimf
		Tanımlanamayan tür	Yumurta
	Crabronidae	<i>Astata bicolor</i> Say	Nimf
		<i>Astata unicolor</i> (Say)	Nimf/Ergin
		<i>Astata</i> sp.	Yumurta
Mantodea	Mantidae	<i>Tenodera sinensis</i> (Saussure)	Nimf/Ergin
		<i>Chrysopa</i> spp.	Yumurta
	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens)	Yumurta/Nimf
		<i>Chrysoperla rufilabris</i> (Burmeister)	Yumurta
		Tanımlanamayan tür	Yumurta/Nimf
	Acrididae	<i>Schistocerca obscura</i> (F.)	
		<i>Schistocerca</i> sp.	
		Nimf	
		Tanımlanamayan tür	Yumurta
	Gryllidae	<i>Oecanthus</i> spp	Yumurta
		<i>Atlanticus testaceus</i> Scudder	Yumurta
		<i>Conocephalus fasciatus</i> (De Geer)	Yumurta
		<i>Conocephalus strictus</i> (Scudder)	Yumurta
		<i>Neoconocephalus ensiger</i> (Harris)	Yumurta
		<i>Neoconocephalus robustus</i> (Scudder)	Yumurta
		<i>Neoconocephalus</i> spp.	Yumurta
		<i>Orchelimum nigripes</i> Scudder	Yumurta
		<i>Orchelimum</i> spp.	Yumurta
		<i>Orchelimum vulgare</i> (Harris)	Yumurta
		Tanımlanamayan tür	Yumurta
Diptera	Asilidae	<i>Astochia virgatipes</i>	

Kuzey Amerika'da kokarca böcekleri üzerinde tespit edilen (**Koyu renk olanlar kahverengi kokarcanın üzerinde bulunanları temsil etmektedir**) patojenleri ve etkili olduğu biyolojik dönemleri.

Takım	Familiya	Tür	Etkili olduğu biyolojik dönem
Microsporidia	Nosematidae	<i>Nosema maddoxi</i> Becnel, Solter, Hajek, Huang, Sanscrainte, & Estep	Nimf/Ergin
	Cordycipitaceae	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.-Criv) Vuill.	Nimf/Ergin
Hypocreales	Ophiocordycipitaceae	<i>Ophiocordyceps nutans</i>	Nimf/Ergin
		Tanımlanamayan tür	Nimf/Ergin
Trypanosomatida	Trypanosomatidae	<i>Blastocrithidia</i> spp.	
Pseudonocardiales	Pseudonocardiaceae	<i>Saccharopolyspora spinosa</i>	Nimf/Ergin
Nematoda	Mermithidae	<i>Hexamermis</i> sp	Nimf/Ergin

	<i>Agamermis sp.</i>	Nimf/Ergin
Virus	<i>Plautia stali intestine virus</i>	

Kahverengi kokarcaya karşı 26 ± 2 C° sıcaklık, 60 ± 2 orantılı nem ve 1×10^9 dozunda 7. günün sonunda *Verticillium lecani*'nin %72.2 ile en etkili entomopatojen olduğu tespit edilmiştir. *Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana* ise sırasıyla %55.6 ve %38.9'luk düşük bir etkinlik gösterdiği, bitkisel insektisit olan Azadirachtin'in ise 5 ml dozunda %94.4 etki göstermiştir (Aşkın et al., 2022).

Palomena prasina'da etkinliği bulunan toplam 7 adet *Beauveria bassiana* ve *B. pseudobassiana* izolatının %72-90 arasında *H. halys* üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Özdemir et al., 2022).

Klasik biyolojik mücadele, kahverengi kokarcanın popülasyonlarını azaltmak için en etkili yaklaşım olarak öngörülmektedir. Yumurta parazitoidi *Trissolcus japonicus*, en önemli biyolojik mücadele ajanı adaydır. *Trissolcus japonicus*'un geçici popülasyonları halihazırda Kuzey Amerika ve Avrupa'da sınırlı dağılımlarda mevcuttur. *Trissolcus mitsukurii*, kahverengi kokarcaya saldıran ikinci bir Asya türüdür ve Kuzey İtalya'da bulunmuştur. Zararlıının kontrolüne yardımcı olacak salım programları için bu biyolojik mücadele ajanlarının verimli laboratuvar yetiştirme prosedürlerine ihtiyaç vardır (Sabbatini-Peverieri et al., 2020).

İstilacı kokarca böceklerinin biyolojik mücadelesi üzerine araştırmalar bir asırdan fazla zamandır sürmektedir. İstilacı kokarca böceklerinin kontrolü, özellikle de tüm bölgeleri istila etmişlerse ve salgın yapmışsa oldukça zor olmaktadır. Yeni bir zararlı bir ülkeye girdikten sonra genellikle hızla yayılmaktadır. Kısa vadeli mücadele yöntemleri belirlemek ve klasik bir biyolojik mücadele programı başlatana kadar genellikle mücadelesinde geç kalınmaktadır. Önleyici biyolojik mücadele, bir zararlıının gelişine önceden hazırlanarak araştırma ve uygulamada gecikmeleri azaltmak için uygun durumlarda yenilikçi bir stratejidir. Bir zararlı yeni bir bölgeye yerleştiğinde, klasik biyolojik mücadele, daha geniş alanlardaki popülasyon yoğunluğunu azaltmanın ve böylece mahsullere göçü önlemenin etkili bir yolu olabilmektedir. Kokarca böceklerinin en yaygın doğal düşmanları dünya genelinde yumurta parazitoitleridir; bu nedenle araştırmalar genellikle bu parazitoit türleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bununla birlikte, ergin bireylere saldıran parazitoitler de bilimsel açıdan ilgi çekicidir, ancak şimdiye kadar yalnızca birkaç istilacı kokarca türü için tanımlanmıştır.

Klasik biyolojik mücadele ardından koruma yöntemlerinin bir araya getirilmesi ve çeşitli evreleri hedef alan diğer sürdürülebilir mücadele yöntemleriyle bütünleştirilmesi, kokarcaların kontrol etkinliğinin iyileştirilmesi için ilginç yöntemler geliştirilmiştir. Uygun nektar üreten çiçekli bitkilerin sağlanması yoluyla koruma amaçlı biyolojik mücadele, hem erginlere saldıran parazitoitleri hem de yumurta parazitoitlerini çekebilir ve etkinliğini artırabilir. Bitkilere semiyokimyasalların uygulanması veya uyarıcıların uygulanmasıyla bitkilerde bunların uyarılması, erginlere veya yumurtalara saldıran parazitoit türlerinin toplanmasını da kolaylaştırabilir; ancak bu uygulamalarla parazitizmin iyileştirilmesi henüz kanıtlanmamıştır. Davranışsal manipülasyon ve habitat manipülasyonunu birleştiren çekme ve ödüllendirme stratejisi, parazitoit etkinliğini daha da artırabilir. Semiokimyasallar, tuzak bitkileri veya itme-çekme stratejileri kullanılarak yalnızca doğal düşmanları değil aynı zamanda kokarca böceği davranışlarını da manipüle etmek için kullanılabilir. Dahası, gelecekteki taktikler, kokarca böceğinin cinsel iletişimini bozmak için titreşimli ipuçlarından yararlanabilir veya doğrudan bitki direncini artırabilir (Conti et al. 2021).

Kahverengi kokarcanın biyolojik mücadelesinde önemli bir parazitoit olan *Trissolcus japonicus*, alanların %62.3'ünde yeniden yakalandı ve yıllar içinde yeniden yakalama oranları arttı (ilk yıldaki %30'dan dördüncü yılda %65.4'e). Genel yumurta parazitlenme oranı %18.3'ten %50.6'ya yükseldi, *T. japonicus* önemli ölçüde katkıda bulundu (2020'deki %7.9'dan 2023'teki %41.3'e). Çıkmış yumurta oranı %61.6'dan %29.0'a düştü. Keşif verimliliği %9.9'dan %54.4'e, etki ise %7.9'dan %39.0'a yükseldi. Meyve hasarı izleme çalışmaları, başarılı salım alanlarının 2.5 km yarıçapındaki meyve bahçelerinde genel olarak bir azalma eğilimi olduğunu göstermiştir (Ioriatti et al., 2025).

Trissolcus japonicus (Samuray arısı) pis kokulu böceklerin ve özellikle de Kahverengi kokarcanın başlıca doğal düşmanıdır.

***Trissolcus japonicus*'un önemli özellikleri:**

- Oligofagus (yakın türlerde beslenen) bir endoparazitoidtir.
- Etkinliği büyük oranda kahverengi kokarca üzerinedir.
- Bir dişi ortalama 42.2 adet yumurta bırakır.
- %85 dişi, %15 erkek cinsiyet oranı vardır.
- 2-3 haftada bir generasyon verir.
- Dişilerin ömrü uzundur (yaz boyu 2-3 ay).

Avrupa'da ve Asya'da Pentatomidae familyasına karşı etkili olan parazitoidler kahverengi kokarcaya karşı denemiştir. Çalışmada kullanılan parazitoidlerden *Trissolcus japonicus* kahverengi kokarcaya karşı %94.1 oranında etki göstererek (Çizelge 3) en etkili parazitoid olmuştur (Haye, 2015).

Çizelge 3. Kahverengi kokarcanın yumurtalarının farklı parazitoidler tarafından parazitlenme oranları

Parazitoid	Menşei	Parazitlenme oranı
<i>Trissolcus semistriatus</i>	İsviçre	0
<i>Trissolcus scutellaris</i>	İsviçre	46.5
<i>Telenomus kloropus</i>	İsviçre	43.2
<i>Anastatus bifasiatus</i>	İsviçre	34.1
<i>Trissolcus japonicus</i>	Çin	94.1

Kış mücadelesi

Toksik Olmayan Yöntemler

- Kokarcaların evlere ve diğer binalara girmesini engellemek. Ahşap kaplamalı eski evlerde, dış kısımdaki çatlaklar ve açıklıklar kapatılarak kahverengi kokarcanın girişleri azaltılabilir. Yapılardaki doğal açıklıklar sinek teli, macun, köpük vb. maddeler ile kapatılmalıdır. Böylece böcekler duvarlarda ve yaşam alanının dışında kalmasını sağlanacaktır.
- Kokarca doğası gereği ışığa yönelmektedir. Geceleri genellikle büyük gruplar halinde ışık olan alanlara uçarlar; bu nedenle kapalı alanlarda gereksiz ışıkların kapatılması gerekmektedir.
- İç mekanda toplanan kokarcaları elektrikli süpürgeyle çekmek.

Kış mücadelesi için kimyasal mücadele;

- Yapıların dışına ve potansiyel giriş noktalarının etrafına kimyasal uygulanması, kokarcaların evlere girmesini geçici olarak engelleyebilse de, kimyasal ilaçlar genellikle birkaç gün içinde hızla etkisini kaybetmektedir.

- Yapıların kapatılması çok daha etkili ve çevre dostu bir stratejidir. İç mekan kimyasalları genellikle etkisiz oldukları için önerilmemektedir.

KAYNAKLAR

- Abram, P. K., Hoelmer, K. A., Acebes-Doria, A., Andrews, H., Beers, E. H., Bergh, J. C., & Wiman Wiman, N. G. (2017). Indigenous arthropod natural enemies of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe. *Journal of Pest Science*, 90(4), 1009-1020.
- Abram, P. K., Doyon, J., Brodeur, J., Gariépy, T. D., & Boivin, G. (2015). Susceptibility of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) eggs to different life stages of three generalist predators. *The Canadian Entomologist*, 147(2), 222-226.
- Acebes-Doria, A. L., Leskey, T. C., & Bergh, J. C. (2016a). Host plant effects on *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) nymphal development and survivorship. *Environmental Entomology*, 45(3), 663-670.
- Ademokoya, B., Athey, K., & Ruberson, J. (2022). Natural enemies and biological control of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera) in North America. *Insects*, 13(10), 932.
- Aigner, B.L., Kuhar, T.P., Herbert, D.A., Brewster, C. C., Hogue, J.W., & Aigner, J. D. (2017). Brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) infestations in tree borders and subsequent patterns of abundance in soybean fields. *Journal of Economic Entomology*, 110(2), 487-490.c
- Ak, K., Uluca, M., & Tunçer, C. (2023). Distribution and population density of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855)(Hemiptera: Pentatomidae) in Black Sea Region of Türkiye. *Turkish Journal of Zoology*, 47(2), 120-129.
- Ak, K., Uluca, M., Aydın, Ö., & Gokturk, T. (2019). Important invasive species and its pest status in Turkey: *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126(5), 401-408.
- Anonim, (2025a). Ministry for Primary Industries “Risk analysis of *Halyomorpha halys* (brown marmorated stink bug) on all pathways”. <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/2909/loggedIn>. Son erişim tarihi: 01 kasım 2025.
- Anonim, (2025b). Ministry for Primary Industries “Pest risk assessment: *Halyomorpha halys* (Brown marmorated stink bug)”. <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/38075/direct>. Son erişim tarihi: 01 kasım 2025.
- Anonim, (2025c). <https://www.stopbmsb.org/biological-control/who-are-the-native-natural-enemies-of-bmsb/> Son erişim tarihi: 01 kasım 2025.
- Anonim (2025d). Australian Government Department of Agriculture and Water Resources. “Draft pest risk analysis for brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*)”. <http://www.agriculture.gov.au/biosecurity/risk-analysis/plant/brown-marmorated-stink-bug>. (Erişim tarihi: 01 Kasım 2025)
- Anonim, (2025e). CSO Italy Centro Servizi Ortofrutticoli, <https://www.csoservizi.com/> (Erişim tarihi: 01 Kasım 2025).
- Arnold, K. (2009). *Halyomorpha halys* (Stål, 1855). a stink bug species newly detected among the European fauna (Insecta: Heteroptera. Pentatomidae. Pentatominae. Cappaeini). *Mitteilungen Thuringer Entomol.* 16. 19.
- Aşkın, A. K., Yiğit, Ş., Saruhan, İ., & Akça, İ. (2022). Biyolojik preparatların *Halyomorpha halys* (Stål, 1885)(Hemiptera: Pentatomidae)’a karşı etkinliğinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(1), 100-104.
- Aşkın, A. K., Akça, İ. (2023). “A New Invasive Polyphagous Pest, Brown Marmorated Stink Bug [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]:Biology And Control Methods”.

- Alisherovich, D. B. (Eds.). in: Materials Of The International Scientific And Practical Conference: Phytosanitary Safety: Threats And Solutions Congress Book (s. 22-25). Almaty.
- Acebes-Doria, A. L., Morrison III, W. R., Short, B. D., Rice, K. B., Bush, H. G., Kuhar, T. P., Leskey, T.C. (2018). Monitoring and biosurveillance tools for the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae). *Insects*. 9(3). 82.
- Aigner, J. D., & Kuhar, T. P. (2014). Using citizen scientists to evaluate light traps for catching brown marmorated stink bugs in homes in Virginia. *Journal of extension*. 52(4). 1-9.
- Ateş, S., & Kaçar, G. (2021). Sakarya İli Fındık Bahçelerinde Fındık Yeşil Kokarcası (*Palomena prasina* L.) ve Fındık Kurdu (*Curculio nucum* L.)’nun Popülasyon Gelişimleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(2), 362-371.
- Avila, G.A., & Charles, J. G. (2018). Modelling the potential geographic distribution of *Trissolcus japonicus*: a biological control agent of the brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys*. *BioControl*. 63(4). 505-518.
- Bariselli, M., Bugiani, R., & Maistrello, L. (2016). Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. *Eppo Bulletin*. 46(2). 332-334.
- Bayhan, E. & Ölmez Bayhan S. (2023). "New Approaches İn Chemical Pest Control Against Insects" New Horizons İn Agriculture- Part 1. Editör: Hakan Çetinkaya İsmail Gül Dilek Şentürk Demirel İsmail Gül Yusuf Kenan Haspolat, Yayın Yeri: Orient Yayınları, Basım Sayısı:1, Sayfa Sayısı:165, İsnb:978-625-6598-48-5, Bölüm Sayfaları:155 -161.
- Bayhan E., Ceylan A. (2024). "Pesticides İn Agricultural Products And Heath Effect" Food Safety, Editör: Arıcan Yağmur Emre, Osmanoglu Emir Hasan, Yayın Yeri: Nobel, Basım Sayısı:1, Sayfa Sayısı:340, İsnb:2024-01-16.
- Bayram M. S., Kaçar G., (2021). Bitki Korumada Son Gelişmeler Kitabı, Amerikan Beyaz Kelebeği *Hyphantria Cunea* (Drury) (Lepidoptera: Erebidae)’nın Yönetiminde: Biyolojik Mücadelesi ve Yeni Teknikler) (2021)., Bayram Mustafa Said, Kaçar Gülay, Paradigma Akademi Yayınları, Editör: Gülay Kaçar, Bitki Korumada Son Gelişmeler Kitabı, 2021, Sayısı:1, Sayfa Sayısı 179, İsnb:978-625-8009-68-2, Türkçe(Bilimsel Kitap), (Yayın No: 7357009)
- Bergmann, E. J., Venugopal, P. D., Martinson, H. M., Raupp, M. J., & Shrewsbury, P. M. (2016). Host plant use by the invasive *Halyomorpha halys* (Stål) on woody ornamental trees and shrubs. *PloS one*. 11 (2). e0149975.
- Blaauw. B. R.. Polk. D., Nielsen. A. L. (2014). IPM-CPR for peaches: incorporating behaviorally-based methods to manage *Halyomorpha halys* and key pests in peach. *Pest management science*. 71(11). 1513-1522.
- Bosco, L., Moraglio, S.T., Tavella, L. (2018). *Halyomorpha halys*. a serious threat for hazelnut in newly invaded areas. *Journal of pest science*, 91(2), 661-670..
- Bury. J. (2021). Pierwsze stwierdzenie *Halyomorpha halys* (Stål. 1855)(Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) w Beskidzie Wschodnim. *Heteroptera Poloniae–Acta Faunistica*. 15. 11-14.
- Bush. H. G. (2018). Using Pheromone Lures. Insecticide Netting. and a Novel Food-Grade Repellent to Develop BMSB IPM Strategies (Doctoral dissertation. Virginia Tech).
- CABI (Centre for Agriculture and Biosciences International). 2018a. "Halyomorpha halys (brown marmorated stink bug)". <https://www.cabi.org/isc/datasheet/27377>. (Erişim tarihi: 12.10.2018).
- Callot. H., Brua. C. (2013). *Halyomorpha halys* (Stål. 1855). la Punaise diabolique. nouvelle espèce pour la faune de France (Heteroptera Pentatomidae). *L'Entomologiste*. 69(2). 69-71.
- Caron, V., Yonow, T., Paull, C., Talamas, E. J., Avila, G. A., & Hoelmer, K. A. (2021). Preempting the arrival of the brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys*: biological control options for Australia. *Insects*. 12(7), 581.

- Cengiz, F.C., Demirel, N.,Sagiroglu, E.I.,Toshova, T., & Subchev, M. (2010). Employing Pheromone Traps to Establish the Distribution and Seasonal Activity of *Theresimima Ampellophaga* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3), 217-222.
- Conti, E., Gonzalo, A., Barbara, B., Fernanda, C., Stefano, C., Salvatore, G., Kim, H. (2021) "Biological control of invasive stink bugs: Review of global state and future prospects." *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 169,1, 28-51.
- Cornell, H.V., Hawkins, B.A. (1993) Accumulation of native parasitoid species on introduced herbivores: a comparison of hosts as natives and hosts as invaders. *Am Nat* , 141, 847–865
- Costi. E.. Haye. T.. & Maistrello. L. (2017). Biological parameters of the invasive brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys*. in southern Europe. *Journal of Pest Science*. 90(4). 1059-1067.
- Çerçi. B. (2021). First record of *Halyomorpha halys* (Stål. 1855) (Pentatomidae: Heteroptera) in Aegean Region of Turkey. *Acta Biologica Turcica*. 34(1). 35-37.
- Čokl, A. A., & Millar, J. G. (2009). Manipulation of insect signaling for monitoring and control of pest insects. In *Biorational control of arthropod pests: application and resistance management* (pp. 279-316). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Demir, M. (2024). The impact and control of Brown marmorated stink bugs on Turkish hazelnut production. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 28(1), 39-48.
- Demirel, N. (2016). A study on occurrence and population trends of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller *Lepidoptera Pyralidae* in pomegranate orchards by using pheromone traps. *Entomology and Applied Science Letters*, 3(1), 26-31.
- Dieckhoff, C., Tatman, K. M., Hoelmer, K. A. (2017). Natural biological control of *Halyomorpha halys* by native egg parasitoids: a multi-year survey in northern Delaware. *Journal of Pest Science*, 90(4), 1143-1158.
- Dioli, P., Leo, P., & Maistrello, L. (2016). First records in Spain and Sardinia of the alien species *Halyomorpha halys* (Stål. 1855). with notes on its distribution in Europe (Hemiptera. Pentatomidae). *Rev gaditana de Entomología*, 7. 539-548.
- Dumbadze. G.. Gokturk. T.. Jgenti. L.. & Chelidze. N. (2019). Distribution of Brown Marmorated Stink Bug (*Halyomorpha halys*). Bioecological Features and Control Mechanisms in Batumi (Georgia). 4th International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences
- EPPO, (2024). European and Mediterranean Plant Protection Organization. Erişim: 2 Ocak 2024. <https://gd.eppo.int/taxon/HALYHA/distribution>
- Esenbekova. P. A. (2017). First record of *Halyomorpha halys* (Stål. 1855)(Heteroptera. Pentatomidae) from Kazakhstan. *Eurasian Entomol. J.* 16(1). 23-24.
- Faúndez. E. I.. & Rider. D. A. (2017). The brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål. 1855)(Heteroptera: Pentatomidae) in Chile. *Archivos Entomológicos*. (17). 305-307.
- Fogain. R.. & Graff. S. (2011). First records of the invasive pest. *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Ontario and Quebec *Journal of the Entomological Soc. of Ontario*.142.45-48.
- Gapon. D. A. (2016). First records of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål. 1855)(Heteroptera. Pentatomidae) in Russia. Abkhazia. and Georgia. *Entomological Review*. 96(8). 1086-1088.
- Giuseppino. S. P.. Paolo. B. P.. Roberta. N.. Leonardo. M.. & Federico. R. P. (2018). Efficacy of long lasting insecticide nets in killing *Halyomorpha halys* in pear orchards. *Outlooks on Pest Management*. 29(2). 70-74.
- Günçan. A.. & Gümüş. E. (2019). Brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys* (Stål. 1855)(Hemiptera: Heteroptera. Pentatomidae). a new and important pest in Turkey. *Entomological News*. 128(2). 204-210.

- Gyeltzen, J., Bernon, G., Hodges, A. (2018). Brown Marmorated Stink Bug. *Halyomorpha halys* Stål (Insecta: Hemiptera: Pentatomidae). (Report No. EENY346). University of Florida Ifas Extension. Erişim: 16 Kasım 2018. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN62300.pdf>.
- Hamilton, G. C., Ahn, J. J., Bu, W., Leskey, T. C., Nielsen, A. L., Park, Y. L., Rabitsch, W., Hoelmer, K. A. (2018). “*Halyomorpha halys* (Stål)”. McPherson, J. E. (ed.). in: Invasive Stink Bugs and Related Species (Pentatomoidea) (s. 243-293). Boca Raton. Florida. ABD
- Harris, A. (2010). *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) and *Protaetia brevitarsis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae) intercepted in Dunedin. The Wētā. 40. 42-44.
- Haye, T., Weber, D. C. (2017). Special issue on the brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys*: an emerging pest of global concern. *Journal of Pest Science*, 90, 987–988
- Haye, T., Fischer, S., Zhang, J., & Garipey, T. (2015). Can native egg parasitoids adopt the invasive brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in Europe?. *Journal of pest science*, 88(4), 693-705.
- Haye, T., Garipey, T., Hoelmer, K., Rossi, J. P., Streito, J. C., Tassus, X., & Desneux, N. (2015a). Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug. *Halyomorpha halys*: an increasing threat to field. fruit and vegetable crops worldwide. *Journal of Pest Science*, 88(4), 665-673.
- Haye, T., Abdallah, S., Garipey, T., Wyniger, D. (2014a). Phenology. life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys* in Europe. *Journal of Pest Science*, 87(3), 407-418.
- Haye, T., Wyniger, D., & Garipey, T. (2014b). Recent range expansion of brown marmorated stink bug in Europe. In Proceedings of the 8th International Conference on Urban Pests. 20-23 July 2014. Zurich. Switzerland (pp. 309-314). Executive Committee of the International Conference on Urban Pests.
- Heckmann, R.A.L.F. (2012). Erster nachweis von *Halyomorpha halys* (stål. 1855)(Heteroptera: Pentatomidae) für deutschland. *Heteropteron*, 36, 17-18.
- Hedstrom, C. S., Shearer, P.W., Miller, J.C., & Walton, V. M. (2014). The effects of kernel feeding by *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on commercial hazelnuts. *Journal of Economic Entomology*, 107(5), 1858-1865.
- Hemala, V., & Kment, P. (2017). First record of *Halyomorpha halys* and mass occurrence of *Nezara viridula* in Slovakia (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). *Plant Protection Science*, 53(4), 247-253.
- Hoebeke, E.R., Carter, M.E. (2003). *Halyomorpha halys* (Stål)(Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 105(1), 225-237.
- Inkley, D.B. (2012). Characteristics of home invasion by the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of entomological science*, 47(2), 125-130.
- Ioriatti, Claudio, Valerio Mazzoni, Pietro Franceschi, Serena G. Chiesa, Gino Angeli, Matteo De Concini, Claudio Panizza, Fabrizio Martini, Livia Zapponi, and Gianfranco Anfora. "Classical biological control of the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*) in apple orchard: a success story." *Pest Management Science* (2025).
- Joseph, S. V., Bergh, J. C., Wright, S. E., & Leskey, T. C. (2013). Factors affecting captures of brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in baited pyramid traps. *Journal of Entomological Science*, 48(1), 43-51.
- Kaçar, G., Yüzkan, H. (2024). Tarım Alanlarında Zararlı Türler ve Çözüm Önerileri Kitabı, Bölümü: Fındık Bahçelerinde Zararlı Akar Türleri ve Mücadele Yöntemleri. Paradigma Akademik Yayınları, Editör: Gülay Kaçar, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı: 495, ISBN: 978-625-5548-03-0, Matbaa: Meydan / 99 Baskı Sertifika No: 76711

- Kalkan, Ç., Satar, S. (2023). Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi İçin Yeni Bir İstilacı Tür: *Halyomorpha halys* (Stål)(Hemiptera: Pentatomidae). *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Derg.* 38(2), 381-392.
- Kamminga, K., Herbert, D.A., Toews, M.D., Malone, S., & Kuhar, T. (2014). *Halyomorpha halys* (Hemiptera:Pentatomidae) feeding injury on cotton bolls. *Journal of Cotton Science*, 18(1), 68-74.
- Karademir, C.D., Aşkın, A.K., Akça, İ. (2023). "Determination of the effectiveness of spinosad against Brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*, Stål 1885) (Hemiptera: Pentatomidae) in laboratory conditions". Campilho, R.D.S.G.- Thamizhmaran, K.- Moreira, R.D.F. (Eds.). in: 4 th International Artemis Congress On Life, Engineering and Applied Sciences Proceedings Book (s. 81-88). İzmir: Bzt Academy Publishing House.
- Kevin B. Rice, Chris J. Bergh, Erik J. Bergmann, Dave J. Biddinger, Christine Dieckhoff, Galen Dively, Hannah Fraser, Tara Garipey, George Hamilton, Tim Haye, Ames Herbert, Kim Hoelmer, Cerruti R. Hooks, Ashley Jones, Greg Krawczyk, Thomas Kuhar, Holly Martinson, William Mitchell, Anne L. Nielsen, Doug G. Pfeiffer, Michael J. Raupp, Cesar Rodriguez-Saona, Peter Shearer, Paula Shrewsbury, P. Dilip Venugopal, Joanne Whalen, Nik G. Wiman, Tracy C. Leskey, John F. Tooker, Biology, Ecology, and Management of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae), *Journal of Integrated Pest Management*, Volume 5, Issue 3, 1 September 2014, Pages A1–A13,
- Khrimian. A., Shearer. P. W., Zhang. A., Hamilton. G. C., Aldrich. J. R. (2008). Field trapping of the invasive brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys*. with geometric isomers of methyl 2. 4. 6-decatrienoate. *Journal of agricultural and food chemistry*. 56(1). 197-203.
- Khrimian. A., Zhang. A., Weber. D. C., Ho. H. Y., Aldrich. J. R., Vermillion. K. E., Leskey. T. C. (2014). Discovery of the aggregation pheromone of the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*) through the creation of stereoisomeric libraries of 1-bisabolen-3-ols. *Journal of natural products*. 77(7). 1708-1717.
- Kiritani. K. (2006). Predicting impacts of global warming on population dynamics and distribution of arthropods in Japan. *Population Ecology*. 48(1). 5-12.
- Kistner. E. J. (2017). Climate change impacts on the potential distribution and abundance of the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) with special reference to North America and Europe. *Environmental entomology*. 46(6). 1212-1224.
- Kment. P., Březíková. M., (2018). First record of the invasive Brown Marmorated Stink Bug (*Halyomorpha halys*) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in the Czech Republic. *Klapalekiana*. 54. 221–232.
- Kuhar, T. P., & Kamminga, K. (2017). Review of the chemical control research on *Halyomorpha halys* in the USA. *Journal of pest science*, 90(4), 1021-1031.
- Lee, D. H. (2015). Current status of research progress on the biology and management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) as an invasive species. *Applied Entomology and Zoology*, 50(3), 277-290.
- Lee. D. H.. Short. B. D.. Joseph. S. V.. Bergh. J. C.. Leskey. T. C. (2013). Review of the biology. ecology. and management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in China. Japan. and the Republic of Korea. *Environmental entomology*. 42(4). 627-641.
- Lee. D. H.. Park. C. G.. Seo. B. Y.. Boiteau. G.. Vincent. C.. Leskey. T. C. (2014a). Detectability of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) by portable harmonic radar in agricultural landscapes. *Florida Entomologist*. 97(3). 1131-1138.
- Lee. D. H., Cullum. J. P., Anderson. J. L., Daugherty. J. L., Beckett. L. M, Leskey. T. C. (2014b). Characterization of overwintering sites of the invasive brown marmorated stink bug in natural landscapes using human surveyors and detector canines. *PLoS One*. 9(4). e91575.

- Lee, D. H., Leskey, T. C. (2015). Flight behavior of foraging and overwintering brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Bulletin of Entomological Research*. 105(5). 566-573.
- Leskey, T. C., Nielsen, A. L. (2018). Impact of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe: history, biology, ecology, and management. *Annual Review of Entomology*. 63. 599-618.
- Leskey, T. C., Hamilton, G. C., Nielsen, A. L., Polk, D. F., Rodriguez-Saona, C., Bergh, J. C., Hooks, C. R. (2012b). Pest status of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* in the USA. *Outlooks on Pest Management*. 23(5). 218-226.
- Leskey, T. C., Khirimian, A., Weber, D. C., Aldrich, J. C., Short, B. D., Lee, D. H., Morrison, W. R. (2015a). Behavioral responses of the invasive *Halyomorpha halys* (Stål) to traps baited with stereoisomeric mixtures of 10, 11-epoxy-1-bisabolen-3-ol. *Journal of Chemical Ecology*. 41(4). 418-429.
- Leskey, T. C., Lee, D. H., Glenn, D. M., Morrison, W. R. (2015c). Behavioral responses of the invasive *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) to light-based stimuli in the laboratory and field. *Journal of Insect Behavior*. 28(6). 674-692.
- Leskey, T. C., Short, B. D., Butler, B. R., Wright, S. E. (2012a). Impact of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in mid-Atlantic tree fruit orchards in the United States: case studies of commercial management. *Psyche*. 2012.
- Luo, Z. Y., Gao, L. P., Li, W. J., Chen, J. H., Ali, M. Y., Zhang, F., Zhang, J. P. (2025). Assessing the lethal effects of pesticide residue exposure on beneficial parasitoids and their host, *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*, 118(1), 242-252.
- Macavei, L. I., Baetan, R., Oltean, I., Florian, T., Varga, M., Costi, E., Maistrello, L. (2015). First detection of *Halyomorpha halys* Stål, a new invasive species with a high potential of damage on agricultural crops in Romania. *Lucrări Științifice. Universitatea de Științe Agricole Și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași. Seria Agronomie*. 58. 105-108.
- Maistrello, L., Dioli, P., Vaccari, G., Nannini, R., Bortolotti, P., Caruso, S., Bariselli, M. (2014, March). "First records in Italy of the Asian stinkbug *Halyomorpha halys*, a new threat for fruit crops". *Atti. Giornate Fitopatologiche. Chianciano Terme (Siena)*.
- Martinson, H. M., Venugopal, P. D., Bergmann, E. J., Shrewsbury, P. M., Raupp, M. J. (2015). Fruit availability influences the seasonal abundance of invasive stink bugs in ornamental tree nurseries. *Journal of Pest Science*. 88(3). 461-468.
- Mazzoni, V., Polajnar, J., Baldini, M., Rossi Stacconi, M. V., Anfora, G., Guidetti, R., Maistrello, L. (2017). Use of substrate-borne vibrational signals to attract the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*. *Journal of Pest Science*. 90. 1219-1229.
- Medal, J., Smith, T., Cruz, A.S., 2013 - Biology of the Brown Marmorated Stink Bug *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in the Laboratory. *Fla. Entomol.* 96:1209-1212
- Milonas, P. G., Partsinevelos, G. K. (2014). First report of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) in Greece. *EPPO Bulletin*. 44(2). 183-186.
- Mityushev, I.M. (2016). "First record of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* Stål, in the Russian Federation. In Monitoring and Biological Control Methods of Woody Plant Pests and Pathogens: from Theory to Practice". *Proceedings International Conference*. Russia.
- Mooneyham, K. L., Aigner Jr, J. D., & Kuhar, T. P. (2016). Control of brown marmorated stink bug with insecticide-treated window screens, 2015. *Arthropod Management Tests*, 41(1), tsw021.
- Morehead, J. A., Kuhar, T. P. (2017). Efficacy of organically approved insecticides against brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* and other stink bugs. *Journal of Pest Science*, 90(4), 1277-1285.

- Morrison III. W. R., Blaauw. B. R., Short. B. D., Nielsen. A. L., Bergh. J. C., Krawczyk. G., Leskey. T. C. (2018). Successful management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in commercial apple orchards with an attract-and-kill strategy. *Pest management science*. 75(1). 104-114.
- Murvanidze. M., Krawczyk. G., Inasaridze. N., Dekanoidze. L., Samsonadze. N., Macharashvili. M., Shengelaia. S. (2018). Preliminary data on the biology of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Georgia. *Turkish Journal of Zoology*. 42(6). 617-624.
- Musolin. D. L., Konjević. A., Karpun. N. N., Protsenko. V. Y., Ayba. L. Y., Saulich. A. K. (2017). Invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål)(Heteroptera: Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Serbia: history of invasion, range expansion, early stages of establishment, and first records of damage to local crops. *Arthropod-Plant Interactions*. 12(4). 517-529.
- Nielsen. A. L., Hamilton G. C. (2009a). Life history of the invasive species *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in northeastern United States. *Annals of the Entomological Society of America*. 102(4). 608-616.
- Nielsen. A. L., Hamilton. G. C. (2009b). Seasonal occurrence and impact of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in tree fruit. *Journal of Economic Entomology*. 102(3). 1133-1140.
- Nielsen. A. L., Chen. S., Fleischer. S. J. (2016b). Coupling developmental physiology, photoperiod, and temperature to model phenology and dynamics of an invasive heteropteran. *Halyomorpha halys*. *Frontiers in Physiology*. 7. 165.
- Nielsen. A. L., Dively. G., Pote. J. M., Zinati. G., Mathews. C. (2016a). Identifying a potential trap crop for a novel insect pest. *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). in organic farms. *Environmental entomology*. 45(2). 472-478.
- Nielsen. A. L., Fleischer. S., Hamilton. G. C., Hancock. T., Krawczyk. G., Lee. J. C., Saunders. M. (2017). Phenology of brown marmorated stink bug described using female reproductive development. *Ecology and evolution*. 7(17). 6680-6690.
- Nielsen. A. L., Hamilton. G. C., Matadha. D. (2008). Developmental rate estimation and life table analysis for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environmental Entomology*. 37(2). 348-355.
- Nielsen. A. L., Holmstrom. K., Hamilton. G. C., Cambridge. J., Ingerson-Mahar. J. (2013). Use of black light traps to monitor the abundance, spread, and flight behavior of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*. 106(3). 1495-1502.
- Oerke, E. C., Dehne, H. W. (2004). Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection. *Crop protection*, 23(4), 275-285.
- Ogburn. E. C., Bessin. R., Dieckhoff. C., Dobson. R., Grieshop. M., Hoelmer. K. A., Pote. J. M. (2016). Natural enemy impact on eggs of the invasive brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys* (Stål)(Hemiptera: Pentatomidae). in organic agroecosystems: a regional assessment. *Biological Control*. 101. 39-51.
- Özdemir. İ. O., Tuncer. C. (2021).Türkiye’de Yeni Bir İstilacı Polifag Zararlı. Kahverengi Kokarca [*Halyomorpha halys* (stål. 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]: Tanımı, Benzer Türler ve Mevcut Durum. *Black Sea Journal of Engineering and Science*. 7-8.
- Özdemir. İ. O., Doğan. F., Tunçer. C. (2023). The Preliminary Study on the Biology of An Invasive Species. *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Northwest Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 11(8). 1380-1385.
- Özdemir. I. O., Karakaya. O., Ates. U., Ozturk. B., Uluca. M.,Tuncer. C. (2023b). Characterization of hazelnut kernel responses to brown marmorated stink bug [*Halyomorpha halys* Stal (Hemiptera: Pentatomidae)] infestations: Changes in bioactive compounds and fatty acid composition. *Journal of Food Composition and Analysis*. 124. 105696.

- Paula. D. P., Togawa. R. C., Costa. M. M. C., Grynberg. P., Martins. N. F., Andow. D. A. (2016). Identification and expression profile of odorant-binding proteins in *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Insect Molecular Biology*. 25(5). 580-594.
- Peterson. H. M., Ray. S., Ali. J. G., Krawczyk. G. (2022). Feeding and oviposition by the brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys* (Stål) induce direct and systemic changes in volatile compound emissions from potted peach and tree of heaven. *Arthropod-Plant Interactions*. 16(2). 227-247.
- Philips. C. R., Kuhar. T. P., Dively. G. P., Hamilton. G., Whalen. J., Kamminga. K. (2017). Seasonal abundance and phenology of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on different pepper cultivars in the Mid-Atlantic (United States). *Journal of economic entomology*. 110(1). 192-200.
- Pote, J. M., Nielsen, A. L. (2017). Life stage specific predation of *Halyomorpha halys* (Stål) by generalist predators. *Biological control*, 114, 1-7.
- Rabitsch. W., Friebe. G. J. (2015). From the west and from the east? First records of *Halyomorpha halys* (Stål. 1855)(Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in Vorarlberg and Vienna. Austria. *Beiträge zur Entomofaunistik*. 16. 115-139.
- Rice. K. B., Bergh. C. J., Bergmann. E. J., Biddinger. D. J., Dieckhoff. C., Dively. G., Fraser. H., Garipey. T., Hamilton. G., Haye. T., Herbert. A., Hoelmer. K., Hooks. C. R., Jones. A., Krawczyk. G., Kuhar. T., Martinson. H., Mitchell. W., Nielsen. A. L., Pfeiffer. D. G., Raupp. M. J., Rodriguez-Saona. C., Shearer. P., Shrewsbury. P., Venugopal. P. D., Whalen. J., Wiman. N. G., Leskey. T. C., Tooker. J. F. 2014. Biology. Ecology. and Management of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Integrated Pest Management*. 5:3. 1-13.
- Rondoni. G., Chierici. E., Marchetti. E., Nasi. S., Ferrari. R., Conti. E. (2022). Improved Captures of the Invasive Brown Marmorated Stink Bug. *Halyomorpha halys*. Using a Novel Multimodal Trap. *Insects*. 13(6). 527.
- Rot. M., Devetak. M., Carlevaris. B., Žežlina. J., Žežlina. I. (2018). First record of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* Stål. 1855)(Hemiptera: Pentatomidae) in Slovenia. *Acta entomologica slovenica*. 26(1). 5-12.
- Rot. M., Maistrello. L., Costi. E., Trdan. S. (2022). Biological Parameters. Phenology and Temperature Requirements of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in the Sub-Mediterranean Climate of Western Slovenia. *Insects*. 13(10). 956.
- Rusu, I., Nastas, T., Elisovetcaia, D. (2023). Influence of fecundity of female brown-marble stink bug *Halyomorpha halys* Stal (1855) on the rate of development of the population in general. Revista,, Scientific Studies and Researches”, *Biology series*, 72-75.
- Sabbatini-Peverieri. G., Dieckhoff. C., Giovannini. L., Marianelli. L., Roversi. P. F., Hoelmer. K. (2020). Rearing *Trissolcus japonicus* and *Trissolcus mitsukurii* for biological control of *Halyomorpha halys*. *Insects*. 11(11). 787.
- Šapina. I., Jelaska. L. Š. (2018). First report of invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål. 1855) in Croatia. *EPPO Bulletin*. 48(1). 138-143.
- Scaccini. D., Duso. C., Pozzebon. A. (2019). Lethal effects of high temperatures on brown marmorated stink bug adults before and after overwintering. *Insects*. 10(10). 355.
- Šeat. J. (2015). *Halyomorpha halys* (Stål. 1855)(Heteroptera: Pentatomidae) a new invasive species in Serbia. *Acta entomologica serbica*. 20. 167-171.
- Short. B. D., Khirimian. A., Leskey. T. C. (2016). Pheromone-based decision support tools for management of *Halyomorpha halys* in apple orchards: development of a trap-based treatment threshold. *Journal of Pest Science*. 90(4). 1191-1204.
- Simov. N. (2016). The invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål. 1855)(Heteroptera: Pentatomidae) already in Bulgaria. *Ecologica Montenegrina*. 9. 51-53.

- Sokmen, M. A., Yilmaz, N. K., Mennan, H., Sevik, M. A. (2005). Natural weed hosts of Apple mosaic virus in hazelnut orchards in Turkey. *Journal of Plant pathology*, 239-242.
- Taylor. C. M., Coffey. P. L., Hamby. K. A., Dively. G. P. (2017). Laboratory rearing of *Halyomorpha halys*: methods to optimize survival and fitness of adults during and after diapause. *Journal of Pest Science*. 90(4). 1069-1077.
- Uluca. M., Kibar. A. K. (2023). Evaluation of the Effectiveness of Different Trap Types and Pheromones against *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Black Sea Journal of Agriculture*. 6(5). 516-523.
- Valentin, R. E., Nielsen, A. L., Wiman, N. G., Lee, D. H., & Fonseca, D. M. (2017). Global invasion network of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*. *Scientific Reports*, 7(1), 1-12.
- Vetek, G., Papp, V., Haltrich, A., & Redei, D. (2014). First record of the brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). in Hungary. with description of the genitalia of both sexes. *Zootaxa*, 3780(1), 194-200.
- Weber, D. C., Leskey, T. C., Walsh, G. C., & Khrimian, A. (2014). Synergy of aggregation pheromone with methyl (E,E,Z)-2,4,6-decatrienoate in attraction of *Halyomorpha halys*. *Journal of Economic Entomology*, 107(3), 1061-1068.
- Weber, D. C., Morrison, W. R. III, Khrimian, A., Rice, K. B., Leskey, T. C., Rodriguez-Saona, C., Nielsen, A. L., & Blaauw, B. R. (2017). *Chemical ecology of Halyomorpha halys: discoveries and applications*. *Journal of Pest Science*, 90(4), 989–1008.
- Wermelinger, B.E.A.T., Wyniger, D., & Forster, B.E.A.T. (2008). First records of an invasive bug in Europe: *Halyomorpha halys* Stål (Heteroptera: Pentatomidae). a new pest on woody ornamentals and fruit trees? *Mitteilungen-Schweizerische Entomologische Gesellschaft*, 81(1/2).1
- Wiman, N. G., Walton, V.M., Shearer, P.W., & Rondon, S. I. (2014). Electronically monitored labial dabbing and stylet ‘probing’ behaviors of brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*. in simulated environments. *PloS one*, 9(12), e113514.
- Yang, Z.Q., Yao, Y.X., Qiu, L.F., & Li, Z.X. (2009). A new species of *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing eggs of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in China with comments on its biology. *Annals of the Entomological Society of America*, 102(1), 39-47.
- Zapponi, L., Nieri, R., Zaffaroni-Caorsi, V., Pugno, N. M., & Mazzoni, V. (2022). Vibrational calling signals improve the efficacy of pheromone traps to capture the brown marmorated stink bug. *Journal of Pest Science*, 96(2), 587-597.
- Zovko, M., Ostojić, I., Jurković, D., & Karić, N. (2019). First report of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål. 1855) in Bosnia and Herzegovina. *Radovi Poljoprivredno Prehrambenog Fakulteta Univerziteta u Sarajevu* \Works of the Faculty of Agricultural and Food Sciences University of Sarajevo. 64(69 Part 1), 68-78.

SEASONAL FLIGHT PATTERNS OF *CRYPTOBLABES GNIDIELLA* (Millière) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) IN HİCAZ POMEGRANATE ORCHARDS: STRATEGIES FOR INTEGRATED PEST MANAGEMENT

Nihat DEMİREL¹
Mustafa SÜRMEİ²

Introduction

Pomegranate (*Punica granatum* L., Punicaceae: Myrtiflorae) is an important fruit crop cultivated in tropical and subtropical regions and is widely grown in Turkey (Shiva & Shiva, 2004; Morton, 1987; Özgüven & Yılmaz, 2000; Melgarejo-Sánchez et al., 2021; CABI, 2023). Its native range extends from the Eastern Mediterranean region of Turkey to Syria, Iraq, Iran, and Afghanistan (Onur, 1988). Pomegranate is valued both as a fresh fruit and as a raw material for various industrial products, including medicines, dyes, inks, oils, animal feed, tannins, pectin, and vinegar (Pala et al., 2006). The fruit is consumed in a variety of forms, including fresh consumption, pomegranate juice, molasses, and as a flavoring agent in culinary products (Dana, 2012; Melgarejo-Sánchez et al., 2021). Due to its high content of antioxidants, vitamins (particularly vitamin C and niacin), minerals, and bioactive compounds, pomegranate is known for its health-promoting properties, including protective effects against cancer, cardiovascular benefits, and positive effects on digestion (Dana, 2012; Melgarejo-Sánchez et al., 2021; García-Gurrola et al., 2024). These nutritional and medicinal values have contributed to the increasing global demand and commercial importance of pomegranate.

Despite its economic and nutritional significance, pomegranate production is affected by numerous pests, including the honeydew moth *Cryptoblabes gnidiella* Millière (Lepidoptera: Pyralidae) (Öztürk & Ulusoy, 2009; Uluç & Demirel, 2009; Sürmeli & Demirel, 2014; Demirel, 2016; CABI, 2023), the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) (Demirel, 2016), the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) (Demirel, 2016; Demirel & Akyol, 2017; Demirel et al., 2018; Demirel, 2019a, 2019b; 2020; 2023a, 2023b), the pomegranate aphid *Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae), the citrus mealybug *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), the pomegranate whitefly *Siphoninus phillyreae* (Haliday) (Hemiptera: Aleyrodidae), the pomegranate mite *Aceria (Eriophyes) granati* (Canestrini & Massalongo) (Acari: Eriophyidae), and the leopard moth *Zeuzera pyrina* (Linnaeus) (Lepidoptera: Cossidae), all of which can cause significant yield losses. Other occasional pests include sour rot beetles *Carpophilus* spp. (Coleoptera: Nitidulidae), wood-boring beetles such as *Apate monachus* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae), wild wasps (Hymenoptera: Vespidae), and general vertebrate pests such as house sparrows (*Passer domesticus* Linnaeus) and black rats (*Rattus rattus* Linnaeus) (Anonim, 2011).

The honeydew moth, *C. gnidiella*, is a highly polyphagous insect with a wide distribution across tropical and subtropical regions (Balachowsky, 1972; Wysoki, 1986; Molet, 2013; AbdelMoaty et al., 2017; Elnagar, 2018; Öztürk, 2018; Keçeci, 2021; Ricciardi et al., 2021; CABI, 2023; Liu et al., 2024; Simoglou et al., 2025). The honeydew moth has been reported in numerous countries across Europe, Asia, Africa, Oceania, and the Americas. These include the Netherlands, Denmark, Finland, Norway, Sweden, the United Kingdom (Karsholt, & Razowski, 1996); Malaysia, New Zealand, and Hawaii (Carter, 1984); Egypt (Swailem & Ismail, 1972); Israel (Ben Yehuda et al., 1991/1992); India (Singh & Singh, 1995); Portugal (Karsholt, 1996); Turkey (Karsholt, 1996); Uruguay (CABI, 2012); and the United States (Hawaii) (Zimmerman, 1958), among others. Both international and local studies have

¹ Hatay Mustafa Kemal University, Agriculture Faculty, Plant Protection Department, Hatay, Türkiye; ndemirel@mku.edu.tr

² Hatay Mustafa Kemal University, Agriculture Faculty, Plant Protection Department, Türkiye; bitkikorumu_88@hotmail.com

documented its biology, distribution, host plants, and impact (Carter, 1984; Wysoki et al., 1993; Öztürk, 2010; Robinson et al., 2010).

The honeydew moth, *C. gnidiella*, is a polyphagous pest that has been recorded on more than 70 plant species across 30 families in different climates (Molet, 2013; Lucchi et al., 2018). Besides pomegranate, it feeds on citrus (*Citrus limon*, *C. sinensis*), grapevine (*Vitis vinifera*), cotton (*Gossypium hirsutum*), maize (*Zea mays*), sorghum (*Sorghum vulgare*), eggplant (*Solanum melongena*), avocado (*Persea americana*), macadamia nut (*Macadamia ternifolia*), apple (*Malus domestica*), mango (*Mangifera indica*), mulberry (*Morus alba*), banana (*Musa* sp.), rice (*Oryza sativa*), finger millet (*Eleusine coracana*), loquat (*Eriobotrya japonica*), fig (*Ficus carica*), coffee (*Coffea* spp.), and various millets (*Panicum miliaceum*, *Paspalum dilatatum*, *Pennisetum glaucum*, *P. typhoides*) (Swailen & Ismail, 1972; Carter, 1984; Singh & Singh, 1995, 1997; Hashem et al., 1997; CABI, 2000; Öztürk & Ulusoy, 2009; Uluç & Demirel, 2009; Öztürk & Ulusoy, 2011, 2013; Sürmeli & Demirel, 2014; Demirel, 2016; Elnagar, 2018; Öztürk, 2018; Keçeci, 2021; Ricciardi et al., 2021; CABI, 2023; Liu et al., 2024; Simoglou et al., 2025). Additional hosts include beans (*Phaseolus* spp.), plum (*Prunus domestica*), peach (*P. persica*), castor bean (*Ricinus communis*), sugarcane (*Saccharum officinarum*), Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius*), mahogany (*Swietenia macrophylla*), lac host plants (*Tachardia lacca*), blueberry (*Vaccinium* spp.), and azolla species (*Azolla anabaena*, *A. pinnata*) (Yunus & Ho, 1980; Sasmal & Kulshreshtha, 1978, 1984; Molina, 1998; CABI, 2023). Its extensive host range enhances the adaptability of *C. gnidiella*, enabling it to survive under various ecological conditions and expand its global distribution. Similarly, *Halyomorpha halys*, recently reported in Türkiye, exhibits an exceptionally broad host range, attacking more than 300 plant species. Since its initial detection in 2017, this polyphagous behavior has facilitated its rapid establishment and expansion, rendering it one of the most economically significant agricultural pests in the country (Aşkın et al., 2022; Aşkın & Akça, 2023). The diversity of available host plants is therefore a critical determinant of an insect's dispersal capacity and its potential to cause severe economic and ecological damage.

The honeydew moth, *C. gnidiella*, is considered one of the major pests of pomegranate production (Öztürk et al., 2005; Öztürk & Ulusoy, 2009; Uluç & Demirel, 2009; Sürmeli & Demirel, 2014; Demirel, 2016). The honeydew moth was first reported in Turkey by İyriboz (1940) in 1935 on cotton in Köyceğiz, located in the Aegean region. Subsequently, Bodenheimer (1951) identified it as a major pest of citrus and vineyards, with secondary infestations on cotton, noting its preference for damaged or honeydew-contaminated fruits.

The honeydew moth, *C. gnidiella* is a polyphagous pest responsible for significant damage to a wide range of fruit and ornamental crops (AbdelMoaty et al., 2017; Elnagar, 2018; Öztürk, 2018; Keçeci, 2021; Ricciardi et al., 2021; Liu et al., 2024; Simoglou et al., 2025). In pomegranate orchards in Turkey, damage levels have been reported to range from 5% to 30%, depending on the region and management practices (Öztürk & Ulusoy, 2011). In South Africa, infestations have been associated with up to 5% crop reduction in lemon in the Eastern Cape and as much as 50% fruit damage in the Western Cape (Moore, 2003). In grapevine cultivation, larval feeding causes superficial erosion of the rachis and berry peduncles, which can lead to progressive grape decay and substantial crop losses (Ioriatti et al., 2012). Moreover, harvesting efficiency in vineyards has been reduced to approximately 40% of the usual output per worker per hour, due to the additional time required to sort infested bunches (Simoglou et al., 2025).

The severity of damage caused by *C. gnidiella* varies across host plants and infestation levels. In Israel, infestations have led to yield losses of up to 30% in macadamia nut (Wysoki, 1986). In Turkey, damage to pomegranate has ranged between 6.4% and 41.2%, while the pest has also been reported on citrus, cotton, grapevine, maize, eggplant, persimmon, and avocado (Öztürk & Ulusoy, 2011, 2013). In Uruguay, it is considered a major vineyard pest, completing three generations per year and overwintering in dried grapes (Vidart et al., 2013). In Portugal, even low levels of infestation were correlated with the presence of the citrus mealybug (*Planococcus citri*), resulting in considerable fruit drop (Silva & Mexia, 1999).

The honeydew moth is also recognized as an important pest of pomegranate in several countries, where it causes both quantitative and qualitative yield losses. In Turkey, infestation rates in pomegranate orchards ranged from 6.4% to 41.2% during 2008–2009, while lower levels of 4.5% to 9.5% were recorded in 2012 (Öztürk & Ulusoy, 2009; Demirel, 2016). In Egypt, coastal orchards reported damage ranging between 2.48% and 5.6% (El-Zemaity & El-Sayed, 2009). In Spain, infestation levels were 2.5% to 4.5% (Molina, 1998), while in Greece, rates ranged from 4.5% to 9.5% (Simoglou & Tzanakakis, 2025). These variations are influenced by factors such as regional climate, orchard management practices, cultivar susceptibility, and the implementation of pest control measures (Ben Yehuda et al., 1991; CABI, 2012).

Adult *C. gnidiella* are typically dark gray, with body lengths ranging from 7.33 to 7.62 mm. The wingspan differs slightly between sexes, averaging 13.95 mm in males and 14.86 mm in females (Carter, 1984; Singh & Singh, 1995; CABI, 2023). The forewings are grayish brown and covered with white and scattered reddish-brown scales, while the hindwings are white with a glossy appearance. The abdomen is grayish white and shiny (Carter, 1984; Singh & Singh, 1995; Öztürk & Ulusoy, 2009; CABI, 2012; 2023). Eggs are oval with an irregularly reticulated surface, initially white but turning yellow before hatching (CABI, 2012). Females lay approximately 100 eggs within 4–7 days, usually on fruits or branches of the host plant (Carter, 1984). According to Singh & Singh (1995), eggs measure about 0.45×0.32 mm, are creamy white in color, and hatch in approximately 3.79 days. Larvae are cylindrical, tapering towards both ends, and reach about 12 mm when fully developed (CABI, 2012). The head capsule and thoracic shield are reddish brown to nearly black. The body color varies from yellowish and olive to reddish or brownish-gray, with distinct longitudinal stripes. Spiracles are reddish brown; the posterior body is yellowish brown, and the dorsal region is pale reddish, bordered by yellowish rings. Thoracic legs are reddish brown to nearly black (CABI, 2012). Larvae pass through five instars. Mature larvae are cylindrical, brown, and measure on average 11.91 ± 1.99 mm in length. The larval stage lasts approximately 13.32 days, the prepupal stage 1.62 days, and the pupal stage 8.36 days (Singh & Singh, 1995). Pupae are dark brown, averaging 7.03 ± 1.92 mm in length (Singh & Singh, 1995; CABI, 2012). The complete development from egg to adult requires about 27.63 days.

The sex ratio (male:female) has been reported as 1:0.89. Adult longevity is short, averaging 3.94 days in females and 2.55 days in males (Singh & Singh, 1995). Adults are nocturnal (Avidov & Gothilf, 1960). Mating usually occurs on the first night after emergence, with oviposition beginning the following day (Avidov & Harpaz, 1969). Males may mate multiple times, whereas most females mate only once (Wysoki et al., 1993). Adults feed on sugary plant exudates and on damaged fruits such as grapes and pomegranates (Avidov & Harpaz, 1969). Lifespan varies with temperature: adults live 8–10 days in warm seasons but may survive up to one month in cooler conditions (Avidov & Gothilf, 1960). Oviposition usually occurs singly or in small groups on fruit surfaces (Avidov & Harpaz, 1969). On mango (*Mangifera indica*), eggs are also deposited on leaves near the midrib, on fruits, or on branches. Under storage conditions, females may oviposit on the inner surfaces of garlic bulb sheaths or in depressions of garlic cloves (Salama, 2008). In such environments, females live 1–4 weeks and lay up to 150 eggs (Avidov & Harpaz, 1969).

The findings of the present study are partly consistent with earlier reports. Zimmerman (1958) and Wysoki et al. (1993) observed that moth activity began in March–April. In Israel, Ben-Yehuda et al. (1992) documented adult captures in pheromone traps during three distinct periods: March–April (5%), June–September (75%), and October–December (20%). However, unlike these studies, the current results do not confirm the occurrence of five to six annual generations (Zimmerman, 1958; Wysoki et al., 1993), nor do they support the five generations per year reported by Ben-Yehuda et al. (1992). In contrast, Demirel (2016) recorded the seasonal activity of *C. gnidiella* in Turkey from May to November, suggesting the presence of up to four overlapping generations annually in pomegranate orchards.

The biological development of *C. gnidiella* varies depending on the host plant and environmental conditions. In Egypt, studies on maize reported that females laid 6–87 eggs, with an

incubation period of approximately three days, a larval stage lasting 12–16 days, and a pupal period of 5–10 days depending on temperature (Swaillem & Ismail, 1972). In Israel, Wysoki et al. (1993) observed a sex ratio of 1:1; most females mated once, while males mated up to six times. Copulation lasted about 100 minutes before dawn, and females laid an average of 105 eggs. On sorghum, eggs hatched within three days, larval development lasted 9–15 days, the pupal stage lasted 4–11 days, and adults lived for approximately 23 days (Bhadauriya et al., 2011). In Turkey, *C. gnidiella* completes 4–5 generations annually, with adult activity extending for about eight months. Diapause occurs in the late larval stage, with the first adults emerging in April and population peaks occurring in autumn (Öztürk, 2010; Öztürk & Ulusoy, 2012).

The duration of larval emergence from eggs is temperature-dependent. In Brazil, larvae emerge after approximately 4 days (Botton et al., 2003), while in Egypt, hatching occurs between 8 and 13 days. Larvae are often found in locations already infested by other pests; for example, on citrus by mealybugs (*Planococcus citri*) and on grapes by the European grapevine moth (*Lobesia botrana*) (Carter, 1984). The pupal stage typically occurs in feeding or sheltered sites. Adults are attracted to the sugary substances produced by mealybugs (Zimmerman, 1958; Swirski et al., 1980).

The honeydew moth, *C. gnidiella* produces three to four generations per year in southern Europe and up to five generations in North Africa (Carter, 1984). It overwinters in the larval or pupal stage (Carter, 1984). Depending on climate and host plant, its life cycle may be completed in five weeks during summer and five months during winter (Avidov & Harpaz, 1969). In Israel, the species produces five to six generations on citrus and six to seven generations on grapes (Avidov & Harpaz, 1969). According to Carter (1984), southern European populations produce three to four generations, whereas in North Africa, up to five generations have been recorded. Öztürk (2010) reported 4–5 generations under local conditions in Turkey.

In regions with a Mediterranean climate, *C. gnidiella* exhibits three or four flight periods: May–June, July, and August–October (Bagnoli & Lucchi, 2001). The developmental threshold for this species is 13 °C, and one generation requires 455 degree-days to complete (Avidov & Gothilf, 1960). Optimal conditions include an average temperature of 25–30 °C and relative humidity of 65–67%.

Monitoring and management of *C. gnidiella* have been improved by advances in chemical ecology. Bjostad et al. (1981) identified key sex pheromone components, including (Z)-11-hexadecenal and (Z)-13-octadecenal, with synthetic blends shown to be more attractive to males than virgin females. These pheromones have since been exploited in monitoring and control programs, contributing to integrated pest management (IPM) approaches (Lucchi et al., 2018). Management strategies include biological, chemical, cultural, and postharvest approaches. *Bacillus thuringiensis* is effective against young larvae but not against mealybugs (Wysoki et al., 1986; Ben Yehuda et al., 1993). Organophosphates, such as chlorpyrifos, diazinon, and parathion, and certain carbamates, including carbofuran and phorate, are effective in reducing larval populations (Satapathy & Singh, 1987). Mating disruption using sex pheromones has been successfully applied in vineyards, reducing pest populations and minimizing insecticide use (Harari et al., 2007; Sellanes et al., 2010; Sellanes & González, 2014). Cultural practices, such as removing infested fruits, and postharvest cold storage also reduce infestations, with efficacy varying among cultivars (Toledo & Albuja, 2005; Salama, 2008; El-Zemaity et al., 2009).

Accurate identification of the honeydew moth is essential due to its morphological similarity to other lepidopteran pests, particularly the carob moth (*E. ceratoniae*). Comparative studies revealed clear differences in adult and larval morphology, allowing reliable field identification (Öztürk & Ulusoy, 2013). Together with its broad host range, polyphagous behavior, and adaptability, *C. gnidiella* represents a significant threat to pomegranate and other economically important crops worldwide.

The honeydew moth, *C. gnidiella* Millière (Lepidoptera: Pyralidae), is a polyphagous pest affecting various crops worldwide. This study aims to investigate the occurrence, distribution, population dynamics, and damage caused by *C. gnidiella* in pomegranate orchards, providing essential

baseline data to inform effective integrated pest management (IPM) strategies and support sustainable production.

Materials and Methods

Study sites

The study was conducted in commercial pomegranate (*P. granatum* L., cv. Hicaz) orchards located in Hatay province, Türkiye, during the 2012 and 2013 growing seasons. In 2012, seven orchards were selected: three orchards in Melekli/Demirköprü (Orchards I–III), three in Saçaklı/Antakya (Orchards IV–VI), and one in Yarseli/Altınözü (Orchard VII). In 2013, the study included four orchards: one in Melekli/Demirköprü (Orchard I), two in Saçaklı/Antakya (Orchards II and III), and one in Serinyol/Antakya (Orchard IV). The general characteristics of the orchards used in both years are presented in Tables 1 and 2.

Table 1. Deployment and collection of traps in seven sampled Hicaz pomegranate orchards in Hatay Province, 2012, including orchard areas and locality/coordinates.

Orchards	Set up Traps Date	Traps collected Date	Area (decare)	Locality / Coordinates
Orchard I	27 May	23 December	100	36°15'13.7"N 36°15'20.3"E
Orchard II	27 May	23 December	75	36°15'13.7"N 36°15'20.3"E
Orchard III	27 May	23 December	75	36°15'13.7"N 36°15'20.3"E
Orchard IV	27 May	23 December	22,5	36°15'15.9"N 36°18'59.1"E
Orchard V	27 May	23 December	22,5	36°15'15.9"N 36°18'59.1"E
Orchard VI	27 May	23 December	22,5	36°15'15.9"N 36°18'59.1"E
Orchard VII	27 May	23 December	22,5	36°11'35"N 36°19'35"E

Table 2. Deployment and collection of traps in four sampled Hicaz pomegranate orchards in Hatay Province, 2013, including orchard areas and locality/coordinates.

Orchards	Set up Traps Date	Traps collected Date	Area (decare)	Locality / Coordinates
Orchard I	5 May	8 December	175	36°15'13.7"N 36°19'20.3"E
Orchard II	5 May	8 December	22,5	36°15'15.9"N 36°18'59.1"E
Orchard III	5 May	8 December	22,5	36°15'15.9"N 36°18'59.1"E
Orchard IV	5 May	8 December	60	36°21'37.7"N 36°13'14.8"E

Monitoring of adult *Cryptoblabes gnidiella* populations

Monitoring of *C. gnidiella* was carried out using delta-type Econex yellow traps baited with pheromone-impregnated tablets (Econex, Spain). The pheromone blend consisted of (Z)-11-hexadecenal (Z11-16:Ald), (E)-11-hexadecenal (E11-16:Ald), (Z)-13-octadecenal (Z13-18:Ald), and (E)-13-octadecenal (E13-18:Ald).

In 2012, seven traps (one per orchard) were deployed, while in 2013, four traps (one per orchard) were used. Pheromone dispensers had an effective duration of 40 days and were replaced accordingly. Traps were positioned at 1.5–2 m above ground on the southeast side of a tree located near the orchard center. Each trap was inspected weekly, and the number of adult moths captured was recorded. Captured individuals were removed after counting to prevent double recording.

Assessment of fruit damage

At harvest, honeydew moth damage was evaluated in all orchards. In each orchard, 100 fruits were randomly selected, excluding the tree on which the pheromone trap had been installed. The number of fruits damaged by *C. gnidiella* larvae was recorded to determine the infestation rate. The incidence of larval damage was quantified by calculating the proportion of infested clusters using the formula:

Damage rate (%)=(Number of damaged pomegranate fruits /Total number of pomegranate fruits inspected)×100

This method adhered to established protocols for assessing damage caused by *C. gnidiella* larvae.

Data analysis

Descriptive statistical analyses were performed on the population density and larval damage data. Temporal trends in adult flight activity were illustrated graphically to identify generational peaks. Differences between years and among pomegranate (*Punica granatum* L., cv. Hicaz) orchards were evaluated by analysis of variance (ANOVA) using SAS statistical software (SAS Institute Inc., 1998, Cary, NC, USA). Statistical significance was considered at $p < 0.05$.

Results and Discussion

Seasonal flight patterns of *Cryptoblabes gnidiella* in 2012

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard I during 2012 demonstrated a distinct seasonal fluctuation (Figure 1). A total of 1,402 adults were recorded over the monitoring period. The first individuals were detected on June 3 with 5 adults, and numbers increased gradually throughout June, reaching 38 by July 1. During July and early August, the population remained relatively stable, fluctuating between 30 and 41 adults. A sharp increase occurred in early September, culminating in a peak of 205 adults on September 16. High densities persisted through late September, with 200 and 203 individuals captured on September 23 and 30, respectively. After this peak, the population declined rapidly, falling to 147 by October 7 and continuing to decrease through the month, with only 28 adults recorded by October 21. From November onwards, captures were consistently low, with fewer than 15 adults per week, and the population disappeared entirely after December 16.

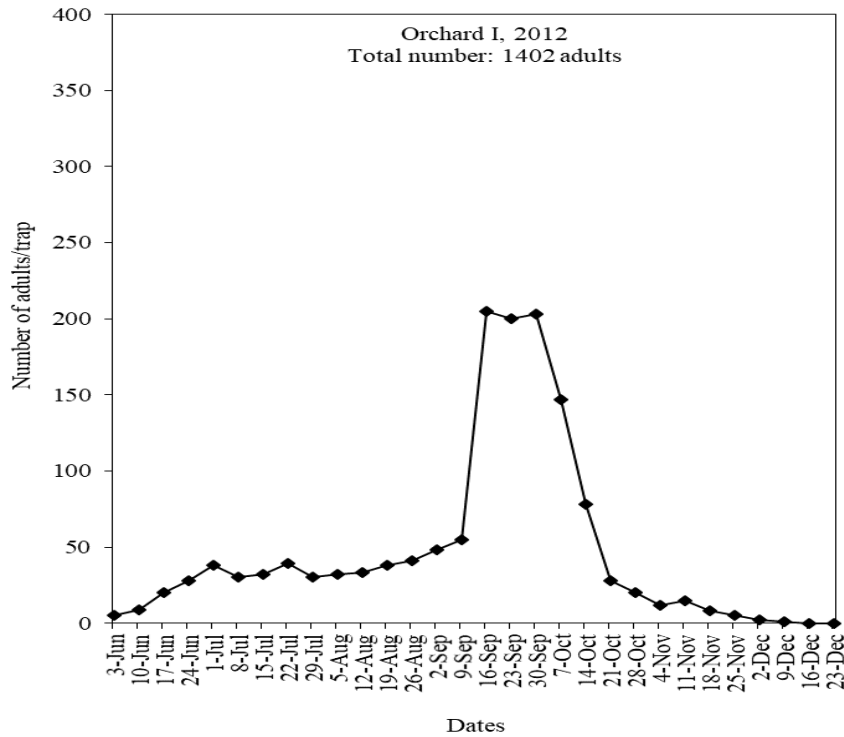


Figure 1. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 27 to December 23 2012 in orchard I in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard II during 2012 demonstrated a clear seasonal pattern (Figure 2). Over the monitoring period, a total of 1,413 adults were recorded. The first captures occurred on June 3 with 3 individuals, and numbers rose steadily throughout June, reaching 26 by July 1. During July and early August, the population showed a gradual increase, fluctuating between 28 and 38 adults. From mid-August onward, captures continued to rise, reaching 59 by September 9. A sharp outbreak followed in mid-September, with the highest peak of the season observed on September 16 and 23, when 267 adults were captured each week. Populations remained relatively high at the end of September with 208 individuals on September 30, but then declined rapidly in October, dropping to 107 on October 7 and 61 on October 14. By late October, numbers had fallen sharply to only 10 individuals. From November onwards, captures were very low, with fewer than 10 adults per week, and the population disappeared completely after November 25.

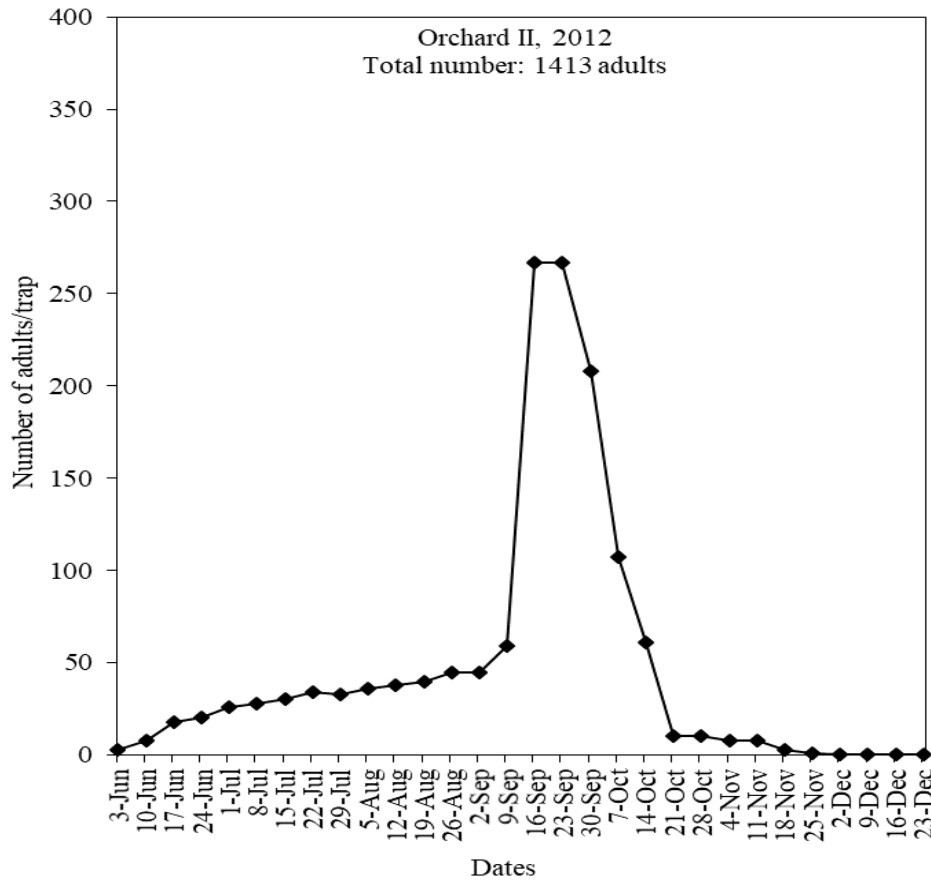


Figure 2. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 27 to December 23 2012 in orchard II in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard III during 2012 revealed a distinct seasonal pattern (Figure 3). Over the monitoring period, a total of 1,274 adults were recorded. The first captures occurred on June 3 with 3 individuals, and numbers increased gradually through June, reaching 25 by July 1. A moderate rise was observed in July and early August, with population levels fluctuating between 24 and 34 adults. Numbers continued to rise towards late August and early September, reaching 49 adults on September 2. A sharp peak followed in mid-September, with 215 adults captured on September both 16 and 23, and a slightly lower but still high value of 212 on September 30. After this peak, the population declined rapidly, dropping to 96 by October 7 and 51 by October 14. By late October, numbers had decreased further, with only 16 individuals captured on October 28. From November onwards, captures were very low, with fewer than 10 adults per week, and the population disappeared entirely after November 18.

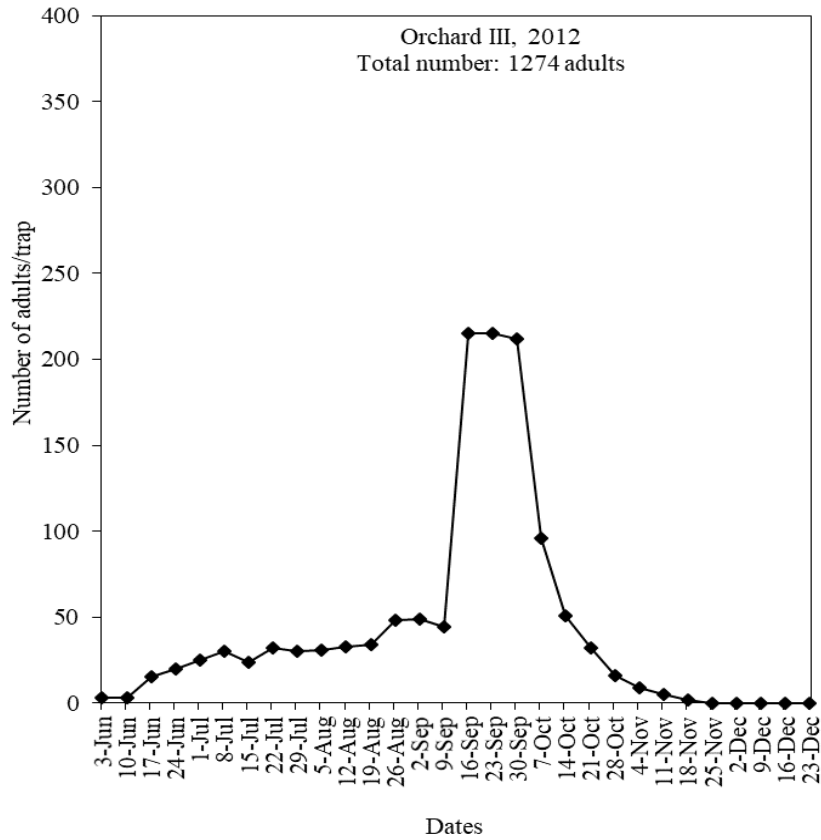


Figure 3. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 27 to December 23 2012 in orchard III in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard IV during 2012 showed a pronounced seasonal fluctuation (Figure 4). A total of 1,049 adults were recorded over the monitoring period. The first captures were made on June 3 with 10 individuals, and numbers remained relatively low and fluctuating throughout June and July, ranging between 10 and 29 adults. A gradual increase was observed in August, with captures rising from 32 on August 5 to 40 by August 26 and September 2. The population continued to rise slightly into early September, reaching 46 adults on September 9. A major peak followed in mid-September, with 161 adults captured on September both 16 and 23, and the highest count of 175 recorded on September 30. After this peak, numbers declined sharply, dropping to 84 on October 7 and further down to 45 on October 14. By late October, only 16 individuals were captured, and from November onwards, population levels were very low, with fewer than 7 adults per week and disappearing completely after December 9.

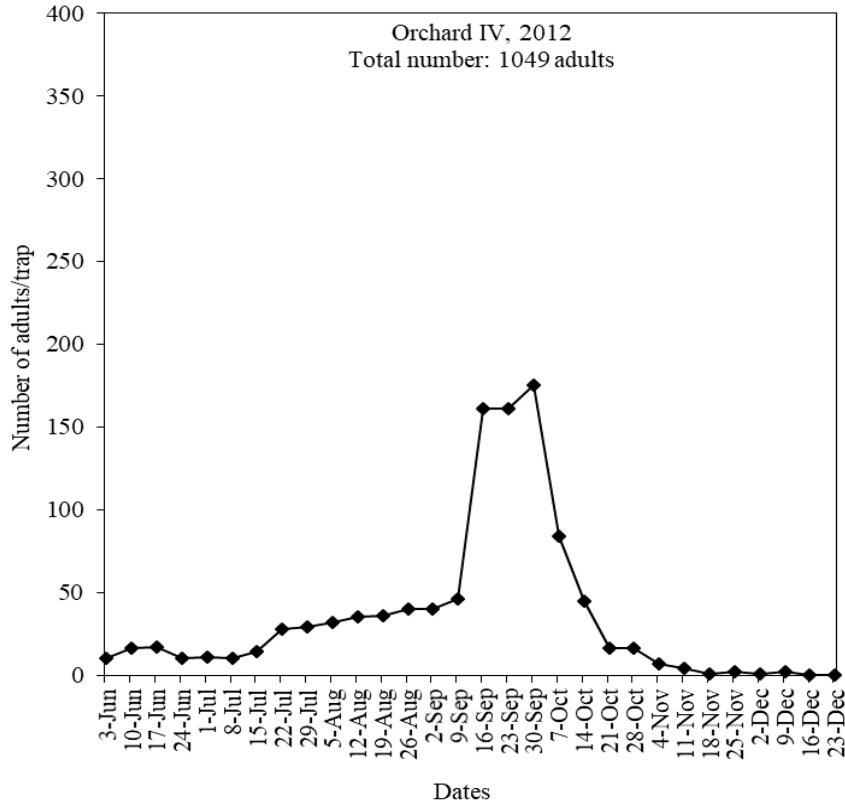


Figure 4. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 27 to December 23 2012 in orchard IV in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard V during 2012 revealed a clear seasonal trend (Figure 5). Over the monitoring period, a total of 915 adults were recorded. The first captures were made on June 3 with 5 individuals, and numbers increased gradually through June, reaching 9–12 adults by early July. Population levels continued to rise in mid-summer, with captures of 21 to 35 adults between late July and mid-August. A more pronounced increase occurred from late August into early September, with 44 adults on August 26, 48 on September 2, and 64 on September 9. The highest population densities were observed in mid-September, with 120 adults captured on September both 16 and 23. After this peak, the population declined steadily, falling to 109 by September 30 and further down to 73 and 72 adults in early and mid-October. By late October, numbers had decreased sharply to 15 and 14 adults, and from November onward, captures were very low, with fewer than 7 individuals per week. The population disappeared completely after December 2.

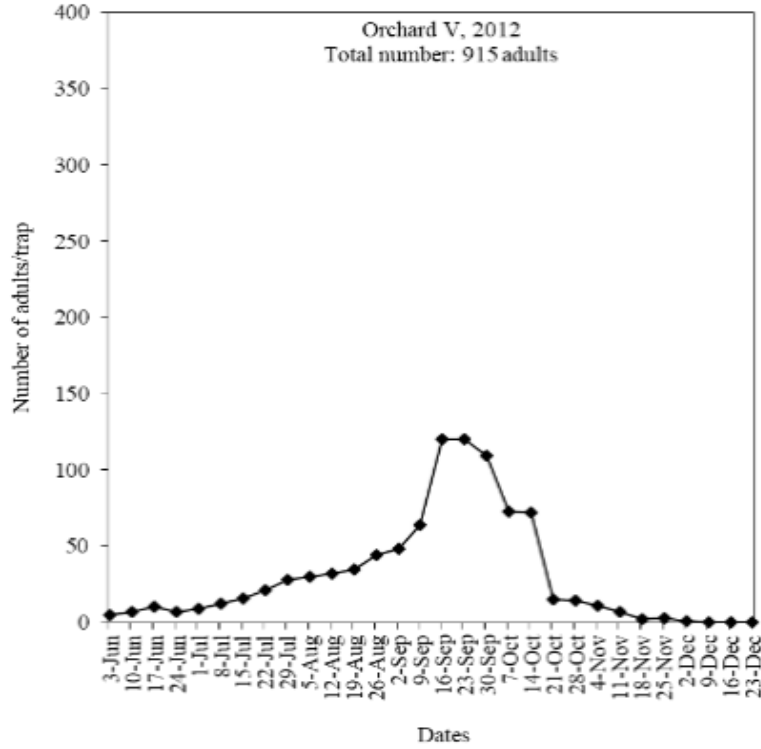


Figure 5. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 27 to December 23 2012 in orchard V in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard VI during 2012 revealed a distinct seasonal trend (Figure 6). Over the study period, a total of 804 individuals were recorded. The first observations were made on June 3 with 12 individuals, and numbers remained low throughout June, ranging from 7 to 16. Populations began to increase gradually in July and August, with counts of 14–46 individuals between mid-July and late August. A more pronounced rise occurred in early September, with 51 individuals on September 2, 78 on September 9, and peaking at 109 on September both 16 and 23. Following this peak, numbers declined steadily, falling to 74 on September 30 and 66 on October 7, before dropping sharply to 30 by mid-October. By late October and throughout November, counts were very low, ranging from 10 to 0 individuals per week, and the population disappeared completely after December 2.

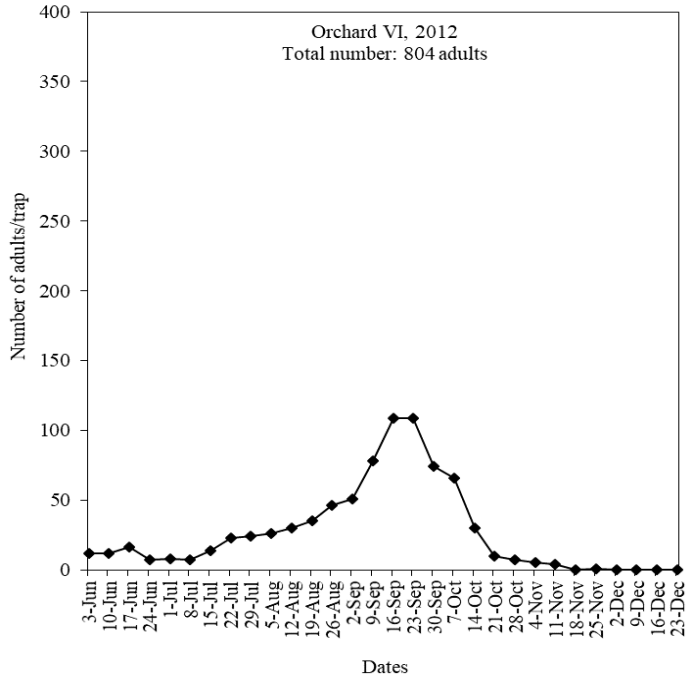


Figure 6. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 27 to December 23 2012 in orchard VI in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard VII during 2012 revealed a clear seasonal trend (Figure 7). Over the monitoring period, a total of 1,194 individuals were recorded. The first observations were made on June 3 with 4 individuals, and numbers remained low throughout June, ranging from 4 to 6. Population levels began to increase gradually in July and August, with counts of 7–50 individuals between early July and late August. A more pronounced rise occurred in early September, with 46 individuals on September 2, 80 on September 9, and peaking at 219 on September both 16 and 23. After this peak, numbers declined steadily, falling to 169 on September 30 and 85 on October 7, followed by a sharper drop to 48 by mid-October. By late October and throughout November, counts were low, ranging from 18 to 6 individuals per week, and the population disappeared completely by mid-December.

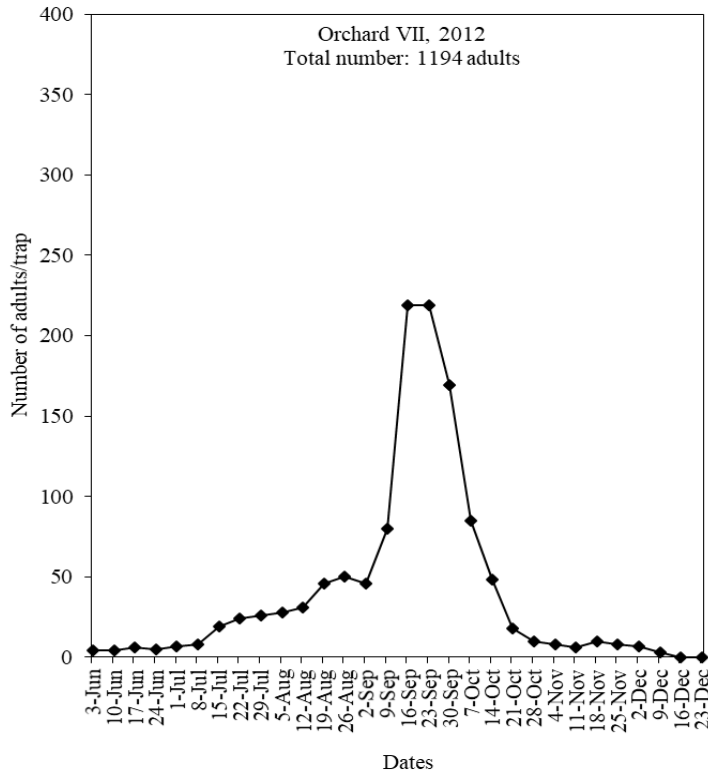


Figure 7. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 27 to December 23 2012 in orchard VII in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations across seven orchards (orchard I–VII) during 2012 revealed a consistent seasonal pattern (Figure 8). The total number of *C. gnidiella* captured across all seven orchards was 8,051 individuals. Populations were first detected in early June, with initial counts ranging from 3 to 12 individuals depending on the orchard. Numbers increased gradually through June and July, followed by a more pronounced rise in August and early September. Peak population densities were consistently observed in mid-September, with the highest captures ranging from 109 to 267 adults depending on the orchard. After the September peak, populations declined rapidly through October, with very low counts recorded in late October and November. By early to mid-December, populations had disappeared completely in all orchards. Among the orchards, Orchard II recorded the highest abundance with 1,413 individuals, followed closely by Orchard I with 1,402. Orchard III had 1,274 captures, Orchard VII 1,194, Orchard IV 1,049, Orchard V 915, and Orchard VI the lowest with 804.

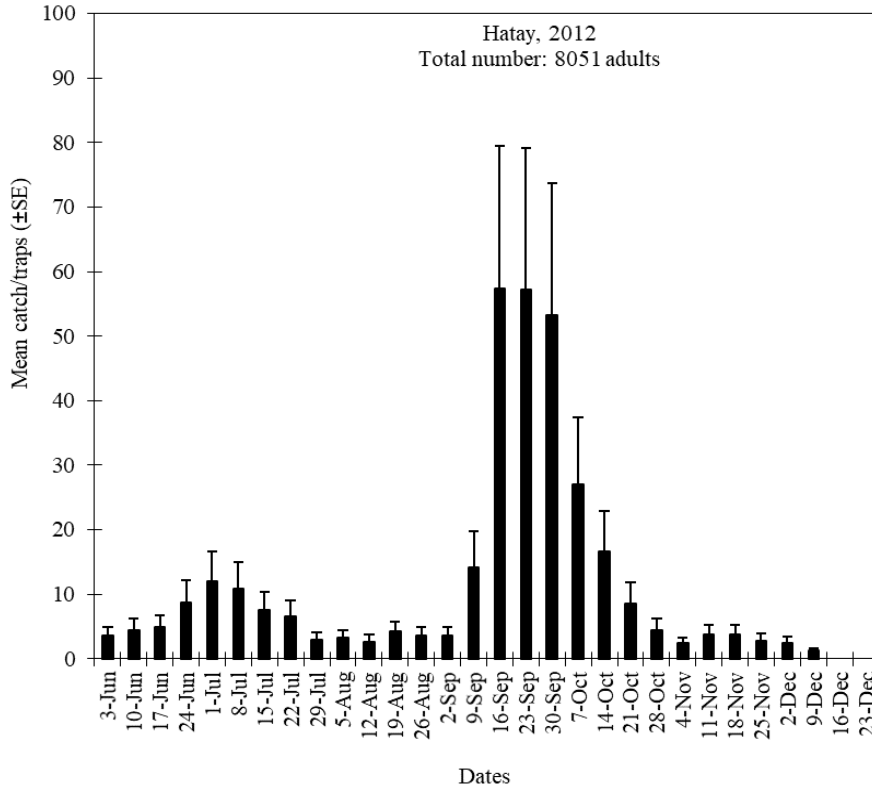


Figure 8. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 27 to December 23 2012 in seven orchards in Hatay Province.

Monthly fluctuations in adult captures are presented in Figure 9. The maximum abundance was observed in September, with 4,490 adults representing 55.77% of total captures. October contributed 1,265 adults (15.71%), followed by August with 1,025 (12.73%), July with 799 (9.92%), June with 300 (3.73%), November with 155 (1.93%), and December with 17 (0.21%). Adult activity was minimal in June, increased progressively through July and August, and peaked sharply in September, which alone accounted for more than half of the annual captures. October represented the second-highest peak, while activity declined markedly in November and December. Overall, the highest number of moths was recorded in September (4,490 adults, 55.77% of total captures), followed by October (1,265 adults, 15.71%), August (1,025 adults, 12.73%), July (799 adults, 9.92%), June (300 adults, 3.73%), November (155 adults, 1.93%), and December (17 adults, 0.21%).

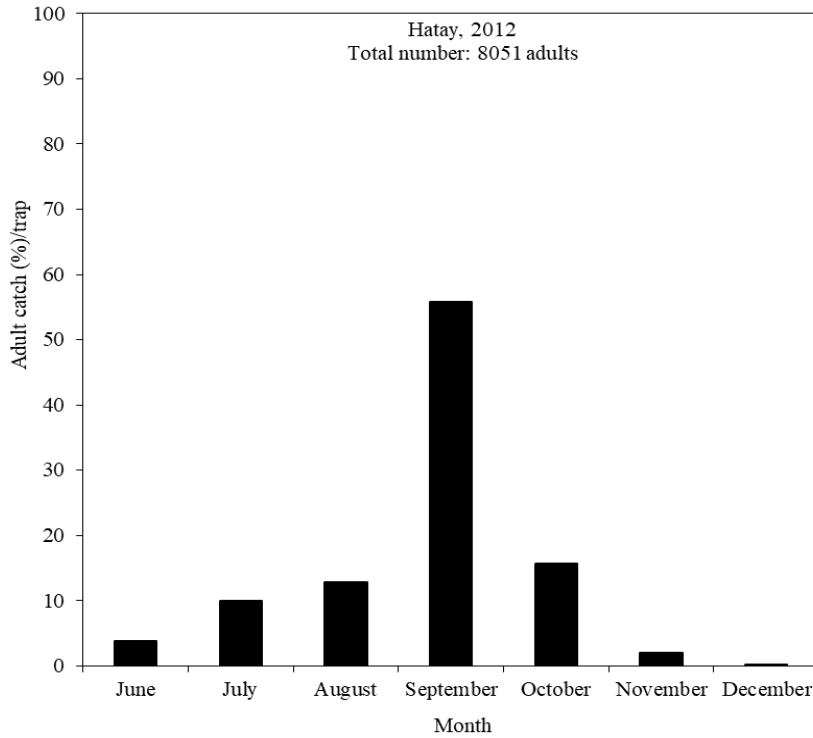


Figure 9. Percentage of monthly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 27 to December 23 2012 in seven orchards in Hatay Province.

Seasonal flight patterns of *Cryptoblabes gnidiella* in 2013

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard I during 2013 revealed a distinct seasonal trend (Figure 10). Over the monitoring period, a total of 1,921 individuals were recorded. The first observations were made on May 12 with no individuals detected, and low numbers of 1–3 adults were recorded through late May. Population levels began to increase in early June, with 7 individuals on June 2 and rising steadily to 33 by June 23. The population continued to grow throughout July, fluctuating between 30 and 41 individuals, and remained high in August with counts of 44–52 adults. A pronounced rise occurred in September, reaching 104 on September 1, 112 on September 8, and peaking at 257 on September 29. After this peak, populations declined steadily through October, with counts of 145–79, and numbers dropped further in November and December, ranging from 22 to 14 individuals per week.

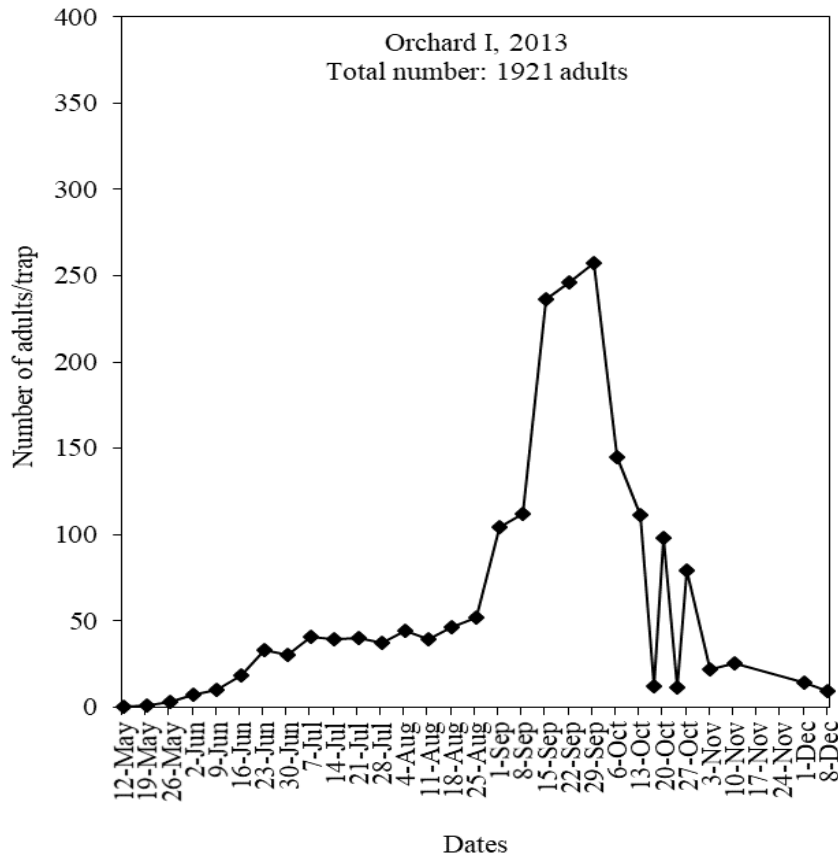


Figure 10. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* males in pheromone traps from May 5 to December 8 2013 in Orchard I in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard II during 2013 revealed a clear seasonal trend (Figure 11). Over the monitoring period, a total of 1,952 individuals were recorded. The first observations were made on May 12 with no individuals detected, and low numbers of 2–5 adults were recorded through late May and early June. Population levels began to rise steadily from mid-June, reaching 27 individuals on June 23 and fluctuating between 25 and 41 throughout late June and July. The population continued to increase in August, with counts of 42–48 adults, followed by a pronounced rise in September, reaching 75 on September 1, 86 on September 8, and peaking at 254 on September 29. After this peak, populations declined steadily through October, with counts of 188–130, and further decreased in November and early December, ranging from 40 to 11 individuals per week.

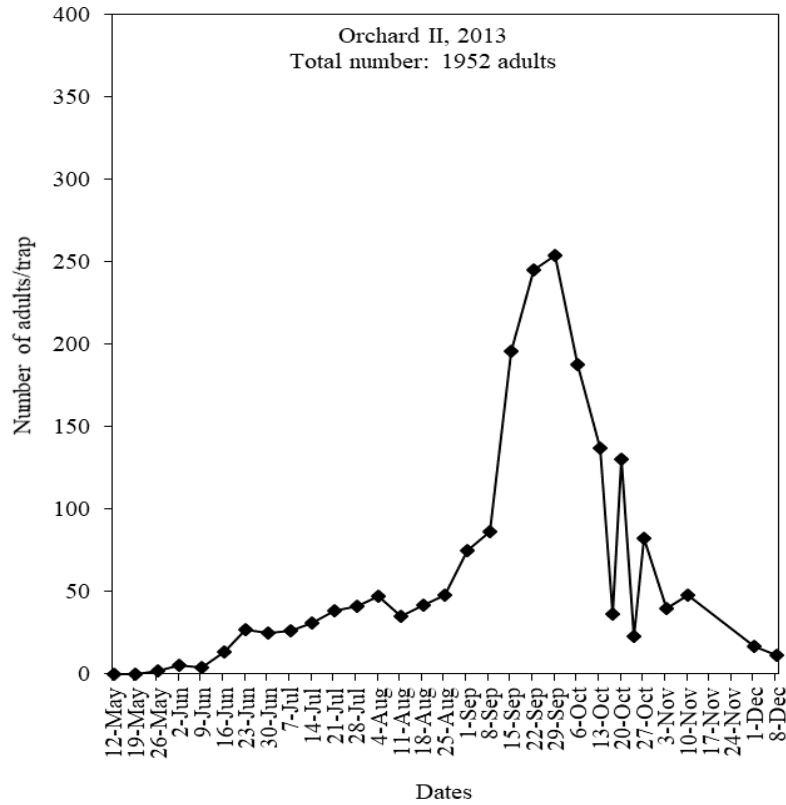


Figure 11. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 5 to December 8 2013 in orchard II in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard III during 2013 revealed a distinct seasonal trend (Figure 12). Over the monitoring period, a total of 1,980 individuals were recorded. The first observations were made on 12 May with no individuals detected, and low numbers of 1–7 adults were recorded through late May and early June. Population levels increased steadily from mid-June, reaching 24 individuals on June 23 and fluctuating between 27 and 45 throughout late June and July. The population continued to rise in August, with counts of 38–46 adults, followed by a pronounced increase in September, reaching 82 on September 1, 105 on September 8, and peaking at 256 on September 29. After this peak, populations declined steadily through October, with counts of 165–107, and decreased further in November and early December, ranging from 29 to 14 individuals per week.

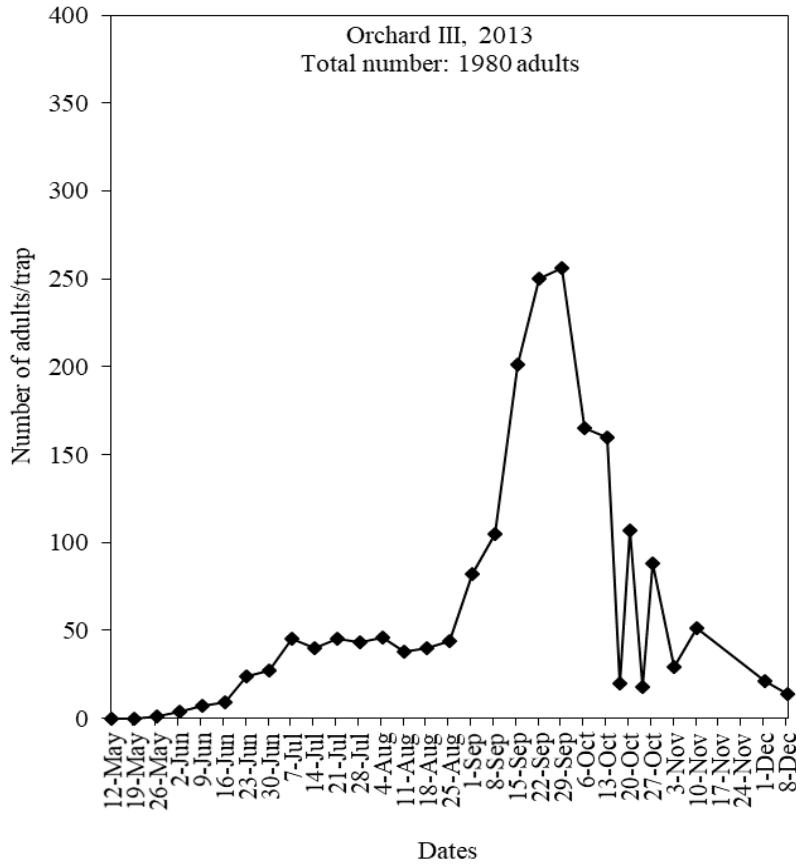


Figure 12. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 5 to December 8 2013 in orchard III in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard IV during 2013 revealed a pronounced seasonal trend (Figure 13). Over the monitoring period, a total of 2,455 individuals were recorded. The first observations were made on May 12 with no individuals detected, and low numbers of 1–10 adults were recorded through late May and mid-June. Population levels increased steadily from late June, reaching 22 individuals on June 30 and fluctuating between 39 and 46 throughout July. In August, counts ranged from 47 to 52 adults, followed by a marked rise in September, reaching 130 on September 1, 127 on September 8, and peaking at 296 on September 22. After this peak, populations declined steadily through October, with counts of 199–146, and decreased further in November and early December, ranging from 35 to 13 individuals per week.

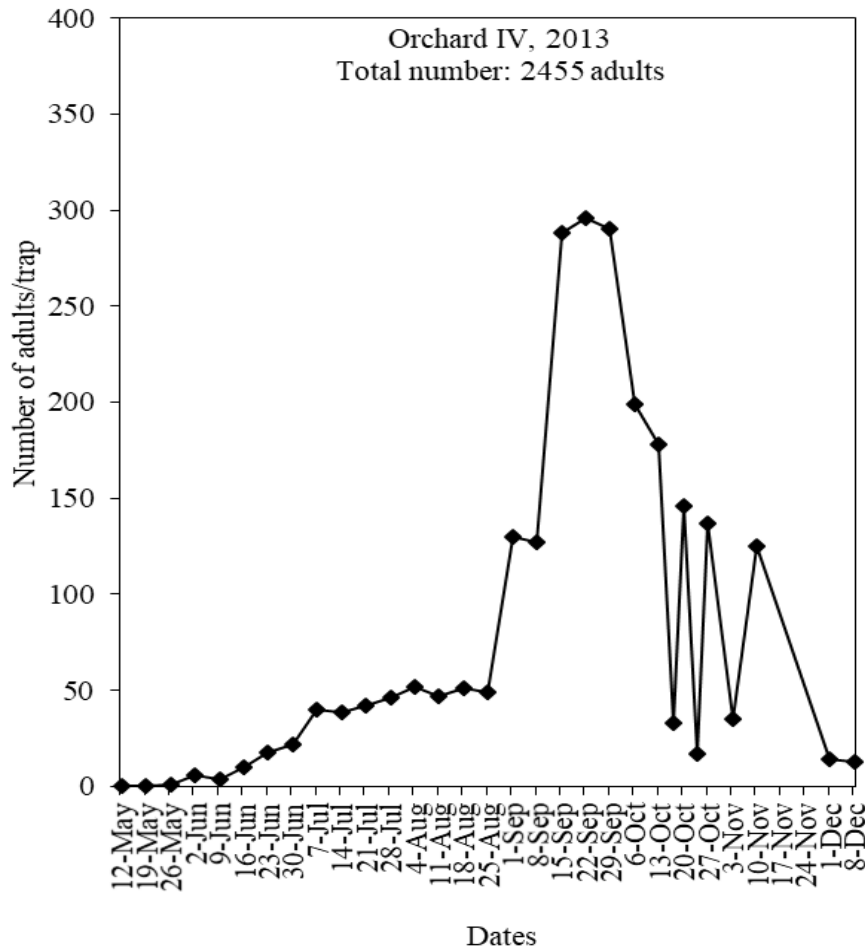


Figure 13. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 5 to December 8 2013 in orchard IV in Hatay Province.

Monitoring of *C. gnidiella* populations in orchard I–IV during 2013 revealed a clear and consistent seasonal trend across all orchards (Figure 14). Populations were first detected in mid-May, with initial counts ranging from 0 to 10 adults depending on the orchard. Numbers increased gradually through late May and June, followed by a steady rise in July and August. Peak population densities were consistently observed in late September, with maximum counts ranging from 257 adults in orchard I to 296 adults in orchard IV. After these peaks, populations declined steadily through October, with further decreases in November and early December. Total captures over the monitoring period were 1,921 in orchard I, 1,952 in orchard II, 1,980 in orchard III, and 2,455 in orchard IV, amounting to a combined total of 8,308 individuals. These results indicate that late September represents the most critical period for population management and monitoring in these orchards.

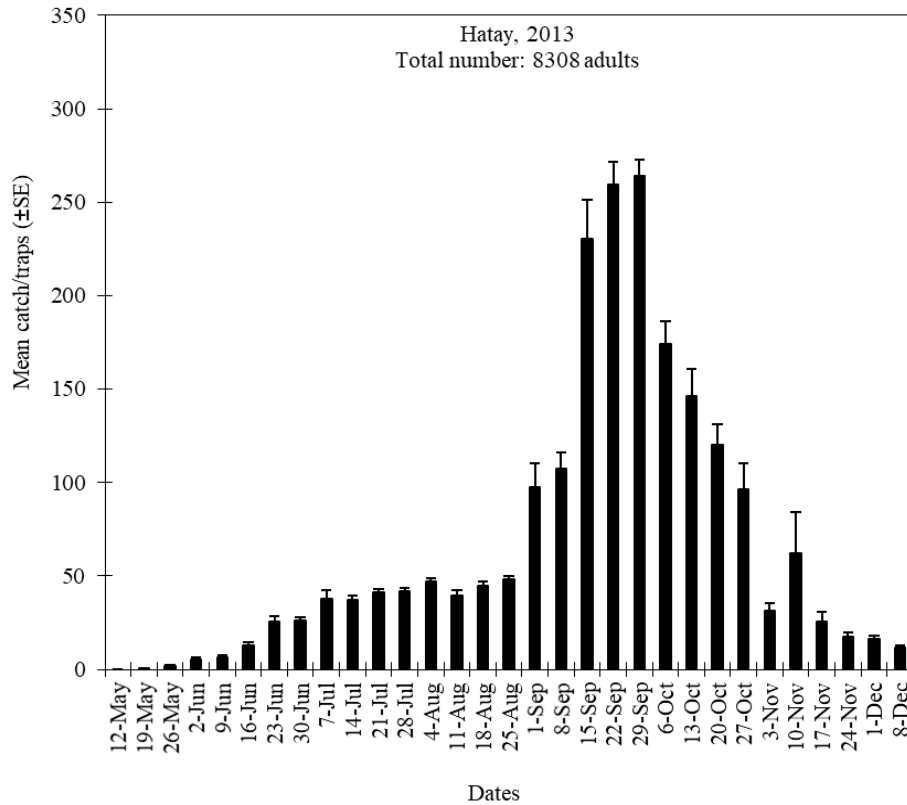


Figure 14. Mean ($\pm$ SE) weekly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 5 to December 8 2013 in four orchards in Hatay Province.

Monthly fluctuations in adult captures are presented in Figure 15. Monthly captures of *C. gnidiella* adults showed the highest abundance in September, with 3,836 individuals representing 46.17% of the total catch. October ranked second with 2,150 adults (25.88%), followed by August with 720 (8.67%), July with 633 (7.62%), November with 545 (6.56%), June with 303 (3.65%), December with 113 (1.36%), and May with only 8 (0.09%). Adult activity was minimal in May and remained relatively low in June and July (3.65% and 7.62%, respectively). A moderate increase was observed in August (8.67%), followed by a sharp peak in September (46.17%) and a secondary high in October (25.88%). Activity then declined to 6.56% in November and further to 1.36% in December. Overall, the highest number of moths was recorded in September (3,836 individuals, 46.17% of total captures), followed by October (2,150 adults, 25.88%), August (720 adults, 8.67%), July (633 adults, 7.62%), November (545 adults, 6.56%), June (303 adults, 3.65%), December (113 adults, 1.36%), and May (8 adults, 0.09%).

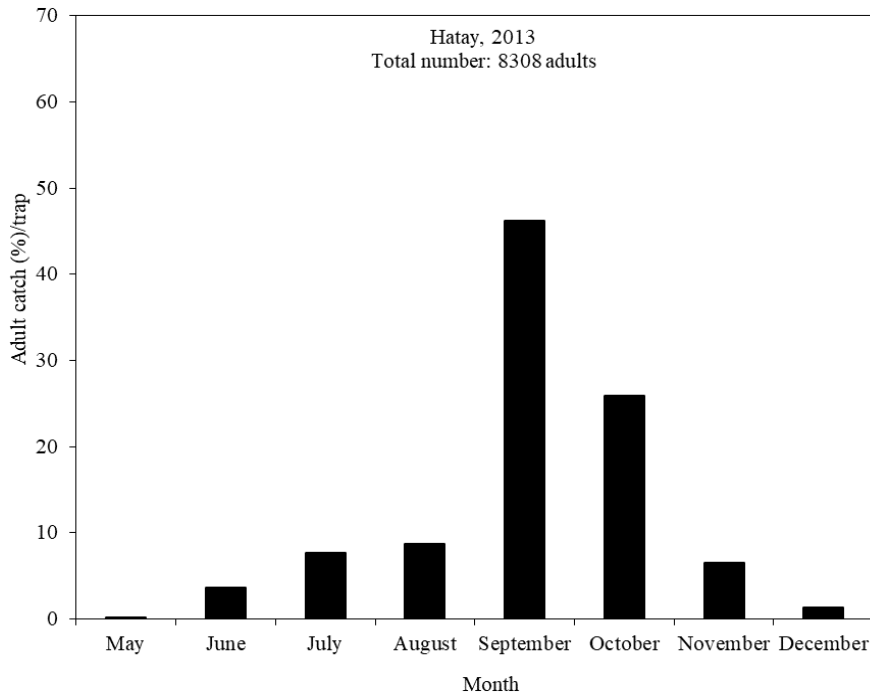


Figure 15. Percentage of monthly catches of *C. gnidiella* adult males in pheromone traps, recorded from May 5 to December 8 2013 in four orchards in Hatay Province.

Assessment of larval damage in 2012-2013

Fruit damage caused by *C. gnidiella* larvae varied among orchards (Figure 16). The highest infestation level was recorded in Orchard II (9.52%), followed by Orchard I (6.55%), Orchard IV (5.45%), Orchard VII (5.35%), Orchard III (5.25%), Orchard V (4.72%), and Orchard VI (4.52%).

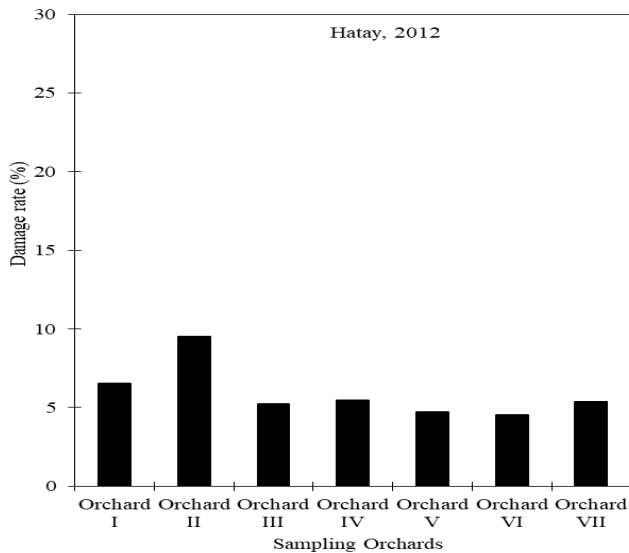


Figure 16. Damage rates of *C. gnidiella* larvae in seven orchards in Hatay Province in 2012

Fruit damage caused by *C. gnidiella* larvae varied among the sampled orchards (Figure 17). The highest infestation level was recorded in Orchard III (12.25%), followed by Orchard IV (10.25%), Orchard I (7.25%), and Orchard II (6.75%).

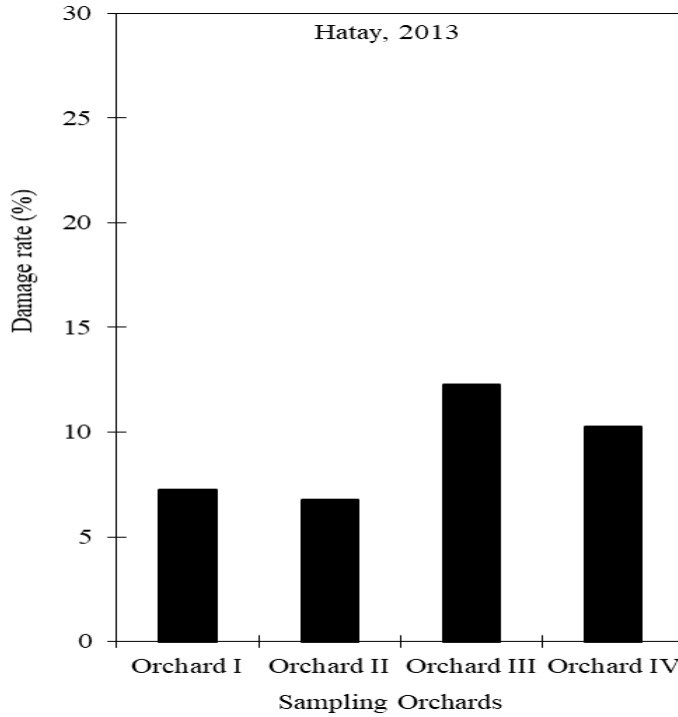


Figure 17. Damage rates of *C. gnidiella* larvae in four orchards in Hatay Province in 2013

The results of this study confirm that *C. gnidiella* is a significant pest of pomegranate orchards in Hatay province, with populations capable of completing up to four generations annually. Consistent with previous reports (Öztürk, 2010; Öztürk & Ulusoy, 2011), the highest damage was associated with the later generations, particularly in late-harvested orchards and fruits not stored under cold conditions.

Previous studies have documented similar damage patterns across different host plants. Liotta & Mineo (1964) reported that larvae primarily feed on fruits but also attack leaves, shoots, and small branches. In Israel, Ascher et al. (1983) identified *C. gnidiella* as a major pest of avocado, citrus, grapes, and pomegranates, causing leaf and fruit drop. Botton et al. (2003) observed that larval feeding on grapes damages branches and clusters, leading to wilting, fruit drop, and increased susceptibility to fungal infections, thereby reducing wine quality. Similarly, Silva & Mexia (1999) found that larvae feeding on sweet oranges caused both external and internal damage, resulting in premature ripening and fruit drop, while Moore (2003) reported similar damage on lemon fruits. In South Africa, *C. gnidiella* has been associated with yield losses of 5% in the Eastern Cape and over 50% in the Western Cape (Moore, 2003).

The pest is also economically significant in South America. Bisotto de-Oliveira et al. (2007) highlighted its impact on grapevines in Rio Grande do Sul, Brazil, and Sellanes et al. (2010) reported its importance in Brazil and Uruguay. In Egypt, El-Zemaity et al. (2009) identified *C. gnidiella* as the most important pest of stored garlic, with infestation rates after four months of storage reaching 21.68% in the Balady variety, 32.39% in Sids 40, 44.88% in the American variety, and 70.99% in the Chinese variety, accompanied by reductions in essential oil content.

In Turkey, Öztürk (2010) documented larval feeding on pomegranate and citrus crops, including flowers, fruit crowns, peel, pulp, seeds, leaves, and the inner fruit beneath the calyx, with damage rates ranging from 6.4% to 41.2%. Öztürk & Ulusoy (2011) reported average damage levels of 33.1% in 2008 and 25.7% in 2009. More recent surveys in Hatay by Sürmeli & Demirel (2014) found damage levels between 4.5% and 9.5% in orchards where adults were detected.

The higher infestation rates observed in 2013 compared with 2012 were likely influenced by above-average temperatures and drought, which extended adult activity into December and prevented

diapause. These results are consistent with findings from Ascher et al. (1983) and Silva & Mexia (1999), who noted that *C. gnidiella* populations and damage increase under favorable climatic conditions. Although the damage levels observed in this study (4.52–12.25%) were lower than those reported by Öztürk (2010), they are consistent with more recent assessments in Hatay (Sürmeli & Demirel, 2014), highlighting the influence of local climate, orchard management practices, and harvest timing on pest pressure.

Previous studies have reported similar patterns of damage by *C. gnidiella* larvae across different host plants. Liotta & Mineo (1964) noted that larvae primarily attack fruits but may also feed on leaves, shoots, and small branches. In Israel, Ascher et al. (1983) identified *C. gnidiella* as an important pest of avocado, citrus, grapes, and pomegranates, causing leaf and fruit drop. Botton et al. (2003) reported that larvae feeding on grapes damage branches and clusters, leading to wilting and fruit drop, while also predisposing fruits to fungal infections and reducing wine quality.

Similarly, Silva & Mexia (1999) observed that larvae feeding on sweet oranges cause both external and internal damage, resulting in premature ripening and fruit drop, while Moore (2003) recorded larval feeding damage on lemon fruits. In South Africa, *C. gnidiella* was reported to cause yield losses of 5% in the Eastern Cape and over 50% in the Western Cape (Moore, 2003).

Further studies confirm its economic importance in South America. Bisotto de-Oliveira et al. (2007) identified the pest as a key threat to grapevines in Rio Grande do Sul, Brazil, while Sellanes et al. (2010) highlighted its significance in both Brazil and Uruguay. In Egypt, El-Zemaity et al. (2009) reported *C. gnidiella* as the most important pest of stored garlic, with infestation rates after four months of storage reaching 21.68% in the Balady variety, 32.39% in Sids 40, 44.88% in the American variety, and 70.99% in the Chinese variety. Infestations were also associated with reductions in garlic essential oil content, underscoring the need for effective management strategies.

In the Eastern Mediterranean region of Turkey, Öztürk (2010) documented feeding on pomegranate and citrus crops, including flowers, fruit crowns, peel, pulp, seeds, leaves, and the inner fruit beneath the calyx. Reported damage rates in pomegranate ranged between 6.4% and 41.2%. In subsequent work, Öztürk & Ulusoy (2011) estimated average damage levels of 33.1% in 2008 and 25.7% in 2009, with orchard-specific values ranging from 6.4% to 41.2%. More recently, Sürmeli & Demirel (2014) surveyed pomegranate orchards in Hatay province and found damage levels ranging between 4.5% and 9.5% in orchards where adults were detected.

The honeydew moth (*C. gnidiella* Millière) is recognized as a significant pest of pomegranate (*P. granatum*) in several countries, causing both quantitative and qualitative yield losses. In Turkey, infestation rates in pomegranate orchards ranged from **6.4% to 41.2%** during 2008–2009, while lower rates of **4.5% to 9.5%** were recorded in 2012 (Öztürk & Ulusoy, 2009; Demirel, 2016). In Egypt, coastal orchards experienced damage levels between **2.48% and 5.6%** (El-Zemaity & El-Sayed, 2009). Spanish orchards reported damage rates of **2.5% to 4.5%** (Molina, 1998), whereas in Greece, damage ranged from **4.5% to 9.5%** (Simoglou & Tzanakakis, 2025). These variations in infestation and damage levels are influenced by multiple factors, including regional climate, orchard management practices, cultivar susceptibility, and the implementation of pest control measures (Ben Yehuda et al., 1991; CABI, 2012).

Seasonal dynamics and orchard-level abundance of *C. gnidiella* were monitored in 2012 and 2013 across multiple orchards. In 2012, a total of 8,051 adults were captured across seven orchards, with Orchard II recording the highest abundance (1,413 individuals) and Orchard VI the lowest (804). In 2013, 8,308 adults were captured across four orchards, with peak numbers in Orchard IV (2,455). Weekly and monthly mean captures in both years revealed a pronounced seasonal trend, with adult activity low in early summer, increasing sharply in late August–September, and peaking between mid-September and early October. September and October together accounted for more than 70% of annual captures, indicating the period of highest pest pressure. Damage rates varied among orchards, ranging from 0.21% to 12.25%, reflecting differences in local population densities, environmental conditions, and management practices.

Conclusion

The present study demonstrated distinct seasonal fluctuations in the population dynamics of *Cryptoblabes gnidiella* across multiple pomegranate orchards during 2012 and 2013. Adult captures were consistently low in early summer, increased markedly from late August to September, and reached their peak between mid-September and early October. This peak coincided with pomegranate fruit ripening and the harvesting of adjacent corn fields, suggesting that adult migration from alternative host plants contributes to late-season infestations. Variations in infestation rates among orchards (0.21–12.25%) likely reflect differences in local population densities, microclimatic conditions, and orchard management practices.

These results highlight the necessity of an integrated pest management (IPM) framework for *C. gnidiella* in pomegranate production systems. Effective control should rely on early-season monitoring with pheromone traps to detect initial population increases and guide intervention timing. Cultural practices, including orchard sanitation, removal of infested fruit, and timely harvesting, are essential to disrupt pest development. The incorporation of biological control agents, mass trapping, and mating disruption can further reduce population pressure while minimizing reliance on chemical control. When necessary, the use of selective insecticides should be precisely timed and applied according to monitoring data to target susceptible life stages and preserve natural enemies. Integration of these complementary tactics is expected to suppress *C. gnidiella* populations, reduce fruit losses, and promote sustainable pomegranate production consistent with the principles of IPM.

REFERENCES

- AbdelMoaty, R. M.; Hashim, S. M., & Tadros, A.W. (2017). Monitoring the Honeydew Moth, *Cryptoblabes gnidiella* Millière (Lepidoptera: Pyralidae) in Pomegranate Orchards in the Northwestern Region of Egypt. *J. Plant Prot. and Path.*, Mansoura Univ., 8 (10): 505 – 509.
- Anonim, (2011).T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Cilt:5., Ankara.
- Ascher, K.R.S., Eliyahu, M., Gurevitz, E. & Renneh, S. (1983). Rearing the honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella*, and the effect of diflubenzuron on its eggs. *Phytoparasitica*. 11(3–4):195–198.
- Aşkın, A. K., & Akça, İ. (2023). A New Invasive Polyphagous Pest, Brown Marmorated Stink Bug [Halyomorpha halys (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]:Biology And Control Methods. Alisherovich, D. B. (Eds.). in: Materials Of The International Scientific And Practical Conference: Phytosanitary Safety: Threats And Solutions Congress Book (s. 22-25).
- Aşkın, A.K., Yiğit, Ş., Saruhan, İ., & Akça, İ. (2022). Biyolojik preparatların *Halyomorpha halys* (Stål, 1885) (Hemiptera: Pentatomidae)’a karşı etkinliğinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*. 25(1): 100-104.
- Avıdov, Z., & Gothilf, S.(1960). Observations On The Honeydew Moth (*Cryptoblabes gnidiella* Milliere) İn Israel. *Ktavim* 10(3-4): 109–124.
- Avıdov, Z., & Harpaz, I. (1969). Plant Pests Of Israel. Israel Universities Press, Jerusalem. 188 Polish Journal of Entomology. 85 (2):
- Avidov, Z., & Gothilf, S. (1960). Observations on the biology of *Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Phycitidae: Lepidoptera). *Entomophaga*. 5(3): 207–214. <https://doi.org/10.1007/BF02374341>
- Avidov, Z., & Harpaz, I. (1969). *Plant pests of Israel*. Israel Universities Press.
- Bagnoli, B., & Lucchi, A. (2001). *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (Lepidoptera: Pyralidae), a new lepidopterous pest of grapes in Tuscany. *Informatore Fitopatologico*. 51(7–8): 67–71.
- Balachowsky, A.S. (1972). Entomologie appliquée a l’agriculture. Tome II. Lépidoptères. Deuxieme volume. Zygaenoidea Pyraloidea Noctuoidea. (Paris, France: Masson et Cie), pp. 1059–1634.

- Ben Yehuda, R., Harpaz, I., & Avidov, Z. (1991). Damage caused by *Cryptoblabes gnidiella* Mill. to pomegranate fruits in Israel. *Phytoparasitica*. 19(3): 217–223.
- Ben Yehuda, S., Wysoki, M., & Rosen, D. (1992). Phenology of the honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella* (Milliere) (Lepidoptera: Pyralidae), on avocado in Israel. *Israel Journal of Entomology*. Vol. XXV-XXVI: 149-160.
- Ben Yehuda, S., Wysoki, M., & Rosen, D. (1993). Laboratory evaluation of microbial pesticides against the honeydew moth (abstract). *Insect Science and its Application*. 14(5): 627-630.
- [Bhadauriya, A.P.S.](#), [Chauhan, A.K.S.](#), & [Chandel, B.S.](#) (2011). Studies on the life cycle of **Cryptoblabes gnidiella** Miller (Lepidoptera: *Pyralidae*) on hybrid sorghum. *Indian Journal of Entomology*. 73 (2):113-115.
- Bisotto-de-Oliveira, K. J., Botton, M., Garcia, M. S., & Nava, D.E. (2007). Ocorrência de *Cryptoblabes gnidiella* (Millière, 1867) (Lepidoptera: Pyralidae) em videira no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 29(1):189–192. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000100039>
- Bjostad, L. B., Wolf, W. A., Plimmer, J. R., Sower, L. L., & Roelofs, W. L. (1981). Sex pheromone of the honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella*. *Journal of Chemical Ecology*. 7(4): 681–694. <https://doi.org/10.1007/BF00987795>
- Bjostad, L.B., Gurevitz, E., Gothliff, S., & Roelofs, W.L. (1981). Sex attractant for the honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella*. *Phytoparasitica*. 9(2): 95-99.
- Bodenheimer, F.S. (1951). Citrus Entomology in The Middle East (The Honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella* Mill.) with Special References to Egypt, Iran, Irak, Palestine, Syria and Turkey. 55-58.
- Botton, M., Soria, S. de J., & Hickel, E.R. (2003). Uvas Viníferas para processamento em Regiões de Clima Temperado (in Spanish). Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção 4: 32 pp.
- CABI, (2000). *Crop Protection Compendium – Global Module* (Second edition). (Wallingford, UK: CAB International).
- CABI, (2012). *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (honeydew moth). In Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CABI.
- CABI, (2023). *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (honeydew moth). In Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CABI.
- Carter, D.J. (1984). Pest Lepidoptera of Europe: With Special Reference to the British Isles. Dordrecht: Dr W. Junk Publishers.
- Dana, A. K. (2012). Composition of Pomegranate Juice, Journal of AOAC International. 95: (1):163–168. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.11-178>.
- Demirel, N., Yıldırım, A.E., & Kılıç, G. (2018). Effectiveness of various attractants for Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on pomegranate fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 27(5): 3191-3198.
- Demirel, N.(2016). A study on occurrence and population trends of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards by using pheromone traps. *Entomology and Applied Science Letters*. 3(1): 26-31.
- Demirel, N. (2016). Population Density and Damage Ratios of Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) on Pomegranate Orchards in Turkey. *Entomology And Applied Science letters*. 3(5): 1-7.
- Demirel, N. (2016). Seasonal flight patterns of the honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella* Millière (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards as observed using pheromone traps. *Entomology and Applied Science Letters*. 3 (3):1-5.

- Demirel, N. (2019a). Efficacy of various attractants to Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on persimmon fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 28(7): 5390-5397.
- Demirel, N. (2019b). Trapping Genders of *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephritidae) and Other Dipteran With Various attractants on Pomegranate Fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 28(4): 2937-2941.
- Demirel, N. (2020). Population Fluctuation and Infestation Rates of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on Different Pomegranate Varieties in Hatay (Turkey). *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Tecnology*. 8(10): 2144-2147. Doi: 10.24925/Turjaf.V8i10.2144-2147.3617.
- Demirel, N. (2023a). Comparison of Food-Based Synthetic Attractants for Capture of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) on Persimmon Fruits. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*. 6(3): 302-310., Doi: 10.38001/Ijlsb.1354718.
- Demirel, N. (2023b). Infestation Rates of Mediterranean Fruit Fly [*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)] on Common Guava (*Psidium Guajava* L.) Fruits. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 28(3): 649-657. Doi: 10.37908/Mkutbd.1326527.
- Demirel, N., & Akyol, E. (2017). Evaluation of mass trapping for control of Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Satsuma mandarin in Hatay province of Turkey. *International Journal of Environmental Agriculture Research*. 3(12): 32-37.
- Elnagar, H. (2018). Population Dynamic of Honeydew Moth, *Cryptoblabes gnidiella* Miller in Vineyards Orchards. *Egypt. Acad. J. Biol. Sci. A Entomol.*, 11: 73–78.
- El-Zemarty, M.S., Salama, S.I., Ahmed, A.A., & Mahmoud, E.R. (2009). Some Factors Affecting The Susceptibility Of Four Garlic Cultivars To Infestation With *Cryptoblabes gnidiella* Milliere. *Arab Universities Journal Of Agricultural Sciences*. 17(1): 185–192.
- García-Gurrola, A., Martínez, A.L., Wall-Medrano, A., Olivas-Aguirre, F.J., Ochoa-Ruiz, E., & Escobar-Puentes, A.A. (2024). Phytochemistry, Anti-cancer, and Anti-diabetic Properties of Plant-Based Foods from Mexican Agrobiodiversity: A Review. *Foods*. 13:4176. <https://doi.org/10.3390/foods13244176>.
- Harari, A.R., Ben-Yakir, D., & Rosen, D. (2007). Pheromone mass-trapping of the honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella* (Millière), in vineyards in Israel. *Crop Protection*. 26(1): 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.06.017>
- Hashem, A. G., Tadros, A.W., & Abo-Sheasha, M. A. (1997). Monitoring the honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella* Mill in citrus, mango and grapevine orchards (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of Agricultural Science (Cairo)*. 42(1): 335-343.
- Ioriatti, C., Lucchi, A., & Varela, L.G. (2012). What do we really know on the harmfulness of *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) to grapevine? From ecology to pest management. *Phytoparasitica*. 40(1): 1–12.
- İyriboz, N., (1940). İncir Hastalıkları. *Zir. Vekâleti Neşr. Sayı: 489*, Kültür Basımevi, İzmir.
- Karsholt, O. (1996). *The Lepidoptera of Europe: A Distributional Checklist*. (Stenstrup, Denmark: Apollo Books), 380 pp.
- Karsholt, O., & Razowski, J. (1996). *The Lepidoptera of Europe. A Distributional Checklist*. Apollo Books, Stenstrup.
- Keçeci, M. (2021). The Population Dynamic of Honeydew Moth [*Cryptoblabes Gnidiella* Mill. (Lepidoptera: Pyralidae)] in Vineyard in Antalya. *Mediterr. Agric. Sci.*, 34: 169–173.
- Liotta, G. & Mineo, G. (1964). La *Cryptoblabes gnidiella* Mill. o tignola rigata delgi agrumi (Lep., Pyralidae) osserva zioni biologiche in Sicilia. *Bollettino Ist Entomologia Agraria e dell'Osservatorio di Fitopatologia di Palermo*. 5: 155–172.

- Liu, C.; Yang, M.; Li, M.; Jin, Z.; Yang, N.; Yu, H.; Liu, W. (2024). Climate Change Facilitates the Potentially Suitable Habitats of the Invasive Crop Insect *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller). *Atmosphere*, 15: 119.
- Lucchi, A., Bagnoli, B., Conte, G., Di Palma, A., Rosi, M. C., & Ladurner, E. (2018). Mating disruption of *Cryptoblabes gnidiella* in vineyards using a new reservoir pheromone dispenser. *IOBC-WPRS Bulletin*. 136: 84–91.
- Melgarejo-Sánchez, P., Núñez-Gómez, D., & Martínez-Nicolás, J.J. (2021). Pomegranate variety and pomegranate plant part, relevance from bioactive point of view: a review. *Bioresour. Bioprocess.* 8; 2. <https://doi.org/10.1186/s40643-020-00351-5>.
- Molet, T. (2013). *Pest datasheet: Cryptoblabes gnidiella* (Millière). USDA-APHIS-PPQ-CPHST.
- Molina, M. (1998). Damage caused by *Cryptoblabes gnidiella* Mill. to pomegranate fruits in Spain. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*. 24(3): 337–344.
- Moore, D. (2003). *Cryptoblabes gnidiella* (Millière). In: CABI/EPPO (eds), *Quarantine Pests for Europe*, 2nd edn. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Morton, J., (1987). Pomegranate. p. 352–355. In: *Fruits of warm climates*. Julia F. Morton, FL. Miami.
- Onur, C. (1988). Narda Bir Yenilik. *Derim, Cilt. 5, Sayı. 4*. 148–150 s.
- Özgüven, A. I. & Yılmaz, C. (2000). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Nar Yetiştiriciliği. Tübitak- Tarp Türkiye Tarımsal Araşt. Projesi Yayınları. <http://www.tubitak.gov.tr/togtag>
- Öztürk, N. (2010). Doğu Akdeniz Bölgesi Nar ve Turunçgil Alanlarında Zararlı Portakal güvesi, *Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Lep.: Pyralidae)’nın Mücadelesine Esas Bazı Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 108 s.
- Öztürk, N. (2018) Creating a Degree-Day Model of Honeydew Moth [*Cryptoblabes Gnidiella* (Mill., 1867) (Lepidoptera: Pyralidae)] in Pomegranate Orchards. *Turk. J. Entomol.*, 42: 53–62.
- Öztürk, N., & Ulusoy M.R. (2012). Determination of Adult Population Dynamics and Generation Number of Honeydew Moth (*Cryptoblabes gnidiella* Milliere, 1867 (Lepidoptera: Pyralidae)) in Pomegranate Orchards in the Eastern Mediterranean Region. *Turkish Journal of Entomology*. 36(1): 101–112.
- Öztürk, N., & Ulusoy, M. R. (2009). Determination of host plants and damage rates of *Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in Turkey. *Turkish Journal of Entomology*. 33(2): 149–157.
- Öztürk, N., & Ulusoy, M.R. (2013). Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) ve Mısır (*Zea mays* L.)’da Yeni Bir Zararlı, Portakal güvesi [*Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Lepidoptera: Pyralidae)]. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*. 6 (1): 06-09.
- Öztürk, N., & Ulusoy, MR (2011) Determination of hosts of honeydew moth [*Cryptoblabes gnidiella* Mill., 1867 (Lepidoptera: Pyralidae)] and damage ratio on pomegranate fruits in the Eastern Mediterranean region. *Bitki Koruma Bülteni*. 51(3): 231-238.
- Pala, H., Canihoş, E., Öztürk, N., Yılmaz, C., Özgüven, A.I., & Ulusoy, M. R. (2004). Nar hastalıkları ve zararları ve mücadelesi. Tübitak, Ç.Ü., ve A.Z.M.A.E. 17 s.
- Ricciardi, R., Di Giovanni, F., Cosci, F., Ladurner, E., Savino, F., Iodice, A., Benelli, G., Lucchi, A. (2021). Mating Disruption for Managing the Honeydew Moth, *Cryptoblabes gnidiella* (Millière), in Mediterranean Vineyards. *Insects*. 12: 390.
- Robinson, G. S., Ackery, P.R., Kitching, I.J., Beccaloni, G.W., & Hernández, L.M. (2010). HOSTS - A Database of the World's Lepidopteran Hostplants. Natural History Museum, London. Accessed March 21, 2013 from: <http://www.nhm.ac.uk/hosts>.

- [Salama, S. I.](#) (2008). Biological studies on *Cryptoblabes gnidiella* (Lepidoptera: Pyralidae) infesting stored garlic. [Annals of Agricultural Science \(Cairo\)](#). 53 (2): 397-402.
- SAS Institute Inc.,(1998). SAS/STAT User's Guide, Version 6 Edition. SAS Institute Inc., NC. Cary.
- Sasmal, N., & Kulshreshtha, J.P. (1978). Biology and control of the pests *Cryptoblabes gnidiella* and *Nymphula responsalis* of *Azolla anabaena*, a nitrogen fixing fern. *Oryza*. 15(2): 204–207.
- Sasmal, N., & Kulshreshtha, J.P. (1984). *Cryptoblabes gnidiella* (Mill.), a pest of 'Azolla' infests rice. *Rice Research Newsletter*. 5(1–2): 2.
- [Satapathy, K. B.](#), & [Singh, P. K.](#) (1987). Effect of the pesticides carbofuran and phosphate on the growth of water fern *Azolla pinnata* R. Br. varieties and their pests. [Beiträge zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinärmedizin](#). 25 (4): 411-417.
- [Sellanes, C.](#), & [González, A.](#) (2014). The potential of sex pheromones analogs for the control of *Cryptoblabes gnidiella* (Lepidoptera: Pyralidae), an exotic pest in South America. [IOBC/WPRS Bulletin](#). (99): 55-60.
- Sellanes, C., Hernández, C., & Franco, J. (2010). Occurrence of *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (Lepidoptera: Pyralidae), a new pest of grapes in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*. 14(2): 59–64.
- Sellanes, C., Rossini, C., & González, A. (2010). Formate Analogs As Antagonists of the Sex Pheromone of the Honeydew Moth, *Cryptoblabes gnidiella*: Electrophysiological, Behavioral and Field Evidence. *Journal of Chemical Ecology*. 36(11): 1234–1240.
- Shiva, A. & Shiva, M.P. (2004). *Punica granatum* (Pomegranata). *Punica granatum* (Pomegranata). 23 s.
- Silva, E.B., & Mexia, A. (1999). The Pest Complex *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (Lepidoptera: Pyralidae) and *Plannococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae) on Sweet Orange Groves (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) in Portugal: Interspecific Association. *Boletín De Sanidad Vegetal Plagas*. 25(1): 89–98.
- Simoglou, K.B., & Tzanakakis, M.E. (2025). *Cryptoblabes gnidiella* (millière, 1867) (Lepidoptera: Pyralidae): A review of its biology, distribution, and management strategies. *Insects*. 16(1): 63.
- Simoglou, K.B., Topalidis, I., Avtzis, D.N., Kaltsidis, A., & Roditakis, E. (2025). *Cryptoblabes gnidiella* Millière (Pyralidae, Phycitinae): An Emerging Grapevine Pest in Greece. *Insects*. 16 (1): 63. <https://doi.org/10.3390/insects16010063>
- Singh, Y.P., & Singh, D.K. (1995). Bionomics of *Cryptoblabes gnidiella* Millèr. A pest of sorghum. *Advances in Agricultural Research in India*. 3:119–129.
- Singh, Y.P., & Singh, D.K. (1997). Host plants, extent of damage and seasonal abundance of earhead caterpillar *Cryptoblabes gnidiella* Millèr. *Advances in Agricultural Research in India*. 7:133–137.
- Sürmeli, M., & Demirel, N. (2014). Hatay İli Nar Bahçelerinde Portakal Güvesi, *Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Lepidoptera: Pyralidae)'nin yayılışı, Populasyon Yoğunluğu ve Zarar Oranının Belirlenmesi. *Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi*. 3-5 Şubat 2014, 2014.
- Swailem, S.M. & Ismail, I.I. (1972). On the biology of the honey dew moth *Cryptoblabes gnidiella*, Millière. *Bulletin de la Societe Entomologique d'Egypte*. 56:127–134.
- Swirski, E., Rosen, D., & Podoler, H. (1980). The Mediterranean honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella* (Mill.) (Lepidoptera: Phycitidae), in Israel. *Phytoparasitica*, 8(1), 3–12. <https://doi.org/10.1007/BF02995945>
- Toledo, J., & Albuja, E. (2005). Project of Technical Standards for Pomegranate Integrated Production in Valencia (CIHEAM-Options Mediterraneennes). <http://ressources.ciheam.org>.
- Uluç, F.T., & Demirel, N. (2009). Seks Feromon Tuzakları Kullanılarak Hatay Nar Bahçelerinde Harnup Güvesi *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)'nin Popülasyon

- Yoğunluklarının Belirlenmesi. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz 2009, 380 s. Van.
- Vıdart, M.V., Mujica, M.V., Calvo, M.V., Duarte, F., Bentancourt, M., Franco, J., & Scatoni, I.B. (2013). Relationship Between Male Moths of *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (Lepidoptera: Pyralidae) Caught in Sex Pheromone Traps and Cumulative Degree-Days in Vineyards in Southern Uruguay. Springer Plus 2: 258.
- Wysoki, M. (1986). New records of Lepidopterous pests of macadamia in Israel. *Phytoparasitica*. 14(2): 147.
- Wysoki, M., Yehuda, S.B., & Rosen, D. (1993). Reproductive behavior of the honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella*. *Invertebrate Reproduction and Development*. 24(3): 217–224.
- [Wysoki, M.](#); [Haan, P. de](#); & [Izhar, Y.](#) (1986). Influence of a spore killed *Bacillus thuringiensis* preparation (Toarow CT) on mortality of two avocado pests, the giant looper *Boarmia selenaria* and the honeydew moth *Cryptoblabes gnidiella*. [Alon Hanotea](#). 40 (11): 1043-1049.
- Yehuda, S.B., Wysoki, M. & Rosen, D. (1991/1992). Phenology of the honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella* (Millière) (Lepidoptera: Pyralidae), on avocado in Israel. *Israel Journal of Entomology*. 25–26: 149–160.
- Yunus, A. & Ho, T.H. (1980). *List of Economic Pests, Host Plants, Parasites and Predators in West Malaysia (1920–1978)*. (Kuala Lumpur, Malaysia: Ministry of Agriculture, Malaysia), 538 pp.
- Zimmerman, E. C. (1958). *Insects of Hawaii: Volume 8, Lepidoptera: Pyraloidea*. University of Hawaii Press.

ÜLKEMİZDE KIRAZ (*Prunus avium* L.) ÜRETİMİNDE EKONOMİK OLARAK ZARARLI TÜRLERİN İNCELENMESİ VE MÜCADELE YÖNETİMİ

Teslime PİLAV¹
Işıl ÖZDEMİR²

GİRİŞ

Tarım sektörü, hem ekonomik kalkınmanın temel dinamiklerinden biri hem de toplumların gıda ihtiyacını karşılamada vazgeçilmez bir alandır. Meyvecilik ise tarımın özel bir kolu olarak yüksek katma değer yaratmakta ve ihracata yönelik stratejik ürünlerin başında gelmektedir (Öz, 1998). Bu çerçevede kiraz (*Prunus avium* L.), Türkiye için yalnızca iç piyasada değil, dış ticarete de büyük önem taşıyan bir meyve türüdür. Türkiye, dünya kiraz üretiminde ilk sıralarda yer almakta olup, özellikle Avrupa pazarına yönelik ihracatta önemli bir paya sahiptir. Ancak, kiraz üretiminde verim ve kaliteyi etkileyen birçok biyotik faktör bulunmaktadır (Tezcan ve ark., 1998; Öztürk ve ark., 2005; Çelik ve Sarıaltın, 2019; Soysal, 2024). Bu faktörlerin başında zararlı organizmalar gelmektedir. Zararlılar, doğrudan meyve ve yapraklara zarar vermek suretiyle ürünün pazar değerini düşürmekte, dolaylı olarak da bitkinin genel sağlığını bozarak üreticilerin ekonomik kayıplar yaşamasına neden olmaktadır. Üstelik bazı zararlı türlerin birden fazla kuşakta çoğalabilmesi, kimyasal mücadeleye karşı direnç geliştirebilmesi ve yayılım hızlarının yüksek olması, bu organizmalarla mücadeleyi daha karmaşık hale getirmektedir. Bu çalışma kapsamında, kiraz üretiminde ekonomik zarara neden olan bazı önemli türler incelenmiştir. Bunlar arasında Kiraz yaprakbiti, *Myzus cerasi* (Fabricius) (Hemiptera: Aphididae); Kiraz sineği, *Rhagoletis cerasi* (L.) (Diptera Tephritidae); Kiraz sülüğü, *Caliroa cerasi* (L.) (Hymenoptera: Tenthredinidae); Yaprak galeri güvesi, *Lyonetia clerkella* (L.) (Lepidoptera: Lyonetiidae); Adi yaprak bükücüsü, *Archips xylosteana* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae); Kiraz dip kurdu, *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera: Buprestidae); Meyve yazıcı böceği, *Scolytus rugulosus* Ratzeburg (Coleoptera: Curculionidae); Yaprakpiresi, *Psammotettix striatus* (L.) (Hemiptera: Cicadellidae) ve Kanadı noktalı sirke sineği, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) gibi türler yer almaktadır (Tezcan ve ark., 1998; Ulusoy ve ark., 1999; Çınar ve ark., 2004; Özkan ve ark., 2004; Kaçar ve Koca, 2020; Karaağaç ve Mutlu, 2022; Can ve ark., 2024). Bu zararlıların biyolojisi, zarar şekilleri, yayılış alanları ve mücadele yöntemleri detaylı olarak ele alınmıştır. Araştırmanın temel amacı, kiraz üretimini tehdit eden bu zararlıların daha yakından tanınmasını sağlamak ve bu organizmalara karşı uygulanabilecek etkili ve sürdürülebilir mücadele stratejilerini ortaya koymaktır.

Bu doğrultuda; literatür taraması, saha gözlemleri ve güncel zararlı yönetimi yaklaşımları kullanılarak bütüncül bir değerlendirme yapılmıştır. Günümüzde yalnızca kimyasal mücadeleye dayalı uygulamaların çevresel sorunlara, biyolojik çeşitlilik kaybına ve insan sağlığına olumsuz etkiler doğurabileceği bilinmektedir. Bu nedenle entegre zararlı yönetimi anlayışı doğrultusunda, kimyasal, biyolojik, biyoteknik ve kültürel mücadele yöntemlerinin birlikte ele alınması büyük önem arz etmektedir. Bu tez çalışması, kiraz üretiminde karşılaşılan temel zararlılara karşı uygulanabilecek entegre mücadele yöntemlerini analiz ederek, gerekli olduğunda gübre uygulaması tavsiyesi (Michailidis ve ark., 2021; Yener ve Altuntaş, 2021) ile üreticilere ve tarım sektöründeki diğer paydaşlara uygulanabilir öneriler sunmayı amaçlamaktadır.

Kiraz Siyah Yaprakbiti, *Myzus cerasi* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Aphididae)

Tanımı ve Yaşayışı: Erginleri, yuvarlak vücutlu, parlak siyah veya koyu esmer bir renge sahiptir. Kornıkları iyi gelişmiş, vücutları silindirik bir yapıya sahiptir. Yumurtaları siyah ve uzun oval formda olması ile tanınır. Kiraz ve vişne ağaçlarında kışlama alışkanlıkları, bu yaprak bitlerinin gelişim

¹ Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kartepe, Kocaeli, isil.ozdemir@kocaeli.edu.tr

² Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kartepe, Kocaeli, teslimep0@gmail.com

döngüsünde belirgin bir rol oynar. Tomurcukların etrafında ve ağaçların dallarında kışlayabilmeleri, onları olumsuz hava koşullarından koruyarak popülasyonlarının sürdürülmesine katkı sağlar. Bu tür yaprak bitlerinin döllemsiz üremeye de adapte olabilmesi, çeşitli iklim şartlarına ve bölgelerin ekolojik koşullarına bağlı olarak hızlı bir şekilde çoğalabilmelerini sağlar. Hava koşulları sertleştiğinde, yumurtalarını çok yıllık ağaçlara bırakarak kışı geçirme stratejileri, türün hayatta kalma yeteneğini artırır. Yaprak bitleriyle yapılan mücadelelerin etkinliği için bu biyolojik ve ekolojik bilgilerin dikkate alınması, doğal düşmanların kullanımı ve tarımsal yönetim uygulamalarının geliştirilmesi açısından büyük önem taşır. İlkbahar aylarında kışlayan yumurtalardan çıkan nimfler, genç sürgün ve yaprakların alt yüzeylerinde beslenmeye başlar. Bu dönemde hızlı bir şekilde gelişerek birkaç döl meydana getirirler. Mayıs–Haziran aylarına gelindiğinde, popülasyonda kanatlı ergin bireyler görülür. Kanatlı formlar, ara konukçu bitkilere uçarak yaz aylarını bu bitkiler üzerinde geçirir. Sonbaharda ise yeniden esas konukçuları olan kiraz ve vişne ağaçlarına geri dönerler. Bu dönemde çiftleşen dişiler, yumurtalarını tomurcukların çevresine ve ince dallara bırakır. *M. cerasi* bireyleri yumurtalarını Kiraz ağacının genç sürgünlerine tomurcuk ile sürgünlerin arasına braktığı, eski dallara bırakmadığı kaydedilmiştir (Börner ve Heinze, 1957; Blackman ve Eastop, 2025). Bu döllenmiş yumurtalar kışı geçirir ve ertesi ilkbaharda yeni bireylerin çıkışıyla döngü yeniden başlar. Bazı bölgelerde ise popülasyonun bir kısmı yaz boyunca ara konukçulara göç etmeksizin, esas konukçusu olan kiraz ve vişne ağaçları üzerinde yaşamını sürdürebilmektedir (Bodenheimer ve Swiski, 1957; Blackman ve Eastop, 2025).

Zarar Şekli: Kiraz siyah yaprakbiti, *Myzus cerasi* ergin ve nimfleri yaprak ve sürgünlerde sokucu emici ağız yapısı ile önemli zarar meydana getirirler. Salgıladıkları tatlımsı maddeler nedeniyle fumajine neden olurlar. Yaprakların alt yüzlerinde nimf ve erginler beslenerek ekonomik önemde zarara sebep olurlar. Zarar şekli yaprakları kıvrması ve sürgünleri geliştirmemesidir (Şekil 1). Virüs hastalıklarından Bean yellow mosaic potyvirus, Celery mosaic potyvirus, Onion yellow dwarf potyvirus ve Potato y potyvirus gibi virüsleri non- persistent olarak nakletmektedir (Kenendy ve ark., 1962; Bokx ve Piron, 1990; Blackman ve Eastop, 1994; Blackman ve Eastop, 2000; Blackman ve Eastop, 2025).



Şekil 1. *Myzus cerasi* zarar şekli

Mücadele Yöntemleri

Kültürel Önlemler: Yabancı ot mücadelesi yaprakbiti popülasyonunu önemli oranda düşürülmesine fayda sağlar. Dikimi yapılan ürünün bağlı olduğu familyadan diğer bitkilerin çevrede olmamasına dikkat edilmelidir. Toprak analizi yapıldıktan sonra ihtiyaca göre uygun gübre verilmeli ve usulüne uygun olarak sulanmalıdır (Anonim, 2025b).

Biyolojik Mücadele: Kiraz siyah yaprakbiti ekosistem dengesinin korunmasında önemli bir rol oynayan doğal düşmanlara sahiptir. Bu doğal düşmanlar arasında Anthocoridae (Hemiptera), Aphidiidae (Hymenoptera), Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae (Neuroptera) ve Syrphidae (Diptera) familyası türleri bulunmaktadır. Bu organizmaların biyolojik mücadelede etkin bir şekilde

kullanılması, kimyasal ilaçlamaya alternatif ve ekosistem dostu yaklaşımlar sunar. Biyolojik mücadelenin başarılı olabilmesi için, öncelikle kitle üretimine uygun türlerin belirlenmesi ve bu türlerin uygun konukçu bitkilerde sürekli olarak üretilmesi büyük önem taşır. Bu süreçte, salım işleminin sürdürülebilir olabilmesi için, doğal düşmanların yerleşmesini destekleyecek anahtar habitatların oluşturulması gerekmektedir (Öncüler, 1997). Anahtar habitatlar; doğal düşmanların gelişimini destekleyen bitkisel örtüler, sığınak ve besin kaynakları sağlayarak bu böceklerin popülasyonlarının artmasına yardımcı olacaktır. Biyolojik mücadele stratejileri arasında, doğal düşmanların uygun dönemlerde ve miktarlarda salımı, ekolojik dengeyi koruma amaçlı çeşitli kültürel uygulamalar ve insektisit kullanımını minimize etme yöntemleri bulunabilir. Bu sayede, kiraz ağaçları üzerinde yapılacak olan mücadele, hem kaliteli meyve üretimini sağlamaya katkıda bulunacak hem de çevresel sürdürülebilirliğe destek sağlayacaktır. Sonuç olarak, kiraz siyah yaprakbiti ile mücadelede doğal düşmanların etkin bir şekilde kullanılması, tarımsal üretkenliğin artırılması ve çevre dostu bir tarım anlayışının benimsenmesi açısından son derece önemlidir. Bu noktada, sürekli takip ve gözlem yaparak ekosistemin dinamiklerine uygun stratejiler geliştirmek büyük yarar sağlayacaktır.

Kimyasal mücadele: Kiraz yaprakbitine karşı kimyasal ilaçlamadan özellikle hasat yaklaştığında kaçınılmalıdır. Bulaşıklık ekonomik zarar eşliğinin üstüne çıktığı durumlarda popülasyonu düşürmek için sadece bulaşık olduğu ağaçlar hedef alınarak kontrollü bir şekilde yapılmalıdır. Bitki Koruma Ürünleri veri tabanından seçilebilecek 240 g/l Sulfoxaflor ve %20 Acetamiprid etken maddeli bir preparat önerilebilir (Anonim, 2025j).

Kiraz Sineği, *Rhagoletis cerasi* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Tephritidae):

Tanımı ve Yaşayışı: Ergin bireyler arasında belirgin cinsiyet farkı bulunmaktadır; erkekler 3,6–4,0 mm, dişiler ise 4–5 mm boyundadır. Toraks dikkat çekici siyahımsı ve skutellum sarı renklidir. Bu özellikleri türün tanımlanmasında karakteristik özelliklerdir. Gözler yeşilimsi mavi, bacaklar siyah renkte olup, şeffaf kanatlarda üç adet boyuna ve kosta boyunca kanadın ucuna kadar uzanan geniş mavimsi-siyah bir bant bulunur. Erkeklerin abdomeni dişilere göre daha dar ve ovalimsi yapıdadır. Yumurtalar oval, süt beyazı renkte ve 0.7–0.9 mm uzunluğundadır. Larvalar silindirik, bacaksız ve krem beyazı renkte olup, birinci dönem larvalar 0.6–1.7 mm, pupa öncesi larvalar ise 3.4–4.8 mm uzunluğundadır. Pupalar açık sarı renkte, fıçı şeklinde ve 2.8–4.2 mm boyundadır.

R. cerasi kışı toprakta pupa halinde geçirir. Ergin çıkışı, toprak sıcaklığı ve nemine bağlı olarak genellikle nisan sonu–mayıs başı döneminde başlar. Erginlerin çıkışı için ortalama sıcaklığın 15°C'nin üzerinde olması gereklidir (Özdem ve Kılınçer, 2009; Kaplan, 2019). Erginler beslendikten yaklaşık bir hafta sonra çiftleşir. Dişiler, vurma olgunluğuna gelmiş kiraz meyvelerinin kabuğunu ovipozitörleriyle delerek yumurtalarını meyve kabuğunun altına bırakır. Yumurtalarını bırakan dişi meyveye kokusunu yani feromonunu da bıraktığı için, aynı meyveye diğer dişiler tarafından ikinci bir yumurta bırakılmasını engeller. Yumurtadan çıkan larvalar meyvenin etli kısmında beslenerek gelişir ve olgunlaştıklarında meyveyi delip toprağa geçer. Toprakta 3–5 cm derinlikte pupa olurlar. Yumurta–larva süresi 9–10 gün, larva–pupa süresi 29–33 gün arasında değişir. Tür yılda bir döl vermektedir (Özdem, 2001; Anonim, 2025b).

Zarar Şekli: *R. cerasi* larvaları, kiraz ve vişne meyvelerinin etli dokusunda beslenerek ciddi ürün kayıplarına yol açar (Özdem, 2001; Anonim, 2025b). Larvaların beslenmesi sonucunda meyveler çoğu zaman erken olgunlaşır, buruşur ve dökülür. Kurtlu meyveler pazar değeri açısından kabul edilmez nitelikte olduğundan, ürün kalitesi ve ticari değeri önemli ölçüde azalır. Zararlı genellikle geç dikilen kiraz çeşitlerinde, özellikle haziran ayında olgunlaşan meyvelerde yoğun şekilde zarar oluşturur. Buna karşılık erkenci çeşitlerde, meyvelerin olgunlaşma dönemi sineğin uçuş zamanından önce gerçekleştiği için zarara nadiren rastlanır. İklim koşulları zararlının etkisini doğrudan belirler. Aralıklı yağışların görüldüğü, günlük ortalama sıcaklıkların 16–18°C'nin üzerine çıktığı ve sıcak gün sayısının arttığı dönemlerde popülasyon yoğunluğu ve zarar oranı belirgin şekilde artar. Salgın yıllarında ürün kaybı %80'e kadar ulaşabilir. Kiraz sineği, kiraz ve vişne üretiminde en önemli zararlı tür olarak kabul edilir. Özellikle ihracat amaçlı kirazlarda bu zararlıya tolerans gösterilmemektedir (Tezcan ve ark., 1998; Kovancı, 1998).

Mücadelesi

Kültürel Önlemler: Ekim öncesi toprağın derin sürümü önemli bir işlemdir. Kiraz hasadında ağaç üzerinde meyve bırakılmaması, yere düşenlerin toplanarak imha edilmesi mücadele stratejisinde başarılı olmaktadır. Aşılı olmayan ya da doğal olarak yetişen kiraz fidanları ve *Lonicera* türlerinin bahçelerde bulundurulmaması da öneriler arasında yer almaktadır (Anonim, 2025b).

Biyolojik Mücadele: Kiraz üretim alanlarında faydalı böcek faunasının desteklenmesi için kültür haline getirilmemiş gül ve böğürtlen gibi habitatı zenginleştirecek ve faydalıları artıracak üzerinde çiçek olan bitkiler bu alanların çevresinde bulundurulmalıdır. Mücadelede sürdürülebilirliği sağlamak açısından önemlidir (Öncüler, 1997; Özkan ve ark., 2004).

Biyoteknik Mücadele: Kiraz bahçelerinde *R. cerasi*'nin popülasyon dinamiğini izlemek amacıyla görsel sarı yapışkan tuzaklar ve amonyak kapsülleri kullanılmaktadır. Erkenci kiraz çeşitlerinde bu tuzaklar, meyvelerin ben düşme döneminde, yani meyve renginin sarımsı pembe, pembemsi sarı veya sarımsı tonlarda olduğu evrede; geç ekilen çeşitlerde ise sarımsı yeşil renk döneminde yerleştirilir. İzleme amacıyla her dekar alana iki adet tuzak olacak şekilde, tuzaklar ağaçların güneydoğu yönündeki dış kısımlarına, yerden 1,5–2 m yüksekliğe asılır. Tuzaklar, ilk ergin bireyler tespit edilinceye kadar haftada 2–3 kez kontrol edilir. Bahçede ilk erginin görülmesinin ardından, popülasyonu baskılamak amacıyla kitle halinde tuzakla yakalama yöntemi uygulanır. Bu amaçla, bahçe içinde 15–20 m aralıklarla belirlenen ağaçların dört farklı yönüne, her biri 1,5–2,0 m yüksekliğe asılmak üzere görsel sarı yapışkan tuzaklar ve amonyak kapsülleri yerleştirilir. Yapışkan tuzaklar kirlendikçe temizlenmeli, yapışkan madde yenilenmeli veya tuzaklar değiştirilmelidir. Amonyak kapsüllerinin etkinliğini sürdürebilmesi için 4–6 haftada bir yenilenmesi gerekir. Özellikle kiraz sineği popülasyonunun yoğun olduğu ve geç ekilen çeşitlerden oluşan bahçelerde, kitle halinde tuzakla yakalama yöntemi, kimyasal mücadeleyle entegre edilerek daha etkili sonuçlar elde edilebilir (Kovancı, 1998; Kovancı ve Kovancı, 2000; Tezcan ve Okyar, 2004; Güneş, 2014; İnanç ve Güral, 2024; Anonim, 2025a, b).

Kimyasal Mücadele: Kiraz sineğine karşı kimyasal mücadele, tuzaklarda ilk ergin bireylerin tespit edilmesinden itibaren en geç bir hafta içinde başlatılmalıdır. Genellikle tek bir ilaçlama uygulamasıyla sezon geçirilebilir; birinci ilaçlamadan sonra tuzaklara kiraz sineği gelmeye devam ediyorsa, ilacın etki süresi ve hasat tarihi dikkate alınarak ikinci bir ilaçlama yapılabilir. Kimyasal mücadele iki farklı yöntemle gerçekleştirilmektedir: zehirli yem kısmi dal ilaçlaması ve kaplama ilaçlama. Zehirli yem kısmi dal ilaçlaması, popülasyon yoğunluğunun düşük olduğu, kiraz sezonunun yağışsız geçtiği yıllar ve bölgelerde önerilir. Bu yöntemde, cezbedici madde ve insektisit karışımı, ağaçların güneydoğu yönündeki yaklaşık 1.5–2 m²'lik kısmına uygulanır. İlaçlama sırasında meyvelerin iyice ıslanmasına dikkat edilmelidir. Uygulama, mümkün olduğunca meme çapı 2–3 mm olan iri zerrecikler atan sırt pülverizatörleriyle mekanik veya motorlu yapılmalıdır. Kapsama ilaçlama yönteminde ise bahçedeki tüm kiraz ağaçları meyve tutum döneminde ilaçlanır. Bu uygulama, popülasyonun yüksek olduğu veya yağışlı geçen dönemlerde daha etkili sonuç verir. %20 Acetamiprid, 10 g/l Azadirachtin, 240 g/l Tau-fluvalinate, %25 Spinetoram ve 790 g/l Neem Yağı + 0,3 g/l Azadirachtin A etken maddeli bir preparat önerilebilir (Anonim, 2025j).

Kiraz Sülüğü, *Caliroa cerasi* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Tenthredinidae):

Tanımı ve Yaşayışı: Erginleri, 5 mm boyunda ve parlak siyahımsı renktedir. Larvalar 7-9 mm boyunda ve yeşilimsi siyahımsı renktedir. Baş kısmı daha iri ve yanlara doğru olup, sonlara uca doğru gittikçe daralır. Ergin öncesi dönemde sümüksü kaygan bir madde ile kaplı olup bu nedenle Kiraz sülüğü adı verilmiştir. Yumurtası beyazımsı renkte, su damlasına benzer elips şeklinde ve yaprak epidermisi içerisine bırakılır. Bu zararlı, kışı toprağın 5-10 cm derinliğinde, ince bir kokon içinde ergin öncesi dönemlerini geçirir. Havaaların ısınmaya başladığı zamanlarda pupa olarak ergin öncesinde uyusuk dönem olarak son hazırlıklarını yapar (Çalmaşur, 2007; Anonim 2025b.).

Zarar Şekli: Kiraz sülüğü ülkemizde üretimi yapılan yerlerde görülür ve ekonomik olarak ciddi zarar verir. Ergin öncesi dönemi yaprağın damar kalacak şekilde yeşil aksamının tamamını yiyerek

meyve tutumunda aksaklılara neden olur. Yaprakta damar zarar görmemekle birlikte diğer kalan tüm kısım yenir. Bulaşma halinde çok kısa bir sürede çoğalarak ağır kayıplara sebep olur (İren, 1977; Ulusoy ve ark., 1999; Çalmaşur, 2007; Anonim, 2025b, c).

Mücadele yöntemleri

Kültürel Önlemler: Bir sonraki yıl ekim için hazırlanacak olan toprağın derin sürümü, toprakta pupa olarak kokon içinde bulunan zararlının popülasyonunu düşürecektir.

Biyolojik Mücadelesi: *Coccinella septempunctata* L., *Oenopia conglobata* (L.), *Psyllobora vigintiduopunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Diptera: Syrphidae) ve *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) gibi predatör türlerin tespit edildiği belirlenmiştir. Ayrıca, *C. carnea* larvalarının zararlının larvalarıyla beslendiği tespit edilmiştir. *C. cerasi*'nin neden olduğu zararı yönetebilmek için faydalıların etkinliği ile ilgili detaylı çalışmalar yapılmalıdır (Öncüler, 1997; Alasehat, 2025; Anonim, 2025b, c).

Kiraz Yaprak Galeri Güvesi, *Lyonetia clerkella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Lyonetiidae)

Tanımı ve Yaşayışı: Erginlerin ön kanatları 2-5 mm boylarındadır, Türlerine göre farklı şekillerde olan desenleri, arka kanatların darlığı ve uzun, bol saçaklı uçlara sahip küçük kelebeklerdir. Kanat açıklıkları 6–9 mm arasında değişir (Şekil 2) (Anonim, 2025d). Havaaların ısınmasıyla yumurtadan çıkan erginler yumurta bırakırlar. Bu güveler 2-5 arasında döl verirler.

Zarar Şekli: Zararlının ergin öncesi dönemleri, yeşil aksamın epidermis tabakasını sadece bir damar kalacak şekilde yiyerek zarar oluştururlar. Larvaların açtığı galerilerin şekli türlere göre farklılık gösterir ve bu farklılık türlerin ayırt edilmesinde kullanılabilir. Türler yaprak üzerinde yeşil aksamda beslenerek kendine özgü zarar biçimleri meydana getirir. Özellikle fidanlarda ve genç meyve ağaçlarında yoğun zarar vererek konukçuyu erken dönemde tercih ederler. Zarar gören yapraklar erken dökülür, bu da meyve veriminde azalmaya ve ürün kalitesinin düşmesine neden olur. Türkiye'nin elma yetiştirilen tüm bölgelerinde bu zararlılar yaygın olarak bulunur (Tezcan ve ark., 1998; Anonim, 2025b).

Mücadele yöntemleri

Kültürel önlemler: Zararlı, kiraz bahçelerinde bir önceki hasat döneminde kalan döküntü ve dalların olduğu toprakta kışı geçirir. Mücadele stratejisinde kuruyan ağaçların kabuk altları kontrol edilerek varsa larvalar imha edilmeli ve bu dallar ortadan kaldırılmalıdır. Bahçelerin temizliği yapılmalı, derin sürüm yapılarak toprakta kışlayan larvalar alt üst edilen toprağın yüzeyine çıkmaları sağlanarak elle toplanır ya da ortamda bulunan kemirgenler ve kuşlar tarafından yenmesi sağlanır.



Şekil 2. *Lyonetia clerkella* ergini (Anonim, 2025d)

Adi Yaprak Bükücüsü, *Archips xylosteana* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae)

Tanımı ve Yaşayışı: Adi yaprak бүкүcüsü ergininin birinci çift kanatları sarımsıdan kahverengiye değişen renklerde. Kanatlar üzerinde kızılımsı kahvemsı 3 adet leke ya da açık esmerimsi renkte belirgin olan leke bulunur. Ön kanadın köşesinde üçgenimsi küçük bir leke görülür. Arka kanatlar grimsi kahverengimsi tonlarındadır. Yumurtalarını kestane renginde olup genellikle 2 ila 100'lük 60 adetlik paketler halinde bırakır. Parazitlenmiş yumurtalar siyahımsı renk alır. Larvalar açık sarımsı yeşilimsi veya koyu yeşilimsi, baş kapsülü ise kahverengimsi siyahtır. Larvaya dışardan müdahale olduğunda ileri geri hareket ederek kendini geri atar ve salgıladıkları iplikçik ile aşağıya sarkıtırlar. Olgunlaşan larva 20–20,2 mm boylarındadır. Pupalarda kırmızımsı kahverengi olup *Archips rosanus*'unkilere göre daha uzundur. Bu türün biyolojisi Elma yaprak бүkeni, *A. rosanus* ile benzer özellikler gösterir. Kış yumurta döneminde ağaçların gövdeye yakın kalın dallarında, geçirir. Mart ayında ihtiyacı olan sıcaklıklarla birlikte yumurtalar açılır. Larva gelişmesini dört dönem değiştirerek 16–21 gün içinde tamamlar ve kıvrıdıkları yapraklar arasında, iklimi göre değişebilen genellikle mayısın ilk haftasında pupa olur. Erginler pupalardan 12–14 gün içinde çıkmaya başlar ve mayıs sonu ile sonları arasında popülasyonunu artırır ve temmuzun ilk haftalarına kadar devam eder. Erginler, çıkıştan 3–4 gün sonra yumurta bırakmaya başlarlar. Yumurtalar genellikle ağaç gövdesi ve kalın dalların toprağa bakan, düz ve pürüzsüz kabuk yüzeylerine bırakılır. Tür yılda bir döl verir (Anonim, 2025b).

Zarar Şekli: Zararının ergin öncesi dönemi bileşik değil de tek tek olan yaprakları tercih etmektedir. *A. rosanus*'un aksine yaprağın en ucundan yanlamasına şekilde kıvrarak, beyazımsı iplikçiklerle birbirine bağlayarak içinde beslenme yapılır. Genellikle bitkinin tüm organlarında beslenebilir ve ciddi zarar verebilir. Çok fazla konukçu tercihi olabilen bu zararlı kirazdan başka, elma, armut, fındık, nar, gül, ayva, kayısı, erik, badem, ceviz, diğer meyve ağaçları ve bazı süs bitkilerinde zararlıdır (Ulu ve ark., 1983; Tezcan ve ark., 1998; Özdemir ve ark., 2005; Polat ve Tozlu, 2010; Anonim, 2025b; Anonim, 2025e).

Mücadelesi

Mekanik Mücadele: Kış aylarında veya budama yapılırken çoğunlukla gövde ve kalın dallar üzerinde bulunan yumurta paketleri ezilerek yok edilmelidir. Ancak siyahlaşan parazitli yumurtalar ezilmemelidir.

Biyolojik Mücadele: *Trichogramma* türleri yumurta parazitoidi olarak oldukça başarılıdır, salımı yapılarak zararlı kontrol altında tutulur. *Trichogramma* türleri, ülkemizde üretimi yapılarak piyasada satışı yapılabilen bir biyolojik mücadele etmenidir. Yaprakbükkenlerin biyolojik mücadelesi bakımından, yumurta parazitoidi *Trichogramma* türlerinin ve Ichneumonidae familyasının önemi büyüktür (Uzun, 1990; Özder, 1999; Özdemir ve Özdemir 2002). Bu türlerin bulunduğu yerlerde ilaçlı mücadeleden mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır. Bilhassa kış ilaçlamaları yapılmamalıdır. Seçici bitki koruma ürünleri kullanılmalı ve ilaçlama zamanları, bu parazitoidler zarar görmeyecek şekilde ayarlanmalıdır (Öncüler, 1997; Polat ve Tozlu, 2010; Anonim, 2025b).

Kimyasal Mücadele: Yumurtadan çıkan larvalar için ek bir ilaçlama yapılması önerilmemektedir. Kiraz yaprak ve çiçekleri kontrol edildiğinde ve bahçe genelinde %6 bulaşma tespit edildiğinde kimyasal ilaç uygulaması önerilmektedir. Kimyasal ilaç uygulaması gerekli görüldüğünde larva çıkışları tamamlandığında tekrar edilerek mücadele stratejisinde kontrollü sürdürülebilirlik sağlanmış olur. 35000 DBM/mg *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* strain ABTS-1857 etken madde 100 g/100 litre su şeklinde tavsiye edilir (Anonim, 2025j).

Kiraz Dip Kurdu, *Capnodis tenebrionis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Buprestidae)

Tanımı ve Yaşayışı: Zararının erginleri siyahımsı veya bronz renktedir. Grimsi veya beyaz noktalı dorsalde siyahımsı, kabartılı farklı şekillerde görülebilir ve bu tür ayrımında kullanılır. Kın kanatlarda abdomenin dorsali beyaz içe çökük, üst kanatlar dayanıklı, kalın ve serttir. Uçarken düz bir doğrusal kullanırlar açık ve sıcak havalarda bu uçuşu daha çok yaparlar. Ergin ağaçların kök boğazına yakın toprakla birleşen yerlerde bulunabilirler. Görüldüğünde dairesel hareketlerle şaşırtma tekniği kullanır, aynı zamanda ölü taklidi yaparlar. Ağaç gövdesinin altında birikinti otların altında bulunmaları

kolaydır. 12-36 mm boylarında ergin görülebilir. Ergin dişinin bıraktığı yumurta 1 mm boylarında ve ovalimsi elips şeklinde karşımıza çıkarlar. Diğer vücut segmentlerine göre baş daha geniştir. Genç larva çok tüylüdür. İkinci döneme geçen larvada vücudun dış çıkıntılarında olan tüyler artık görülmez (Anonim, 2025f). Larva son dönemden sonra uyuşuk döneme olan pupa olur, yassı ovalimsi elips şeklinde serbest pupa tipindedir. Ergin dişiler yumurtalarını bir adet bir adet veya 5-10'luk gruplar halinde, kiraz ağacının toprağa yakın kök bölgesinde gövdedeki çatlaklara, aşıl原因 bölgelere ya da kök boğazı çevresindeki yere kondurur. Yumurtalar ilk bırakıldıklarında yumuşak ve sarı renkte olup, hava ile temas ettikten sonra sertleşerek süt beyazına döner. Larvalar köklerde beslenerek olgunlaşır (Şekil 3) ve kök içinde ya da kök boğazında pupa olurlar. Yıl içerisinde iki dönemde ergin çıkışı gerçekleşir: Temmuz-Ağustos, Ekim-Kasım aylarında dönemler belirlenir. Zararlı, köklerin etrafında yarık ve çatlaklarda larva veya ağaç kovuklarında, yaprak altında ya da toprakta hareketsiz ergin halinde geçirir. Ergin dönemini kış şartlarında geçirenler ilkbaharda aşı gözlerinde ve taze sürgünlerde yoğun biçimde beslenir. Sıcaklık 25-26°C'nin üzerine çıktığında çiftleşip yumurta bırakmaya başlarlar. Birinci dönem erginler yumurtalarını Temmuz-Ekim, ikinci dönem erginler ise bir sonraki yılın Mayıs-Temmuz aylarında bırakır. Bir dişi yaklaşık 2.000'den fazla yumurta bırakabilir. Yumurtalar 28°C'de 7-12 gün içinde açılır. Yeni çıkan 2 mm boyundaki tüylü larvalar, toprak içinde hızla hareket ederek köklere girerler. Toprağın aşırı nemli olması larvanın hareketini zorlaştırır. Larvalar kök kabuğu altında kambiyum tabakasıyla beslenir. Gelişim süresi çevresel koşullara göre değişmekle birlikte 5-11 ay sürer. Olgun larvalar kök boğazında pupa olur ve pupa dönemi yaklaşık 1 ay devam eder. Zararlı, iki yılda bir döl verir (Anonim, 2025b).

Zarar Şekli: Kiraz dip kurtlarının hem erginleri (Şekil 4) hem de larvaları zararlıdır. Erginler, genellikle ağaçların taze sürgünlerini, aşı gözlerini ve yaprak saplarını kemirerek tahrip eder. Larvalar, esas zararı kök kabuğu altında kambiyum tabakasını kemirerek yapar. Larvaların açtığı galeriler talaş ve pisliklerle doludur; bu durum bitkinin su ve besin iletimini engeller. Zararın gözle görülebilen belirtileri arasında kök kabuğu altında larvaların bulunması, kök boğazı çevresinde oval delikler, ağaç diplerinde sap dibinden yenmiş taze yapraklar, aşı gözleri ve genç sürgünlerde kemirilme izleri olarak sayılabilir. Yoğun bulaşmalarda ağaçların gelişimi durur, ilerleyen dönemlerde zayıflık ve kuruma görülür. Özellikle bakımsız, strese girmiş ve susuzluk çeken ağaçlar zararlıya karşı daha hassastır. Fidanlar genellikle aynı yıl, yaşlı ağaçlar ise 3-5 yıl içinde kuruyabilir.

Mücadele Yöntemleri

Kiraz dip kurtlarına karşı etkili mücadele için kültürel, mekanik ve kimyasal yöntemlerin birlikte uygulanması önerilir. Biyolojik mücadele de kontrol altına almada başarılıdır (Anonim 2025g). Özellikle zararının yaşam döngüsüne uygun zamanda alınacak önlemlerle popülasyon yoğunluğu önemli ölçüde azaltılabilir.

Kültürel Önlemler: Bahçe temizliği olarak ağaç altlarında erginlerin kolayca saklanabileceği yüksek ot, çalı ve yabancı otların temizliği yapılmalıdır. Bu alanların düzenli olarak temizlenmesi, erginlerin barınmasını engeller. Su ve gübreleme işlemlerine dikkat edilerek ağaçlar kuvvetli ve sağlıklı bulundurulmalıdır. Zayıf, bakımsız veya strese girmiş ağaçlar zararlıya karşı daha hassastır. Bahçe sürümü yapılırken ağaç köklerine zarar verilmemesine özen gösterilmelidir. Derin sürümler larvaların toprak altındaki gelişme alanlarını bozarak popülasyonun azalmasına katkı sağlar. Kabuklu bit sorunu olmayan ağaçlarda gövdeye kireç badanası yapılması, dişilerin yumurta bırakmasını güçleştirir. Ancak kabuklu bit problemi bulunan bahçelerde kireç badanası önerilmez (Anonim, 2025b).

Mekanik Mücadele: Toprak altındaki larvaları azaltmak amacıyla toprağın sonbaharda işlenmesi, sulanması ve nemli tutulması, pupaların açığa çıkarılarak kuşlar ve diğer doğal düşmanlar tarafından yok edilmesine yardımcı olur. Erginler güneş doğar doğmaz ve akşamüstü gövde ve kök boğazından elle toplanarak popülasyonu düşürülmelidir. Zarar gördüğünü düşündüğümüz zarar görmüş fidanlar kuvvetlice sallanarak yere düşen erginlerin toplanmasıyla da mücadeleye katkıda bulunulabilir.

Kimyasal Mücadele: Kiraz dip kurdu ile Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında kiraz ağaçlarının toprağa yakın gövde bölümü ve kök çevresine yumurta bırakır bırakmaz her 15 günde bir

yapılmalıdır. Ampligo 150 ZC (İthal) etken madde 50 ml/100 L su ya da Roytai 150 ZEC (İmal) etken madde 50 ml/100 L su oranında tavsiye edilir (Anonim, 2025j).



Şekil 3. *Capnodis tenebrionis* larvası (Anonim, 2025d)



Şekil 4. *Capnodis tenebrionis* ergini (Anonim, 2025f)

Meyve Yazıcı Böceği, *Scolytus rugulosus* (Ratzeburg, 1837) (Coleoptera: Curculionidae)

Tanımı ve Yaşayışı: Erginleri, esmerimsi siyahımsı renklidir. Zararlı, ağaç kabuklarının altında açmış oldukları galerilerde, çoğunlukla ergin olmadan önceki larva döneminde kışlar. Erginleri kahvemsı kırmızımsı renklerde olur (Anonim, 2025b).

Zarar Şekli: Açtıkları türe özgü galerilerle kabukta zarar verirler ve iletim demetlerinde sorunlara sebep olurlar. Erginler ağaçlarda gözlerin kurumasına sebep olurlar. Zarara uğramış dalın kabuğu kaldırıldığında, 2-3 cm boyunda kısa bir ana galeri ve içi odun tozu ile dolu 10-20 cm uzunluğunda birçok galerinin varlığı görülür (Şekil 5). Kontrol edilmeyen ve dikkatli bir bakım görmeyen bahçelerde daha çok zarar verirler ve ince dallarda görülürler. En büyük zararı dallarda kurumalar şeklindedir (Tezcan ve Civelek, 1996; Bozkurt ve Özdem, 2013; Kararağaç ve Mutlu, 2022; Can ve ark., 2024). Bazı durumlarda sağlıklı ağaçlara da saldırırlar. Sonraki yıllarda meyve verimi düşer. Saldırdıkları ağaçları 2-3 yıl içinde kuruturlar.

Mücadele yöntemleri

Kültürel önlemler: Mücadele stratejisinde etkili ve olumlu sonuçlar veren bu yöntem oldukça önemlidir. Ekim öncesi hazırlık, toprağın derin sürümü, drenaj ve bir önceki yıldan kalan hasat kalıntılarının temizlenmesi zararlı yönetiminde başarılı olmaktadır (Anonim, 2025b).

Mekanik mücadele: Önceki yıldan yapılan bahçe temizliği artıkları ve sezonda yapılan budama işlemlerinden kalan parçalar uzaklaştırılmalı ve tekrar bulaşmanın olmamasından emin olunmalıdır. Gerekirse uzaklaştırılan budama dalları ilaçlanmalıdır.

Yılda üç kez, nisan, haziran ve eylül aylarında, sağlıklı ağaçlara taze veya solmuş dallar asılarak tuzak dallar oluşturulmalıdır. Bu tuzaklar, zararlının ergin çıkışını izlemek ve popülasyon yoğunluğunu belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Parazitoit çıkışının ardından tuzak dallarda talaş oluşumunun gözlenmesiyle birlikte, bu dallar gecikmeden toplanmalı ve yakılarak imha edilmelidir. Aynı şekilde, zararlı ile bulaşık dalların da bahçeden uzaklaştırılması gerekmektedir. Özellikle fidanlık koşullarında, zararlının barınma ve çoğalma olasılığını azaltmak için yerde kuru dal ve bitki artığı bırakılmamalıdır (Anonim, 2025b).



Şekil 5. *Scolytus rugulosus* zararı (Anonim, 2025h)

Yaprak Piresi, *Psammotettix striatus* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Cicadellidae)

Tanımı ve Yaşayışı: Yaprak pireleri, genellikle cüce ağustosböcekleri olarak bilinen küçük böceklerdir. Farklı türlere bağlı olarak erginleri değişik büyüklükte, şekil ve renkte olabilirler; sarı, yeşil, gri, benekli, alacalı ve beyaz benekli gibi çeşitli desenlerde bulunurlar. Boyutları birkaç milimetreden 10 milimetreye kadar değişiklik gösterir. Vücutları silindirik yapıdadır, ön kısımları geniş, arka kısımları ise daha incedir. Ön kanatları kalın ve sıklıkla parlak renklidir. Başları üçgenimsi şekilde olup, ileriye doğru uzanır. Antenleri ince ve kıl şeklindedir, gözlerin ön kısmından ve arasından çıkar. Arka bacakların tibialarında çift sıralı olarak dizilen dikenler, kaideden uç kısmına doğru sıralanmıştır ve bu özellik Cicadellid'lerin ayırt edici bir karakteristiğidir (Şekil 6). Yaprak pireleri, kışı üç farklı aşamada; yumurta, nimf veya ergin olarak geçirebilirler. Nimf ve ergin bireyler, kış aylarını tek yıllık ya da iki yıllık çalılık ile tarla içindeki bitki dökülen sararmış yapraklar altında, toprak çatlakları gibi korunaklı yerlerde geçirirler. İlkbaharda uygun sıcaklık koşulları oluştuğunda, erginler kışı geçirdikten sonra çıkarak tarla kenarındaki yabancı otlar üzerinde beslenirler. Beslenmenin ardından birkaç gün içerisinde çiftleşmeye başlarlar. Dişiler, bir kez çiftleştikten sonra ömür boyu yumurta bırakabilirler. Bu böcekler, ekosistem içinde hem zararlı hem de faydalı olabilen önemli organizmalardır ve tarım arazilerinde çeşitli etkileri olabilir (Kaya ve Başpınar, 2020). Yaprak pirelerinin üreme ve gelişim süreci, tür ve çevre koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Preovipozisyon süresi genellikle 5-7 gün arasında sürebilir. Ergin dişiler, yumurtalarını ovipozitörleri aracılığıyla taze yaprakların alt ve üst yüzeylerine, parankima içerisine bırakırlar. Yumurtalar genellikle düzensiz bir şekilde, tek tek veya bazen gruplar halinde 4-11 adet daha etli ve sulu olan yaprakların ana damarı kenarları veya yaprağın gövdeye bağlandığı kısma konur. Her bir dişi, 34 ila 164 arasında yumurta bırakabilmektedir. Yumurtalar elipsoid bir şekle sahiptir, boyutları 0.7-0.8 mm arasında değişir ve genellikle şeffaf beyaz renktedir. Yumurtadan yaklaşık 9 gün sonra çıkan birinci dönem nimfler, tamamen şeffaf ve açık renktedir. Zamanla, vücutları yarı şeffaf hale gelirken gözleri dumanlı bir renk alır. Nimfler, ışıktan kaçarak

genellikle taze yaprakların alt yüzeylerinde beslenirler. Bu dönem boyunca 5 kez gömlek değiştirerek ergin hale gelirler. Yanlamasına hızlı hareket etmeleri, nimflerin en belirgin özelliklerinden biridir. Yumurtadan ergin hale gelene kadar geçen süre, sıcaklık koşullarına bağlı olarak 13-26 gün arasında değişiklik gösterebilir. İklim koşullarına bağlı olarak yılda en az 5 döl verebilen yaprak pireleri, birçok türde polifag, bazı türleri ise monofag olarak beslenirler. Türlerine göre, farklı bitkilerin mesofil, floem ve ksilem dokularında beslenirler, bu da onların ekosistem içindeki rollerini ve tarım üzerindeki etkilerini etkileyen önemli bir faktördür (Anonim, 2025b).

Zarar Şekli: Yaprak pireleri, bitkilere önemli zararlar veren zararlılardır. Ağız parçaları, başın ön kısmında hortum şeklini almış olup, bu yapılarıyla bitki sap ve yapraklarını sokarak bitki özsuğunu emerler. Bu emiş işlemi sırasında, yapraklarda üstten bakıldığında beyaz noktalar şeklinde emgi yerleri gözlemlenir. Bu tür zararlar, kuraklık veya hastalık belirtileri kolaylıkla karıştırılabilir. Yaz aylarında, kuru ve sıcak hava koşulları yaprak pirelerinin zararlarını artırır. Yaprak pirelerinin bitkilere verdiği zarar, doğrudan ve dolaylı olarak iki şekilde incelenebilir. Bitkilerin özsuğunu emerek normal fizyolojik faaliyetlerini etkiler ve bu durum bitki gelişiminin tamamen durmasına yol açabilir. Emgi işlemi sırasında salgılanan toksik maddeler, bitkinin floem ve ksilem borularını tıkayarak besin maddelerinin normal dolaşımını engeller. Bunun sonucunda, yaprakların dış kenarları kıvrılarak kızarır, ardından kahverengileşir. Sürekli beslenme sonucu yaprağın tamamı benzer bir renge döner, bu da fizyolojik faaliyetlerin durmasına ve kuruyarak dökülmeye neden olur. Bazı yaprak pireleri, bitkileri sokup emdiklerinde bitkinin reaksiyon ürünü olarak zamksı bir madde oluşturur. Bu madde, bitki organlarını kaplayarak normal fonksiyonlarını engeller. Ayrıca, bazı türler yumurtalarını yerleştirirken bitki dokularını zedeler ve yaralar açar, bu da bitkiye ek bir zarar verir. Yaprak pirelerinin doğrudan zararlarının yanı sıra, hastalıklı bitkilerden sağlıklı bitkilere birçok virüs ve virüs benzeri patojen taşımaları dolayısıyla dolaylı olarak çok daha önemli zararlar da söz konusudur. Bu durum, bitkilerin genel sağlık durumunu olumsuz etkileyerek tarımsal verimliliği azaltmaktadır. Dolayısıyla yaprak pireleri hem doğrudan hem de dolaylı etkileriyle tarımda ciddi bir tehdit oluşturur (Anonim, 2025b).

Mücadelesi

Kültürel Önlemler: Yaprak pirelerine karşı etkili bir yönetim için dayanıklı bitki çeşitlerinin ekilmesi önemlidir. Ayrıca, tarla içindeki veya kenarındaki bitki artıkları mutlaka uzaklaştırılmalı ve aşırı sulama ile aşırı azotlu gübre kullanımından kaçınılmalıdır. Aşırı azot uygulaması, bazı yaprak pireleri için olumlu sonuçlar doğurabilir; bu durum, yaprak pirelerinin gelişme sürelerini kısaltarak ergin öncesi canlılık oranlarını artırmakta ve daha fazla yumurta bırakmalarına neden olmaktadır. Buğday saman malçının ekimden bir ay sonra uygulanması, yaprak pireleri yoğunluğunu azaltmada etkili bir yöntemdir. Ancak, erken ekimlerin yaprak pireleri popülasyonunu düşürmesine rağmen, bu sorunu tamamen ortadan kaldırmaz. Dolayısıyla, entegre bir zararlı yönetim stratejisi benimsemek ve farklı yaklaşımları bir arada kullanmak, yaprak pireleri ile mücadelede daha etkili sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Bitki sağlığını korumak ve zararları en aza indirmek için bu tür önlemlerin uygulanması önemlidir (Anonim, 2025b).

Biyolojik Mücadele: Yaprak pirelerine karşı etkili bir kontrol stratejisi olarak, doğal düşmanların korunması büyük önem taşımaktadır. Bu doğal düşmanlar arasında predatörler, parazitoitler ve entomopatojenler yer almaktadır. Özellikle, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mısırdaki yapılan araştırmalar, *Zyginidia sohrab* Zachvatkin türünün *Anagrus atomus* (Linnaeus) (Hymenoptera: Mymaridae) parazitoiti tarafından %50-94 oranında parazitlendiğini göstermektedir. Bu yüksek parazit oranı, doğal düşmanların yaprak pireleri üzerindeki etkisini ve biyolojik mücadeledeki potansiyelini ortaya koymaktadır. Doğal düşmanların korunması, entegre zararlı yönetimi stratejileri içinde yer almakta ve doğal biyolojik mücadelenin etkin bir şekilde yürütülmesine destek sağlamaktadır. Bu sayede, yaprak pireleri gibi zararlıların popülasyonu kontrol altında tutulabilir ve bu durum, kimyasal pestisit kullanımını azaltarak çevre dostu bir tarım pratiği geliştirilmesine katkıda bulunur (Öncüler, 1997). Dolayısıyla, doğal düşmanların korunması ve desteklenmesi, ekosistem sağlığını korumanın yanı sıra tarımsal verimliliği artırmak açısından da kritik bir rol oynamaktadır.



Şekil 6. *Psammotettix striatus* (Anonim, 2025g).

Kanadı Noktalı Sirke Sineği, *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931)

Tanımı ve Yaşayışı: *D. suzukii*, meyve tüketen zararlılar arasında önemli bir yere sahip olan bir türdür ve tanımlanan özellikleri ile dikkat çeker. Erginleri 2-4 mm uzunluğunda ve açık sarı ya da kahverengi bir vücuda sahiptir. Gözleri parlak kırmızı olup, erkeklerin kanatlarında belirgin siyah noktalar bulunur; bu noktalar dişilerde yoktur. Dişilerin ovipozitörü ise testere benzeri dişli bir yapıdadır ve bu yapının dişleri, ovipozitorün diğer kısımlarına göre daha koyu renklidir. *D. suzukii*'nin yumurtaları kremi beyaz renktedir ve uç kısımlarında iki adet filament bulunmaktadır (Şekil 7). Larvalar beyaz, silindirik ve yaklaşık 3.5 mm uzunluğundadır. *D. suzukii*, pupa aşamasında 2-3 mm uzunluğunda kırmızımsı kahverengi ve fiçi şeklinde bir yapı oluşturur. Kış mevsimini ergin olarak geçiren bu tür, uygun hava ve nem koşullarında yıl boyunca aktif olabilir. Dişiler, olgunlaşmış meyvelere yumurtalarını bırakmaktadır. Özellikle ilkbahar mevsiminde, hava sıcaklığı 10°C'yi geçtiğinde etkinlik göstermeye başlarlar. Yumurtalarını, meyve kabuğuna dişli ovipozitörlerini kullanarak açtıkları deliklere bırakırlar; larvalar ise meyvenin etli kısmıyla beslenir. Bir dişi meyveye birden fazla yumurta bırakabileceği gibi, diğer dişiler de aynı meyveye yumurta bırakabilmektedir. Dişi başına bırakılan yumurta sayısı 300-600 arasında değişmekte olup, 25°C'de yaşam döngüsünü yaklaşık 8 günde tamamlar. Uygun koşullarda yılda 7-15 döl verme potansiyeline sahiptir. *D. suzukii*, yere düşmüş veya çürümekte olan meyvelerden ziyade, ağaç üzerinde bulunan olgunlaşmış ve sağlıklı meyvelere yumurtalarını bıraktığı için, meyve üreticileri açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Elma, böğürtlen, dut, çilek, kayısı, erik, kiraz, şeftali, nektarin incir, bağ, turuncgiller ve hünnap meyve bahçelerinde zararın boyutu büyüktür (Arıdıcı Kara ve Ulusoy, 2020). Bu türün kontrol altına alınması, zarar verme potansiyelini azaltmak için kritik öneme sahiptir (Helvacı, 2023).

Zarar Şekli: *D. suzukii*, meyve içinde larvaları tarafından gerçekleştirilen beslenme davranışı ile önemli zararlar oluşturur. Larvalar, gelişim sürecinde meyvenin etli kısmında beslenerek meyvenin yumuşamasına yol açarlar. Bir meyvede birden fazla larvanın bulunması ise bu yumuşamayı ve çürümeyi hızlandırır. Bu süreç sonucunda meyve, fungal ve bakteriyel enfeksiyonlara karşı daha hassas hale gelir, bu da meyvelerin pazar değerinin düşmesine neden olur. Hasattan sonra bağlarda veya bahçelerde kalan olgun meyveler, zararlıların yumurta bırakması ve larvaların beslenmesi için elverişli bir ortam sağlar. Özellikle aşırı olgun, yere düşmüş ya da bozulmuş meyveler, *D. suzukii* popülasyonunun artışına zemin hazırlar. Bulaşık meyveler, zararlıların uzak mesafelere yayılmasına neden olur ve bu durum, özellikle ihraç edilecek meyve çeşitlerinde büyük ekonomik kayıplara yol açabilir. İhracatta ortaya çıkabilecek hasarlar, ülke ekonomisi üzerinde ciddi etkiler yaratabilir, zira bulaşık durumdaki meyveler, ihracatı engeller ve ürünlerin yurtdışına çıkışını kısıtlar. Bu nedenle, meyve üreticilerinin, hasat sonrası müdahale yöntemleriyle zararlıların yayılmasını kontrol altında tutması, ürün kalitesini koruması ve pazar değerini artırması açısından büyük önem taşır (Tozlu ve ark., 2016; Kaçar ve Koca, 2017; Kasap ve Özdamar, 2019; Kaçar, 2020; Helvacı, 2023; Yaman ve ark.,

2024). Zararlıının etkilerini azaltmak için, düzenli olarak ağaçlardaki meyve döküntülerinin ortadan kaldırılması, uygun kültürel önlemlerin uygulanması ve gerektiğinde entegre zararlı yönetim stratejilerinin hayata geçirilmesi gerekmektedir.

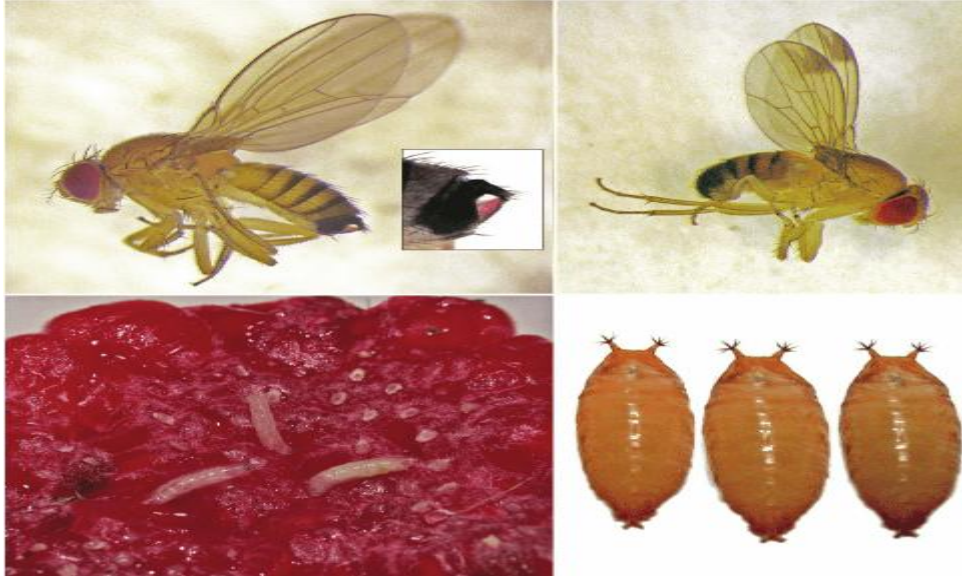
Mücadelesi

Kültürel Önlemler: Kanadı noktalı sirke sineği ile mücadelede kültürel önlemler, zararlıının kontrol altında tutulmasında büyük bir öneme sahiptir. Bakımsız ve otlı meyve bahçeleri, zararlıının yayılması için uygun yaşam alanları oluşturarak bulaşma kaynakları haline gelir. Bu nedenle, bahçelerin düzenli bakımları yapılmalı ve temiz tutulmalıdır. Meyvelerin olgunlaştığında hasat edilmesi, hasat süresinin kısa tutulması da kritik öneme sahiptir. Hasattan sonra ağaç üzerinde meyve bırakılmamalıdır; bulaşık olduğu bilinen alanlardaki ağaçların meyveleri zaman kaybetmeden hasat edilmelidir. Böylece *D. suzukii*'nin yeni döller oluşturma şansı minimize edilmiş olur. Yere dökülen meyveler, zararlıının besin kaynağı olduğu için toplanmalı ve imha edilmelidir. Bu meyveler, en az 30 cm derinlikte uygun alanlara gömülerek yok edilmelidir. Ayrıca, yere düşen meyvelerden kesinlikle kompost yapılmamalıdır, zira bu durum zararlıının yayılmasına yol açabilir. Mekanizmalar, örneğin traktör gibi ekipmanlar, temiz tutulmalı ve hastalığın bulaşmasına olanak sağlamamalıdır. Sulama sisteminin damlama şeklinde olması etkili bir yöntemdir. Özellikle hasat döneminde aşırı sulamadan kaçınılmalıdır, bu da meyve kalitesini artırırken zararlıının yayılmasını da önler. Çayır, meralar ve terk edilmiş bahçeler, *D. suzukii* için elverişli yaşam alanları oluşturduğundan, bu alanların kontrol altında tutulması gerekmektedir. Zararlıının birkaç kilometre uçabildiği düşünülürse, mücadelenin toplu olarak yapılması önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra, elma sirkesi içeren tuzakların kullanımı sırasında dikkatli olunmalı; tuzakta bulunan sirkenin ağaçlara yakın yerlere dökülmemesi sağlanmalıdır. Bu önlemler, zararlıının çekilmesini ve dolayısıyla yayılmasını engelleyecektir (Arıdıcı ve Kara, 2022; Helvacı, 2023).

Biyoteknik Mücadele: *Drosophila suzukii*'nin izlenmesi ve mücadelesinde etkili bir yöntem olarak tuzaklama stratejisi kullanılmaktadır. Bu doğrultuda, nisan ayı başından itibaren konukçusu olan meyve türlerinin bulunduğu bahçelere, 5 dekar (da) alan için en az 2 adet tuzak asılması önerilmektedir. Tuzakların, meyve türüne göre olgunlaşma başlangıcından en az bir ay önce asılması önemlidir. Tuzak olarak 0,5 litre kapasiteli şeffaf plastik kaplar tercih edilmektedir. Bu kapların içerisine 100-300 ml elma sirkesi konularak kullanıma hazır hale getirilir. Tuzağa hedef dışı böceklerin girmesi amacıyla, kapların üst kısmına 3 mm'den büyük olmayan 8-10 adet delik açılmalıdır. Tuzaklar, haftalık olarak düzenli bakılarak süzülmesi ve hedef dışı gruplar ayrılmalıdır ve ayrı bir kabın içerisine alınmalıdır. Tuzak içerisindeki elma sirkesi azaldığında yenisi ile takviye edilmelidir. Hasat edilecek meyve türlerinin larva ile bulaşıklığı, zararlıının kontrolü açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca, bu zararlı ile mücadelede kitle halinde tuzakla yakalama metodu, popülasyonun düşük olduğu durumlarda etkili olabilmektedir. Mücadele, genellikle erginler üzerine odaklanmalıdır. Bu amaçla, nisan ayı başından itibaren bulaşık olduğu bilinen bahçelerin etrafı, sirke tuzakları ile çevrelenmelidir. Bahçenin tüm kenarları boyunca, 1 sıra halinde ve en fazla 5 metre aralıklarla tuzaklar asılmalıdır. Aynı bahçe içindeki diğer ağaçlara ise, ağaç başına 4-5 adet tuzak yerleştirilerek kitle yakalama yöntemi uygulanmalıdır. *D. suzukii* popülasyonundaki artış genellikle temmuz ayından itibaren başlamaktadır ve sonbahar boyunca devam etmektedir. Bu nedenle, yıl boyunca tuzaklama faaliyetlerine devam edilmelidir. Kitle hale tuzakla yakalama çalışmaları sırasında, tuzaklarda yakalanan ergin popülasyonunda artış görülmesi durumunda kimyasal mücadele stratejileri ile kombine edilmesi önerilmektedir. Bu şekilde, zararlı ile mücadele daha etkili bir şekilde sürdürülmüş olur (Tezcan ve Okyar, 2004; Anonim 2025i).

Kimyasal Mücadele: *Drosophila suzukii* zararlısı ile mücadelenin etkinliği için izlenmesi gereken adımlar oldukça kritik bir önem taşımaktadır. Nisan ayı başlarından itibaren bahçelere asılan sirke tuzaklarında en az bir ergin bireyin yakalanması, o bahçenin bulaşık olarak değerlendirilmesi için yeterli bir göstergedir. Bu durumda, kimyasal mücadeleye başlanması gerekmektedir. Kimyasal uygulamaların ardından tuzaklarda ergin bireylerin yakalanmaya devam etmesi durumunda, meyvelerde larva varlığı yönünden kontrol yapılmalıdır. Meyve örneklerinde larva tespiti halinde, bu meyveler toplanarak imha edilmelidir. Bu uygulama, zararlıının popülasyonunun azaltılması ve sonraki dönem

bulaşmalarının önlenmesi açısından büyük önem taşır. Larva, meyve içerisine girmeden önce mücadelenin gerçekleştirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Ancak kimyasal ilaçlama döneminin, meyvelerin olgunlaşma dönemine denk gelmesi nedeniyle, son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye dikkat edilmesi önemlidir. Dikkatli bir planlama ile mücadelenin sürekliliği sağlanırken, meyve kalitesinin de korunması hedeflenmelidir. Eğer tuzaklarda ergin tespit edilirken, aynı zamanda diğer zararlılara karşı yapılan kimyasal mücadele ile bu tarihler çakışıyorsa, ekstra bir ilaçlama gereksiz olacaktır. Bu durum, hem maliyet hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından avantajlar sağlamaktadır. Meyve türlerinin larva ile bulaşıklığının belirlenmesi, yapılacak işlemlerin kararına yön vermektedir. *D. suzukii* larvasının, kiraz gibi küçük meyvelerdeki varlığını tespit etmek için tuzlu su solüsyonu kullanılması yaygın bir yöntemdir. Bu işlem için, 30 adet sağlam meyve plastik bir poşete konulur; ardından içine 4 bardak su ve 1/4 ölçü tuz eklenir. 10-15 dakika bekletildikten sonra, larvaların suyun yüzeyinde yüzmeye başlaması gözlemlenerek kontrol sağlanır. Bu süreçlerin dikkatli bir şekilde yönetilmesi, zararlılarla etkili bir mücadelenin gerçekleştirilebilmesi için son derece önemlidir. Uzun vadede, meyve yetiştiriciliğinde kaliteli ürün elde edilmesi için bu tür zararlılarla sürekli bir mücadele içerisinde olmak gerekmektedir.



Şekil 7. *Drosophila suzukii* (Anonim 2025i).

Bitki Koruma Ürünleri veri tabanına göre 240 g/l Tau-fluvalinate etken maddeyi 30 ml/100 l su Ergin şeklinde tavsiye edilir (Helvacı, 2023; Anonim, 2025j).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, Türkiye’de kiraz, *Prunus avium* L. üretiminde ekonomik düzeyde zarar oluşturan önemli zararlı türlerin morfolojik ve biyolojik özellikleri ile bu türlerin oluşturduğu zarar biçimleri ve mücadele yöntemleri detaylı biçimde incelenmiştir. Ele alınan türler arasında *Myzus cerasi*, *Rhagoletis cerasi*, *Caliora cerasi*, *Lyonetia clerkella*, *Archips xylosteana*, *Capnodis tenebrionis*, *Scolytus rugulosus*, *Psammotettix striatus* ve *Drosophila suzukii* gibi entomolojik öneme sahip organizmalar yer almaktadır. Bu zararlılar, doğrudan meyve ve vejetatif dokuya zarar vererek kirazda verim kaybına, kalite düşüklüğüne ve ihracat potansiyelinin azalmasına yol açmaktadır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, zararlı türlerle mücadelede yalnızca kimyasal yöntemlerin yeterli olmadığı; aksine çevresel sürdürülebilirlik, biyolojik çeşitliliğin korunması ve direnç gelişiminin önlenmesi açısından entegre zararlı yönetimi stratejilerinin esas alınması gerektiği vurgulanmaktadır.

IPM yaklaşımı çerçevesinde kültürel, biyolojik, biyoteknik ve gerektiğinde seçici kimyasal mücadele yöntemlerinin bir arada ve koordineli biçimde uygulanması gerekliliği öne çıkmaktadır.

Çalışma süresince elde edilen veriler, zararlı popülasyonlarının gelişimi ile iklimsel koşullar, tarımsal uygulamalar ve üretim bölgelerine özgü agro-ekolojik faktörler arasında güçlü bir ilişkinin bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, mücadele stratejilerinin bölgesel koşullara adapte edilmesinin önemini açıkça göstermektedir. Ayrıca, üreticilerin konuya ilişkin farkındalık düzeylerinin artırılması ve zararlı yönetimine yönelik güncel bilgilerin saha uygulamalarıyla desteklenmesi, etkinliğin artırılmasında kritik rol oynamaktadır.

Sonuç olarak, kiraz üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi ve ekonomik kayıpların en aza indirilebilmesi için zararlı türlerin takibi, doğru tanımlanması ve uygun entegre mücadele yöntemlerinin zamanında uygulanması elzemdir. Bu bağlamda, söz konusu çalışma hem üreticilere hem de tarım politikalarının şekillendirilmesinde görev alan paydaşlara bilimsel temelli bir yol haritası sunmaktadır. Ayrıca, elde edilen bulguların ileride yapılacak akademik ve uygulamalı çalışmalara da katkı sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Anonim, (2025a). <https://www.tarim.com.tr/Kiraz-Sinegi-ile-Mucadele,44370h>. Erişim tarihi: 16.06.2025.
- Anonim, (2025b). [https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/Kiraz %20 ve%20Vi%C5%9Fne%20Entegr e%20M%C3%BCadele%20Teknik %20Talimat %C4%B1.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/Kiraz%20ve%20Vi%C5%9Fne%20Entegr%20M%C3%BCadele%20Teknik%20Talimat%C4%B1.pdf).
- Anonim, (2025c). <https://karaman.tarimorman.gov.tr/Haber/188/Kiraz-Sulugu>. Erişim tarihi: 16.06.2025.
- Anonim, (2025d). https://tr.wikipedia.org/wiki/Lyonetia_clerkella. Erişim tarihi: 16.06.2025.
- Anonim, (2025e). https://idtools.org/id/leps/tortai/Archips_xylosteanah.htm. Erişim tarihi: 16.06.2025.
- Anonim, (2025f). <https://www.bioglobal.com.tr/blog/fidan-dip-kurdu-capnodis-larvasina-karsi-biyolojik-mucadele-ile-en-etkili-yeni-cozum-ekobioset>. Erişim tarihi: 16.06.2025.
- Anonim, (2025g). <https://agrowy.com/yazilar/fidan-dip-kurdu-capnodis-larvasina-karsi-biyolojik-mucadele-ile-en-etkili-yeni-cozum-ekobioset>. Erişim tarihi: 16.06.2025.
- Anonim, (2025h). [https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=223&meyve-yazici-bocegi -zararlis-scolytus-rugulosus.html](https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=223&meyve-yazici-bocegi-zararlis-scolytus-rugulosus.html) Erişim tarihi: 16.06.2025.
- Anonim, (2025g). <https://images.app.goo.gl/EacdPRKdUo9qZdZY6>. Erişim tarihi: 16.06.2025.
- Anonim, (2025i). [https://www.syngenta.com.tr/blog/tanil-baybora/drosophila-suzukii -kanadi-noktali-sirke-sinegi](https://www.syngenta.com.tr/blog/tanil-baybora/drosophila-suzukii-kanadi-noktali-sirke-sinegi) Erişim tarihi: 16.06.2025.
- Anonim (2025j). <https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanim/TavsiyeArama> Erişim tarihi: 08.03.2025.
- Anonymous, (2025). <https://gd.eppo.int/taxon/RHAGCE/hosts>. Erişim tarihi: 10.05. 2025.
- Alaserhat, İ., Canbay, A., Tuncer, S., Albayrak, S., Bozbek, Ö., & Alıcı, H. (2021). Kiraz ve vişnelerde *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae)'nin popülasyon yoğunluğu ile bitki fenolojisi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 10 (1), 37-46.
- Alaserhat, İ. (2025). Natural enemies of the cherry slugworm, *Caliroa cerasi* (Hymenoptera: Tethredinidae): a new predator species in the world. J Plant Dis Prot () 132:1 <https://doi.org/10.1007/s41348-024-01041-6>.
- Arıdıci Kara, P., Ulusoy, M. R. (2020). *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae)' nin Doğu Akdeniz Bölgesinde Yayılış Alanları ve Konukçuları. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl Cilt: 39-5.

- Arıdııcı Kara, D. P., & Ulusoy, M. R. (2022). Farklı Sıcaklık Koşullarında *Drosophila suzukii* Matsumura 1931 (Diptera: Drosophilidae)'nin Gelişim Süreleri ile Tercih Ettiği Meyve Olgunluk Döneminin Belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(4), 1928-1934. <https://doi.org/10.21597/jist.1148422>
- Blackman R.L. & Eastop V.F. (1994). *Aphids on The World's Trees: An Identification and Information Guide*. CAB International, Wallingford. 1024 p.
- Blackman, R., L. & Eastop, V.F. (2000). *Aphids on The World's Crops: An Identification and Information Guide*. Second Edition, John Wiley, Chichester, England, pp. 414.
- Blackman R.L. & Eastop, V.F. (2025). *Aphids on the World's Plants. An Online Identification and Information Guide*. Available from: <http://www.aphids on worlds plants.info> (Erişim tarihi: 2 Temmuz 2025).
- Bodenheimer, F., S. & Swirski, E. (1957). *The Aphidoidea Of The Middle East*. The Weizmann Science Press of Israel, Jerusalem.
- Bokx, J., A. & Piron, P. G. M. (1990). Relative efficiency of a number of a number of aphid species in the Transmission of potato virüs YN in the Netherlands. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, Volume 96, pp. 237-246.
- Bozkurt, V. & Özdem, A. (2013). Orta Anadolu bölgesinde kiraz ağaçlarında zararlı meyve yazıcı böcek türlerinin (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) tespiti, yoğunlukları ile önemli türün biyolojik kriterlerinin belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 53(2):65-76 ISSN 0406-3597.
- Börner, C. & Heinze, K. (1957). *Aphidoidea* (In) Sorauer P. (ed.) *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, Berlin Hamburg. 402 p.
- Can, İ. Tezcan, S. & Rond, J. D. (2024). Additions to the Knowledge of the Flat Wasps Fauna of Türkiye (Hymenoptera, Bethylidae), *Sakarya University Journal of Science*, 28(5), 978-983. <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.1468192>
- Çalmaşur, Ö. (2007). Erzurum İlinde Kiraz Sülüğü *Caliroa cerasi* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Tenthredinidae)'nin Biyolojisi ve Zararı. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 38 (1), 59-63, ISSN: 1300-9036.
- Çelik, Y. & Sarıaltın, H.K. (2019). Türkiye'de kiraz üretiminin yapısal analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 6(4): 596–607.
- Çınar, M., Çimen, İ., & Bolu, H. (2004). Elazığ ve Mardin illeri kiraz ağaçlarında zararlı olan türler, doğal düşmanları ve önemlileri üzerinde gözlemler. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28(3), 213-220.
- Güneş, U. (2014). Aydın İli Kiraz Üretim Alanlarında Kiraz Sineği (*Rhagoletis cerasi* L.) (Diptera: Tephritidae)'nin Çıkış Zamanı, Popülasyon Takibi ve Farklı Tip Tuzakların Yakalama Etkinliği. *Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi* (basılmamış), Aydın, 43 s.
- Helvacı, M., (2023). Tarımsal Üretimde Önemli Bir Zararlı: Kanadı Noktalı Sirke Sineği (*Drosophila suzukii* Matsumura 1931) (Diptera: Drosophilidae) (In: Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Gelişmeler. Ed: Prof. Dr. Atilla Atik & Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Haşim Keskin 611 s.), 73-87. Platanus Publishing, Mamak, Ankara, Türkiye. ISBN: 978-625-6971-94-3.
- Özgen, İ. & Güral, Y., (2024). Kiraz sineği *Rhagoletis cerasi* L.'ye (Diptera: Tephritidae) karşı farklı kiraz meyvesi renklenme dönemlerinde kullanılan insektisitlerin meyve kurdu oranlarına etkisi. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 206- 210, (12).
- İren, Z. (1977). Önemli Meyve Zararlıları, Tanımları, Zararları, Yaşayışları ve Mücadele Metodları. *Ankara Bölge Zir. Müc. Araş. Enst. Yay. Mesleki Eserler Serisi No: 36*, 167 p.
- Kaçar, G., & Koca, A. S. (2017). First recording of spotted wing *Drosophila* in Bolu and Düzce of Turkey and molecular identification, II. International Iğdır Symposium, Iğdır, Turkey.

- Kaçar, G. (2020). New records of the parasitoids of *Drosophila suzukii*: molecular identification in newly invaded areas in Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 44(1), 71-79.
- Kaçar, G., & Koca, A. S. (2020). Bolu İli Kiraz ve Vişne Bahçelerinde Belirlenen Zararlı ve Faydalı Türler. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3), 435-443. <https://doi.org/10.24180/ijaws.732908>.
- Kaplan, C. & Tezcan, S. (2016). İzmir ilinde kiraz ağaçlarında zararlı *Cicadivetta tibialis* (Panzer, 1798) (Hemiptera: Cicadidae)'in yayılışı, doğadaki biyolojisi ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. *Bitki Korum Bülteni*, 56(2): 173-183 ISSN 0406-35971.
- Kaplan, M. (2019). Elazığ ili kiraz üretim alanlarında kiraz sineği (*Rhagoletis cerasi* L.) (Diptera: Tephritidae)'nin yayılışı, doğaya çıkış zamanı, popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranını belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 16, 363-366.
- Kasap, İ., & Özdamar, E. (2019). Population development of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in vineyards of Çanakkale Province. *Turkish Journal of Entomology*, 43(1), 57-62. <https://doi.org/10.16970/entoted.499460>
- Karaağaç, A. & Mutlu, Ç. (2022). Malatya ili Darende ilçesinde yetişen kayısı ağaçlarında zararlı yazıcı böcek (Coleoptera: Scolytidae) türlerinin belirlenmesi ve farklı tuzaklardaki popülasyon gelişimi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1): 145-154. DOI: 10.37908/mkutbd.1037536
- Kaya, K. & Başpınar, H. (2020). Determination of Species of Cicadellidae (Hemiptera) Family in Sweet Cherry Growing Areas of Eastern Mediterranean Region. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(7): 1502-1507, DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i7.1502-1507.3386>.
- Kovancı, O. B. (1998). Bursa ilinde kiraz sineği *Rhagoletis cerasi* (L.) (Diptera: Tephritidae)'nin bazı kiraz bahçelerinde ergin popülasyon dalgalanması, bulaşma oranı ve uygulanan savaşım yöntemlerinin etkinliği üzerinde araştırmalar. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kovancı, O.B., & Kovancı, B. (2000). Bursa İlinde *Rhagoletis cerasi* (L.) (Diptera: Tephritidae)'ye Karşı Savaşım Uygulamalarının Değerlendirilmesi, 570 s. Türkiye IV. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 12-15 Eylül 2000, Aydın, 187-196 s.
- Michailidis, M., Polychroniadou, C., Kosmidou, M. A., Petraki-Katsoulaki, D., Karagiannis, E., Molassiotis, A. & Tanou, G. (2021). An early calcium loading during cherry tree dormancy harvest. *Horticulturae*, 7(6), 135.
- Öncüler, C. (1997). Tarımsal Zararlılarla Biyolojik Savaş (Temel Bilgiler). Adnan Menderes Üniv. Yayınları No: 1. Aydın, 93 s
- Öz, F., (1998). Kiraz ve vişne. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı (TAV) Yayınları, Yayın No: 16, Yalova.
- Özdem, A., (2001). Orta Anadolu Bölgesinde Kiraz Sineği [(*Rhagoletis cerasi* L.) (Diptera: Tephritidae)]'nin Biyolojisi ve Biyoteknik Savaşım Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özdem, A., & Kılınçer, N. (2009). The Effectiveness of the Trap Types and Lures Used for Mass Trapping to Control Cherry Fruit Fly [*Rhagoletis cerasi* (L. 1758) (Diptera: Tephritidae)]. *Munis Entomology Zoology*, 4(2), 371-377.
- Özdemir, M., Özdemir, Y. Seven, S. & Bozkurt, V. (2005). Orta Anadolu Bölgesinde kültür bitkilerinde zararlı Tortricidae (Lepidoptera) faunası üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 45 (1-4): 17-44.
- Özdemir, Y. & Özdemir, M. (2002). Orta Anadolu Bölgesinde *Archips* türlerinde (Lep.: Tortricidae) saptanan Ichneumonidae (Hym.) türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 2002, 42 (1-4): 1-7.

- Özder, N., (1999). Tekirdağ İlinde kiraz bahçelerinde bulunan doğal düşmanlar ve bunlardan yumurta parazitoidi *Trichogramma cacoeciae* March. (Hym.: Trichogrammatidae)'nin yaprak бүken türlerinde (Lep.: Tortricidae) doğal etkinliği üzerinde araştırmalar. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri (26-29 Ocak, Adana), 341354
- Özkan, C., Gürkan, O., & Hancıoğlu, Ö. (2004). Çubuk (Ankara) ilçesi vişne ağaçlarında zararlı olan türler, doğal düşmanları ve önemlileri üzerinde gözlemler. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1), 57-59.
- Öztürk, F. P., Karamürsel, D., Bayav, A. & Öztürk, G. (2005). Türkiye’de kiraz üretimi, pazarlaması ve dış satım potansiyeli. GAP IV. Tarım Kongresi Cilt 1, Bildiriler Kitabı: 427-437, Şanlıurfa.
- Polat, A. & Tozlu, G., (2010). Erzurum’da *Archips rosana* (Lin., 1758) (Lep.: Tortricidae)'nın kısa biyolojisi, konukçuları ve parazitoidleri üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, (4):529-542.
- Soysal, D. (2024). Dünya’da Kiraz Islah Programları ve Türkiye’nin Durumu. *Bahçe*. 53(2): 137-145 <https://doi.org/10.53471/bahce.1545086>.
- Tezcan, S. & Civelek, H. S., (1996). Kemalpaşa (İzmir) Yöresi Kiraz Ağaçlarında Zararlı *Scolytus rugulosus* (Müler, 1818) (Coleoptera: Scolytidae)’un Biyolojisi ve Zararı Üzerinde Araştırmalar, Türkiye III. Entomoloji Kongresi, 24-28 Eylül, 1996 Ankara, 135-142.
- Tezcan, S., Çetinkaya, N. & Demirkan, H., (1998). Ege Bölgesi Kiraz Üreticilerinin Karşılaştıkları Bitki Koruma Sorunları Üzerinde Bir Değerlendirme, Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi, 7-11 Eylül, 1998, Aydın, 387-393.
- Tezcan, S. & Okyar, Z., (2004). İzmir ve Manisa İlleri Ekolojik Kiraz Bahçelerinden Toplanan Thyatiridae, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae ve Satyridae (Lepidoptera) Familyalarına Bağlı Türler Üzerinde Bir Değerlendirme. *Trakya Univ J Sci*, 5(2): 127-133.
- Tozlu, G., Aslantaş, R., Önder, B. Ş. & Orhan, A. (2016). Türkiye için önemli bir meyve zararlısı: İstilacı tür *Drosophila suzukii*. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül Konya. (Poster sunu).
- Ulu, O. (1983). İzmir ve Manisa İlleri Taş Çekirdekli Meyve Ağaçlarında Zarar Yapan *Archip* (Lepidoptera: Tortricidae) Türleri, Tanımları, Konukçuları, Yayılışları ve Kısa Biyolojileri Üzerinde Araştırmalar. T.C. Tar. ve Orm. Bak. Zir. Müc. ve Zir. Kar. Gen. Müd., Bornova Böl. Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Serisi No: 45,165s, Ankara.
- Ulusoy, M.R., Vatansever, G. & Uygun, N. (1999). Ulukışla (Niğde) ve Pozantı (Adana) yöresi kiraz ağaçlarında zararlı olan türler, doğal düşmanları ve önemlileri üzerindeki gözlemler. *Türk. Entomol. Derg.*, 23(2): 111-120.
- Uzun, S., (1990). İzmir ve Manisa İlleri Kiraz Ağaçlarında Zararlı *Archips* Türleri (Lepidoptera: Tortricidae)’ne Karşı Biyolojik Savaşta *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym.: Trichogrammatidae)’den yararlanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yaman, B., Butar, S., & Sevinç, M. S. (2024). *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae)’nin Isparta ilinin Bazı İlçelerinde Tespitine Yönelik Gözlemler. *Meyve Bilimi*, 11(2), 86-90.
- Yener, H. & Altuntaş, Ö. (2021). Effects of potassium fertilization on leaf nutrient content and quality attributes of sweet cherry fruits (*Prunus avium* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 44(7), 946-957.

YABANCI OTLARIN BİYOLOJİK MÜCADELESİNDE MİKOHERBİSİTLERİN KULLANIMI

Mine ÖZKİL¹
Ayşegül ÇOLAK¹

Giriş

Tarımsal üretimin başlangıcından bu yana insanlıkla birlikte varlık gösteren yabancı otlar, üreticiler tarafından zamanla kültür bitkilerinin büyümesini ve verimliliğini olumsuz yönde etkileyen bir unsur olarak fark edilmiştir (Ghersa ve ark., 2000). Bu farkındalık, tarımsal ekosistemlerin gelişim süreciyle eşzamanlı olarak yabancı ot yönetimi yaklaşımlarının da evrimleşmesine zemin hazırlamıştır (Ghersa ve ark., 1994). Yabancı Ot Bilimi, yabancı otları “İnsanların amaçlarını veya gereksinimlerini engelleyen her türlü bitki örtüsü” olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda yabancı otlar, arazi ve su kaynaklarının etkin kullanımını sınırlayan; dolayısıyla tarımsal üretim, çevresel denge ve insan refahı üzerinde olumsuz etkiler yaratan istenmeyen bitkilerdir (Rao, 2000). Ayrıca, tek bir yabancı ot türü dahi belirli bir kültür bitkisinde başlıca zararlı etmen konumuna gelebilmekte ve kimi durumlarda diğer tüm zararlılardan daha fazla ekonomik kayba neden olabilmektedir (Uygur, 2002).

Yabancı ot yönetiminin temel amacı, yabancı otlar ile kültür bitkileri arasındaki etkileşimi derinlemesine anlamak, farklı tarımsal koşullar altında sürdürülebilir ekosistemlerin devamlılığını sağlamak ve zararlı bitkilerin olumsuz etkilerini en aza indirmeye yönelik en uygun stratejileri geliştirmektir (Moss, 2008). Bu kapsamda yabancı ot yönetimi; yabancı ot sorunlarının etkin biçimde kontrol altına alınabilmesi için mevcut tüm teknolojilerin, bilgi birikiminin ve uygulama yöntemlerinin sistematik ve rasyonel bir şekilde bir araya getirilmesi süreci olarak tanımlanmaktadır (Fryer, 1985).

Dünya nüfusundaki hızlı artış, gıda üretimine olan talebi önemli ölçüde artırmaktadır. Bu artan talebin karşılanabilmesi, sınırlı toprak ve su kaynaklarının etkin kullanımıyla birlikte ürün verimliliğinin artırılması ve gıda çeşitliliğinin korunmasını hedefleyen sürdürülebilir üretim yaklaşımlarının benimsenmesini gerekli kılmaktadır. Ancak yalnızca kimyasal temelli yabancı ot yönetimine bağımlı kalmak, hem herbisitlerin çevre ve ekosistemler üzerindeki olumsuz etkileri hem de yabancı ot popülasyonlarında gelişen herbisit direnci nedeniyle uzun vadede sürdürülebilir bir çözüm sunmamaktadır (Mace ve ark., 2007). Yabancı ot kontrolünde hiçbir mücadele yöntemi yabancı ot kontrolü için tek başına yeterli değildir; bu nedenle etkili ve kalıcı bir mücadele için farklı stratejilerin birlikte uygulanması gerekmektedir. Bu bağlamda, Entegre Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management, IPM) yaklaşımı, üreticilerin, toplumun ve çevrenin çıkarlarını göz önünde bulundurarak, zararlı kontrol yöntemlerinin maliyet-fayda analizlerine dayalı biçimde uyumlu ve koordineli şekilde uygulanmasını hedefleyen bütüncül bir sistemdir (Norris ve ark., 2003). Bu tanıma göre, tüm mevcut tüm zararlı kontrol teknikleri bir arada değerlendirilerek, zararlı popülasyonlarının gelişimini baskılayan, pestisitlerin ve diğer mücadele yöntemlerinin ekonomik ve çevresel açıdan dengeli kullanımını sağlayan, insan sağlığı ve ekosistemler üzerindeki riskleri azaltan önlemlerin entegrasyonu esastır (FAO, 2003).

Dünya genelinde giderek artan insan nüfusunun beslenme ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, 2050 yılına kadar küresel gıda talebinin %59 ila %98 oranında artacağı öngörülmektedir (Kumar ve ark., 2021). Bu durum gıda güvenliğinin sağlanması ve sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi açısından, tarımsal üretimde meydana gelen ürün kayıplarının en aza indirilmesini kritik bir gereklilik haline getirmiştir. Dolayısıyla, mevcut doğal kaynakların verimli kullanımını esas alarak gıda üretimini artırmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Junaid ve Gokce, 2024). Son yıllarda, tarımsal üretim sistemlerinin sürdürülebilirliği ve pestisit kullanımının insan sağlığı ve çevre

¹Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, mine.ozkil@tarimorman.gov.tr

üzerindeki olumsuz etkileri, küresel ölçekte giderek daha fazla önem kazanan sorunlar arasında yer almaktadır. Bu gelişmeler, kimyasal olmayan yabancı ot yönetimi konusuna olan ilgiyi yeniden canlandırmış ve alternatif kontrol stratejilerinin geliştirilmesini teşvik etmiştir. Günümüzde kimyasal olmayan yabancı ot kontrol tekniklerinde önemli ilerlemeler kaydedilmekte; yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve mevcut yöntemlerin iyileştirilmesi sayesinde üreticilere çok daha geniş ve çevre dostu kontrol seçenekleri sunulmaktadır (Rasmussen ve Ascard, 1995; Rasmussen, 1996; Zimdahl, 2007).

Gelecek nesillerin gıda güvenliğini korurken sağlıklı ve güvenilir gıdalar üretmeye yönelik sürdürülebilir ve çevre dostu tarımsal uygulamalara olan talep giderek artmaktadır. Ancak, funguslar, bakteriler, nematodlar, böcekler ve yabancı otlar gibi çeşitli zararlı organizmaların neden olduğu biyotik stresler, tarımsal açıdan önemli birçok ürünün verim ve kalitesini ciddi biçimde azaltmaktadır (Salma ve Jogen, 2011; Kumar ve ark., 2021). Küresel ölçekte, yabancı otlar, bitki patojenleri, böcekler ve bazı omurgalı türleri dahil olmak üzere yaklaşık 67.000 farklı tarımsal zararlı türü, dünya çapında tarımsal verimde %40'luk bir azalmaya neden olmaktadır (Verma ve ark., 2020). Bu denli yüksek düzeydeki verim kayıpları, hem gıda üretiminde sürdürülebilirliği tehdit etmekte hem de mevcut zararlı yönetim stratejilerinin çevresel ve insani etkilerini sorgulanır hale getirmektedir. Dolayısıyla, zararlı popülasyonlarının neden olduğu ekonomik ve ekolojik kayıpları azaltırken, insan sağlığı ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri en aza indiren daha dayanıklı, entegre ve sürdürülebilir zararlı yönetimi yaklaşımlarına acil ihtiyaç duyulmaktadır (Bastiaans ve ark., 2008; David ve ark., 2011; Baker ve ark., 2020).

Tarımsal üretimi olumsuz yönde etkileyen zararlı organizmalar arasında yer alan yabancı otlar, yüksek rekabet güçleri nedeniyle başlıca gruplardan biri olarak kabul edilmekte ve dünya genelinde birçok tarım ürününün veriminde ve kalitesinde ciddi azalışlara neden olmaktadır (Aneja ve ark., 2017). Yabancı otların kontrol altına alınmasında yaygın olarak başvurulanan yöntemlerden biri, çevre ve insan sağlığı açısından riskler barındıran. Günümüzde herbisitler, dünya genelinde satılan tüm pestisitlerin yaklaşık %44'ünü oluşturmaktadır (Fishel, 2007; Bailey, 2014). Herbisitlerin tarımsal üretimde yaygın olarak kullanılmaya başlanmasından önce yabancı ot yönetimi büyük ölçüde ekim nöbeti, toprak işleme ve elle çapalama ve diğer kültürel ve mekanik yöntemlere dayanmaktaydı. Ancak İkinci Dünya Savaşı'ndan sonraki yıllarda, yüksek etkinlik ve seçicilik gösteren sentetik herbisitlerin geliştirilmesiyle birlikte, araştırmaların odağı giderek kimyasal kontrol yöntemlerine kaymış ve alternatif yabancı ot yönetim stratejileri arka planda kalmıştır (Upadhyaya ve Blackshaw, 2007). Bu süreçte, yabancı otlar tarımsal ekosistemlerin doğal bir bileşenleri olarak görülmediğinden, yalnızca ortadan kaldırılması gereken zararlı unsurlar olarak ele alınmış; bu durum sürdürülebilirlik ilkelerinin göz ardı edilmesine ve önleyici ya da baskılayıcı yaklaşımların ikinci plana itilmesine yol açmıştır. Bununla birlikte, kimyasal olmayan yabancı ot yönetimi seçeneklerinin birçoğu “ekonomik olmayan” veya “uygulamada yetersiz” olarak nitelendirilmiştir (Moss, 2008; Rask ve Kristoffersen, 2007). Bunun sonucunda, özellikle kimyasal herbisit kullanımının kısıtlandığı veya tamamen yasaklandığı organik tarım sistemlerinde, yabancı otlar önemli bir üretim sorunu olarak ortaya çıkmıştır.

Herbisitlerin çevre, insan sağlığı ve ekosistemler üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler, yenilikçi ve sürdürülebilir yabancı ot kontrol stratejilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara güçlü bir ivme kazandırmıştır. Bu bağlamda, yabancı otların yönetiminde bitki patojenlerinin biyolojik kontrol etmenleri olarak kullanılması fikri, son yıllarda yabancı ot bilimcileri ve bitki patoloğları arasında büyük ilgi görmüştür. Özellikle funguslar, bakteriler ve virüslerin bu amaçla kullanımı son yirmi yılda önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir (Kumar ve ark., 2021). Herbisit kullanımına olan bağımlılığı azaltmak amacıyla geliştirilen bu alternatif stratejiler, yabancı otlarla mücadelede doğal düşmanların, özellikle fungal patojenlerin ve böceklerin etkinliğinden yararlanmayı hedeflemektedir. Bu yaklaşımlar, hem çevre dostu hem de uzun vadeli bir yabancı ot kontrolü sağlamaları bakımından umut verici görülmektedir. Bu kapsamda geliştirilen biyoherbisitler, fitopatogenik etmenlerden (funguslar, bakteriler ve virüsler) veya bu mikroorganizmalar tarafından üretilen mikrobiyal fitotoksinlerden elde edilen biyolojik formülasyonlardır ve uygulama biçimleri açısından geleneksel kimyasal herbisitlere benzerlik göstermektedir (Boyetchko ve Peng, 2004).

Biyoherbisitler, yabancı ot türlerini kontrol etmek için yoğun veya çoklu uygulamalarla kullanılan biyolojik kökenli ürünlerdir. Genellikle mikrobiyolojik ajanlar, özellikle de fungal patojenler temelinde formüle edildiklerinden, bu tür biyoherbisitler çoğunlukla “Mikoherbisitler” olarak adlandırılırlar (Ravlić and Balicević, 2014). İlk ticari biyoherbisi 1980 yılında piyasaya sürülmüş olup, geliştirilen ürünlerin büyük çoğunluğu fungal kökenlidir. Bu kapsamda biyoherbisitlerde en yaygın olarak kullanılan fungal cinsler arasında; *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Cercospora*, *Fusarium*, *Phomopsis*, *Phytophthora*, *Phoma*, *Puccinia* yer almaktadır. Fungusların yabancı otlara karşı biyolojik kontrol ajanı olarak araştırılması, geliştirilmesi ve ticarileştirilmesi süreci, yalnızca biyolojik ve ekolojik dinamiklerle sınırlı olmayan; aynı zamanda sosyal, teknik ve ekonomik faktörlerin de etkilediği çok yönlü bir süreçtir. Üretim teknolojileri, formülasyonun stabilitesi, çevreyle uyumluluk, herbisit etkisinin kalıcılığı ve yüksek maliyetli, zaman alıcı tescil prosedürleri, bu alandaki başlıca zorluklar arasında yer almaktadır. (Pantović ve ark., 2023).

Biyolojik herbisit ürünlerinin sınırlı gelişimi ve ticarileşme hızının yavaş olmasının nedenleri, çeşitli araştırmacılar tarafından çevresel (örneğin sıcaklık ve nem koşulları), biyolojik (konakçı farklılığı ve konakçı direnci), teknolojik (formülasyon ve seri üretim zorlukları) ve ticari kısıtlamalarla (pazar kapasitesi ve patent koruması gibi) ilişkilendirilmiştir (Auld ve ark., 2003). Bununla birlikte piyasada kayıtlı ve ticari olarak satılan biyolojik herbisitlerin sayısı az olsada, bu ürünlerin çevre dostu özellikleri, ekotoksikolojik açıdan güvenli yapıları ve uzun vadede sürdürülebilir kontrol potansiyelleri nedeniyle, biyolojik yabancı ot yönetimi yaklaşımları içinde özellikle mikoherbisitler sınırlı da olsa artan bir ilgi görmektedir.

Yabancı Otlar

Artan dünya nüfusu, gıda talebinde sürekli bir artışa neden olurken, küresel ölçekte doğal kaynakların sınırlı oluşu, tarımsal üretim üzerinde ciddi baskılar oluşturmaktadır. Tarımsal üretimdeki verim kayıplarına katkıda bulunan başlıca faktörler arasında; yabancı otlar, böcekler, hastalıklar, iklim değişiklikleri, tuzluluk, kuraklık ve ekilebilir arazilerin yer almaktadır. Buna ek olarak hasat sonrası kayıplar da küresel gıda güvenliği üzerinde yıkıcı etkilere sahiptir. Doğal kaynakların etkin kullanılmaması, mevcut tarım arazilerinin aşırı sömürülmesine ve nihayetinde üretim alanlarının kaybına yol açmaktadır. Günümüzde tarımsal üretimde meydana gelen toplam kayıpların yaklaşık %34’ünün yabancı otlardan kaynaklandığı bildirilmektedir (Junaid ve Gokce, 2024).

Yabancı otlar, genellikle istenmeyen veya yetiştirilen bitkilerle rekabet eden türler olarak tanımlanmakta ve tarımsal zararlılar arasında en problemli gruplardan birini oluşturmaktadır. Yeryüzünde bulunan yaklaşık 250.000 bitki türünün %3’üne (yaklaşık 8.000 tür) karşılık gelen yabancı otlar (Gharde ve ark., 2018), tarımsal ürün veriminde ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hatta, böcek ve fungal patojenlerden kaynaklanan zararlardan daha yüksek ekonomik etkiler yarattıkları bildirilmektedir. Güçlü rekabet yetenekleri sayesinde yabancı otlar, toprak besin maddeleri, su ve ışık gibi sınırlı büyüme kaynakları için kültür bitkileriyle doğrudan rekabete girerek verim düşüşüne, ürün kalitesinin azalmasına ve üretim maliyetlerinin artmasına neden olurlar (Milberg ve Hallgren, 2004, Zimdahl, 2013). Küresel ölçekte yapılan tahminlere göre, tarımsal ürün kayıplarının yaklaşık %90’ı yalnızca 227 yabancı ot türünden kaynaklanmaktadır (Riches, 2001).

Tarihsel süreçte, yabancı otların kontrolü, büyük ölçüde kimyasal herbisitlerin yoğun kullanımıyla sağlanmıştır. Herbisitlerin kullanımı, kısa vadede tarımsal üretimde artışa neden olmuştur, ancak bu tarım kimyasallarının uzun süreli kullanımı halk sağlığını ve doğal kaynakların sürdürülebilirliğini etkilemiştir (El-Sayed, 2005). Ayrıca bazı herbisit bileşenlerinin, doğrudan gözlemlenemeyen ancak uzun vadede genetik materyalde kalıtsal değişimlere yol açarak mutajenik ve toksik etkiler oluşturabileceği bildirilmektedir (Marin-Morales ve ark., 2013). Herbisit kullanımının çevresel riskleri dikkate alındığında, çevre dostu ve sürdürülebilir yabancı ot yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi günümüzde kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir (Uludag ve ark., 2018). Bu bağlamda, biyolojik mücadele, kimyasal kontrol yöntemlerine alternatif olarak öne çıkan etkili ve ekolojik açıdan güvenli bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Biyopestisitlerin sahip olduğu çoklu etki mekanizmaları, yabancı otların direnç geliştirme olasılığını azaltmakta ve uzun vadeli bir kontrol

etkinliği sağlamaktadır. Dolayısıyla, tarımsal üretimde biyo-bazlı mücadele stratejilerinin yaygınlaştırılması, gelecekte yabancı ot yönetiminde sürdürülebilir başarının anahtarı olarak görülmektedir (Bailey, 2014).

Mikrobiyal Herbisitler

Yabancı otlar ve diğer zararlı organizmalar (fungus, bakteri, virüs ve böcekler) arasındaki etkileşimler kaçınılmazdır. Bitki olması nedeniyle yabancı otlar ekolojik olarak üreticilerdir. Diğer tüm zararlı organizmalar tüketicilerdir ve yabancı otları doğrudan besin kaynağı olarak kullanabilirler. Yabancı ot örtüsünün varlığı, ekosistemin mikro iklimini değiştirir ve aksi takdirde hayatta kalamayacak zararlı ve faydalı organizmalara barınak sağlar. Yabancı ot kontrolü için yapılan toprak işleme diğer zararlıların popülasyon gelişimini etkileyebilir (Norris, 2005).

Biyolojik mücadele, ilk kez Smith tarafından kullanılmıştır ve böcekler, patojenler gibi canlı organizmaların, zararlıların popülasyonunu önemli ölçüde azaltmak için kullanılması olarak tanımlanmıştır (DeBach ve Schlinger, 1964). Yabancı otları kontrol etmek için yasal düzenlemeler, yabancı otların herbisitlere karşı direnç geliştirilmesi gibi sorunlar nedeniyle birçok geleneksel herbisit kaybedilmesi biyolojik mücadele yöntemleri kullanılmasını teşvik etmektedir (Kumar ve ark., 2021). Ayrıca, herbisitlerin kanser, solunum ve cilt sorunları gibi önemli hastalıklarla bağlantılı olduğu ve özellikle besin döngüsü ve verimlilikle ilgili yararlı toprak mikroflorasını azalttığı bilinmektedir. Bu nedenle, doğal düşmanları kullanan biyolojik mücadele yönetimi, sürdürülebilir tarımsal üretimin önemli bir bileşeni haline gelmiştir (Bale ve ark., 2008). Bitki patojenlerinin yabancı otları kontrol etmek için kullanılması, tarımda uygulanabilir etkili, güvenli, çevre dostu bir yaklaşım olarak popülerlik ve onay kazanmıştır (Auld ve Morin, 1995; El-Sayed, 2005). Bitki patojenlerinin kullanımı, kimyasal pestisitlerle kontrol edilmesi zor olan yabancı otlar için veya belirli kimyasal maddelerin üretiminin çok maliyetli ve zor olduğu küçük ölçekli ve özel ürünler için özellikle dikkate alınmaktadır. Ayrıca, uygulanan biyolojik mücadele ajanları saha koşullarında etkili bir şekilde gelişip çoğalırsa, biyolojik mücadele stratejisinin daha ucuz ve çevre dostu olduğu gözlemlenmektedir (Jones ve ark., 2017; Myers ve Cory, 2017). Ancak, 1940'ların ortalarında kimyasal pestisit endüstrisinin sürekli genişlemesi ve başarılı bir şekilde kabul görmesi, biyolojik mücadele ajanlarının kullanımını engellemiştir.

Biopestisitler, kimyasal zararlı kontrolüne göre daha güvenli bir alternatif olarak uzun süredir dikkat çekmekte, çevreye ve insan sağlığına daha az zarar vermektedir. Dünya genelinde yaklaşık 1400 biopestisit ürünü üretilmektedir. Bunu bir perspektife oturtmak gerekirse, biopestisitler tüm pestisit pazarının sadece %2.5'ini, mikroorganizmalara dayalı biopestisitler ise, dünya pestisit pazarının %1.3'ünü oluşturmaktadır. Kimyasal pestisitlere olan bağımlılığımızı azaltmak için, biopestisit üretimiyle uğraşan endüstrilerin geliştirilmesi acil bir ihtiyaçtır (Bailey ve Boyetchko, 2010; Marrone, 2017; Verma ve ark., 2020).

Biyolojik herbisitlerin çoğunda funguslar kullanılmıştır; bazı durumlarda mikobiyosit terimi, biyolojik herbisit ile eşanlamli olarak kullanılmıştır. Funguslar, mikrofloranın bir parçasıdır ve yabancı ot kontrolünü iyileştirmek için toksinler gibi çeşitli bileşikler üretmesi nedeniyle biyoherbisitler içerisinde umut vadeden adaylar olarak ortaya çıkmaktadır. Fungus temelli biyolojik herbisitler Mikroherbisitler olarak adlandırılır. Mikroherbisit kullanımı, yabancı ot biyolojik kontrolünde son yıllarda yaygın bir yaklaşımdır. Bu fungal patojenler, yabancı otlara, böceklerle ve diğer patojenlere karşı etkili fitotoksik bileşiklerin veya diğer metabolitlerin üretimini tetikleyebilir veya oluşturabilirler. Ayrıca funguslar, iyi tanımlanmış bir taksonomik konuma sahip olmaları ve yüksek virülens göstermeleri nedeniyle bakteri ve virüslere kıyasla kolay tanımlanmalarıyla öne çıkmaktadır. Mikroherbisitler, özellikle funguslar olmak üzere mikroorganizmaların ürettiği doğal metabolitleri kullanarak yabancı ot popülasyonunu azaltırlar. Kimyasalların aksine, fungus temelli Mikroherbisitlerde, genetik sistemleri sayesinde ortamdaki değişikliklere veya bir hedeften gelen dirence uyum sağlama kapasitesine sahiptir. Funguslardaki bu uyum yeteneği, özellikle geleneksel herbisitlerin etkisiz kaldığı durumlarda, yabancı otların kontrolü için Mikroherbisitlerin değerlendirilmesinde pratik uygulama bulmaktadır (Auld ve ark., 2003; Souza ve ark., 2017).

Mikoherbisitlerin etki mekanizmasını, konukçu yabancı ot ile patojen arasındaki uyumlu etkileşimleri belirler. Bu aynı zamanda enfeksiyonun başarısını da etkiler. Bu mikoherbisitler, çeşitli enzimler veya fitotoksik sekonder metabolitler üreterek yabancı otlar üzerinde etki gösterirler (Xu ve ark., 2021; Swain ve Mukherjee, 2020). Birçok fungus türevi enzimler (selülozlar, lignazlar ve peptidazlar) bitki hücre duvarının parçalanmasında önemlidir. Ayrıca, proteinazlar, peptidazlar, amilazlar ve fosfolipazlar, protein ve lipid zarlarını parçalayarak, biyolojik kontrol ajanının hedeflenen yabancı ot üzerindeki enfeksiyonunu kolaylaştırır (Peng ve ark., 2021). Mikoherbisitlerin etki mekanizması, bu fitotoksik sekonder metabolitlerin bitki metabolizmasını etkilemek için kullandıkları mekanizmayı açıklar. Birçok hemibiyotrofik fungus, mikoherbisit üretiminin hedef ajanlarıdır. Örneğin, *Colletotrichum gloeosporioides*, yuvarlak yapraklı ebegümeci (*Malva pusilla*) ile mücadele etmek için etkili bir mikoherbisit olarak geliştirilmiştir (Grant ve ark., 1990).

Sentetik herbisitlere kıyasla daha kısa çevresel kalıcılık yarı ömrü, biyolojik olarak parçalanabilirlik ve toprak-su kirliliğine neden olma olasılığının daha düşük olması gibi avantajlara sahiptir. Mikoherbisitlerin diğer bir avantajı ise yüksek konak özgüllüğüne sahip olması, bu nedenle hedef dışı bitkiler ve ürün için sorun yaratmamasıdır. Böylece, odak noktası en zararlı ve rekabetçi yabancı ot türleri olduğundan, biyoçeşitlilik korunur. Ayrıca, biyoherbisitlerle ilişkili maliyetin, ilgili kimyasal herbisitlerin ticari maliyetinden daha düşük olduğu bildirilmiştir. Mikoherbisitler, geleneksel herbisitlerin uygulanmasında kullanılanlara benzer teknik ve metodolojiler kullanılarak yabancı otlara uygulanan fungal patojenlerdir. Küçük yabancı otlar için teknik, hedef alanın biçilmesini ve ardından Mikoherbisitün püskürtülmesini ve ardından sulama yapılmasını içerir. Mikoherbisitler, optimum enfeksiyona ulaşmak için uzun süreli yüksek neme ihtiyaç duyar (Harding ve Raizada, 2015; Kumar ve ark., 2021; Duke ve ark., 2022).

Piyasada bulunabilen biyoherbisitlerin çoğunluğunu funguslar oluşturmaktadır. En yaygın fungus temelli Mikoherbisitler şunlardır: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium nygamai*, *Fusarium tumidum*, *Verticillium albo-atrum*, *Alternaria destruens*, *Alternaria cassiae*, *Alternaria sonchi*, *Alternaria alternata*, *Alternaria helianthi*, *Sclerotinia minor*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *malvae*, *Colletotrichum truncatum*, *Colletotrichum coccodes*, *Cercospora rodmanii*, *Mycelia sterilis*, *Phomopsis amaranthicola*, *Phytophthora palmivora*, *Phyllosticta cirsii*, *Phoma destructiva*, *Phoma hedericola*, *Phoma macrostoma*, *Phoma nebulosa*, *Phoma herbarum*, *Phoma macrostoma*, *Puccinia thlaspeos*, *Puccinia jaceae* var. *solstitialis*, *Puccinia canaliculata*, *Thricoderma virens* (Raza ve ark., 2025; Pantović ve ark., 2023; Kumar ve ark., 2021; Petraki ve ark., 2024).

Küresel olarak, 25 fungus, bakteri ve virüs bazlı biyolojik herbisit tescillenmiştir ve bunların 11'i ABD'de, 9'u Kanada'da, 2'si Güney Afrika'da ve 2'si Japonya'da tescillenmiştir. Afrika, Çin, Hindistan, Hollanda ve Ukrayna'da ise bu ülkelerde birer biyolojik herbisit tescillenmiştir (Aneja ve ark., 2013; Bailey, 2014; Aneja ve ark., 2017). Bu kayıtlı biyolojik herbisitlerin bazıları, raf ömürlerinin kısa olması ve çimlenme, penetrasyon ve konakçı hedefe bulaşma açısından çok önemli faktörler olan değişken hava koşulları (serbest nem/çiğ ve sıcaklık gibi) nedeniyle tarlalarda düşük performans göstermiştir. Hemibiyotrofik patojenler olan *Colletotrichum* spp. ve *Gibbago trianthemae*'ye dayalı mikobiyositler, doğada iyi performans göstermiştir (Kumar ve ark., 2016; Kumar ve Aneja, 2016). Piyasada bazı ticari fungal biyoherbisitler ve hedef yabancı ot türleri Tablo 1'de verilmiştir (Raza ve ark., 2025, Htet ve ark., 2022).

Tablo 1. Mikoherbisitler ve hedef yabancı ot türleri

Fungal Biyoherbisit Ajanı	Yabancı Ot Türü	Kaynaklar
<i>Alternaria destruens</i> strain 059	<i>Cuscuta campestris</i>	Cook ve ark., 2009
<i>Alternaria cassiae</i>	<i>Senna obtusifolia</i> , <i>Senna occidentalis</i> , <i>Senna obtusifolia</i> , <i>Crotalaria spectabilis</i> , <i>Cassia obtusifolia</i>	Walker ve Boyette, 1985 Walker ve Riley, 1982

<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f.sp. <i>malvae</i>	<i>Malva pusilla</i>	Harding ve Raizada, 2015
<i>C. gloeosporioides</i> f.sp. <i>aeschynomene</i>	<i>Aeschynomene virginica</i>	Menaria, 2007
<i>Colletotrichum orbiculare</i>	<i>Xanthium spinosum</i>	Auld ve ark., 1988
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Cuscuta</i> spp	Mortensen, 1998
<i>Colletotrichum coccodes</i>	<i>Abutilon theophrasti</i>	Wymore ve Watson, 1989
<i>Chondrostereum purpureum</i>	<i>Alnus rubra</i> , <i>Prunus serotina</i> , <i>Alnus rubra</i> , <i>Prunus serotina</i> , <i>Betula papyrifera</i> , <i>Populus tremuloides</i>	De Jong, 1990 Strunz ve ark., 1997
<i>Fusarium tricinctum</i>	<i>Cuscuta</i> spp. <i>Cuscuta gronovii</i>	Hopen ve ark., 1996
<i>Microsphaeropsis amaranthi</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Johnson, 1994
<i>Microsphaeropsis amaranthi</i> <i>Phomopsis amaranthicola</i>	<i>Amaranthus tuberculatus</i> , <i>Amaranthus</i> sp.	Ortiz-Ribbing ve ark., 2011
<i>Phytophthora palmivora</i>	<i>Morrenia odorata</i>	Feichtenberger ve ark., 1984
<i>Phoma</i> genus species	<i>Phoma herbarum</i>	Sumampong ve ark., 2008
<i>Puccinia thlaspeos</i>	<i>Isatis tinctoria</i>	Thomas, 2008
<i>Phoma macrostoma</i>	<i>Taraxacum officinale</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Stellaria media</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Matricaria perforate</i> , <i>Tripleurospermum inodorum</i>	Bailey ve ark., 2011
<i>Puccinia chondrillina</i>	<i>Chondrilla juncea</i>	Adams ve Line, 1984
<i>Puccinia carduorum</i>	<i>Carduus nutans</i>	Bruckart ve ark., 1996
<i>Puccinia jaceae</i> var. <i>solstitialis</i>	<i>Centaurea solstitialis</i>	Fisher ve ark., 2011, Bruckart III, 2006
<i>Puccinia canaliculata</i>	<i>Cyperus esculentus</i> <i>Aeschynomene virginica</i>	Greaves ve MacQueen, 1992 Templeton, 1984
<i>Sclerotinia minor</i>	<i>Taraxacum officinale</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Plantago major</i>	Sindhu ve ark., 2018
<i>Trichoderma virens</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Héreau ve ark., 2005

Yabancı otların biyolojik kontrolünü patojenler aracılığıyla gerçekleştirmek için, klasik ve biyoherbisidal yaklaşımlar en etkili ve başarılı yöntemler olarak kabul edilmektedir. Yabancı patojenik ajanların egzotik zararlıları kontrol etmek için yeni bir ortama uygulanması, genellikle “klasik yaklaşım” olarak kabul edilir. “Biyoherbisidal yaklaşım” ise, patojenik organizmaların hedef bölgede zaten mevcut olduğu (yerli veya getirilmiş) ancak kitlesel üretim yoluyla sayılarının artırıldığı yaklaşımdır. Bitki patojenik funguslar, beslenme şekillerine göre üç farklı forma ayrılmıştır: nekrotroflar/perthotroflar (ölü bitki hücrelerinden besin alanlar); biyotroflar (beslenme ve büyüme için canlı hücrelere bağımlı olanlar); ve hemibiyotroflar (başlangıçta biyotrofik bir aşamaya sahip olan ve ardından nekrotrofik aşamaya geçen organizmalar). Çoğunlukla başarılı olan mikobiyosidal maddeler, biyotrofik aşamada konakçı

spesifikliği gösteren ve nekrotrofik aşamada patojenin geniş çaplı doku ölümüne neden olan hemibiyotrofik funguslardan oluşur (Goodwin, 2001, Aneja, 2017).

Dünyanın farklı bölgelerinde başarılı bir biyolojik mücadele ajanı geliştirmek için yürütülen birçok etkili girişim, bu stratejinin başarısını göstermiş ve doğal düşmanların bitki büyümesini ve üremesini geciktirebileceği fikrini desteklemiştir (Huffaker ve Kennett, 1959). Barton (2012), dünya çapında yabancı otların biyolojik kontrolü için 38 geleneksel biyolojik kontrol projesinde 28 fungus türünün kullanıldığını kaydetmiştir. Mikoherbisitlerin, ormanlarda kesilmiş ağaç gövdelerini yok etmek ve eğlence ve spor alanlarındaki yabancı otları kontrol etmek için güvenli bir şekilde kullanılması önerilmiştir (Abramson, 1998; Vey ve ark., 2001).

Çeşitli tarım alanlarında doğal antagonistik ajanların daha fazla kullanılması, kimyasal zararlı kontrol yöntemlerine kıyasla çevresel ve ekonomik açıdan daha uygun bir çözüm olduğu kanıtlanmıştır (Van Lenteren, 2012). Biyoherbisitler, hedef yabancı otların tüm popülasyonunu bastırmak ve yönetmek için organizmaların düzenli olarak salınmasını kullanmaktadır. Kimyasal herbisitler gibi bu tür patojenler veya biyolojik ajanlar genellikle “üretilir”, formüle edilir, standartlaştırılır, paketlenir ve tescil edilir (Auld ve Morin, 1995; Mueller-Schaerer ve Scheepens, 1997). Biyoherbisitlerin kullanımı, aşağıdaki amaçları gerçekleştirmek için tercih edilmektedir (Aneja ve ark., 2017).

- Geleneksel kimyasal herbisitlerden önemli ölçüde daha az toksiktir.
- Sınırlı miktarlarda etkilidir ve genellikle hedef alınan konakçı ile birlikte ölür.
- Biyoherbisitler çevre dostudur ve biyolojik çeşitlilik için toksik değildir.
- Geliştirilme maliyetleri düşüktür.

Mikoherbisit uygulama tekniklerindeki son yıllardaki ümit verici gelişmelere rağmen, dezavantajların da kabul edilmesi yabancı ot ile mücadelede hayati önem taşımaktadır. Başlıca dezavantajlar çevresel, teknik ve ticari kısıtlamalarla ilgilidir. Özellikle Mikoherbisitlerin çevresel koşullara bağlı olarak gecikmeli bir etkisi vardır. Teknik zorluklar, Mikoherbisitlerin geliştirilmesi ve büyük ölçekli üretimiyle bağlantılıdır. Pazar yeterliliği, patent koruması, tüketici güveninin oluşturulması ve gelişen pazar dinamiklerine uyum sağlama, toplu olarak ticari kısıtlamaları oluşturur. Son araştırmalarda, belirli fungus patojenlerinin memeliler için zararlı toksinler üretebileceğini ve dikkate alınması gerektiğini göstermiştir. Diğer bir sorun ise, çeşitli yabancı ot popülasyonlarına sahip tarımsal ekosistemlerde, biyoherbisitlerin yüksek seçiciliğinin bir sorun olabilmesi ve yetersiz kontrolle sonuçlanabilmesidir. Ayrıca Mikoherbisitlerin optimum enfeksiyona ulaşması için uzun süreli yüksek neme ihtiyaç duyarlar. Bu çok yönlü engellerin ele alınması, yenilikçi teknolojilerin ve ürünlerin rekabetçi ortama başarılı bir şekilde entegre edilmesi için çok önemlidir (Auld ve ark., 2003; Aneja ve ark., 2013; Sing ve Pandey, 2024; Saitheja ve ark., 2024).

Geçmişten Günümüze Yabancı Ot Mücadelesinde Mikoherbisitlerin Kullanımı

Biyoherbisitlerin geliştirilmesi ve pazarlanmasında pek çok engel bulunmakla birlikte, kimyasal herbisitlere dirençli yabancı otlar ve kimyasal pestisitlerin kullanımına ilişkin kamuoyunun endişeleri, biyoherbisit araştırmaları için muazzam bir alan yaratmıştır (Kumar ve ark., 2021). Biyoherbisitler arasında, mikobiyosidal herbisitler, kimyasal herbisitlerle etkili bir şekilde rekabet edebilir. Tarla bitkilerinde herbisitlere dirençli yabancı ot türleriyle mücadele etmek için birçok uygulama ve strateji benimsenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, gelecekteki herbisitlere dirençli yabancı ot yönetimi vizyonu, herbisit bağımlılığının azaltıldığı sürdürülebilir bitki üretimine bağlıdır. Biyolojik yabancı ot kontrol stratejisi, diğer yabancı ot kontrol yöntemlerine kıyasla birçok avantaja sahiptir. Bu strateji, Entegre Zararlı Yönetimi yaklaşımının temel taşı olarak kabul edilmekte ve ekosisteme zarar vermeden sürdürülebilir ve ekonomik zararlı kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır (Naranjo ve ark., 2015).

Tarımsal sistemlerde, yüksek bitkilerden, mikroorganizmalardan veya mikrobiyolojik fitotoksinlerden üretilen biyolojik herbisitler, yabancı otları kontrol etmek için kullanılmaktadır (Dayan ve ark., 2012; Cai ve Gu, 2016; Cordeau ve ark., 2016; Lamberth, 2016). Biyoherbisitlerin ticarileştirilmesi, bunların gelişimini kısıtlayan çeşitli faktörler nedeniyle hala zorlu bir süreçtir.

Piyasada bazı ticari biyolojik herbisit formülasyonları mevcuttur, ancak bunların sayısı herbisitlere oranla ihtiyacı karşılamaktan uzaktır (Auld ve ark., 2003; Pacanoski, 2015). Biyoherbisitlerin çeşitli faydalarından uzak olmakla birlikte, biyolojik ajanların karlı ticari ürünlere dönüştürülmesini kısıtlayan birkaç sınırlayıcı faktör önemli rol oynamıştır. DiTomaso ve ark. (2017), Amerika Birleşik Devletleri'nde biyolojik mücadelenin uygulanmasını engelleyen düzenleyici ve politik “engelleri” açıklamıştır. ABD'deki enstitülerde biyolojik mücadele çalışanları için araştırma pozisyonları ciddi şekilde azalmış ve biyolojik mücadele akademik bir disiplin olarak zemin kaybetmektedir (Messing ve Brodeur, 2017). Ancak bu eğilim, dünyanın diğer bölgelerinde, örneğin biyolojik mücadelenin herbisitlere karşı oldukça kabul gören bir seçenek olduğu Avrupa'da baskın değildir (van Lenteren ve ark., 2017). Avustralya, yabancı otların biyolojik mücadelesi alanında dünya lideri olarak kabul edilmektedir. Ancak, araştırma potansiyeli 1980'ler ve 1990'ların başlarına kıyasla yaklaşık %20 oranında azalmıştır (Palmer ve ark., 2014, Sheppard ve ark., 2015).

Mikoherbisit uygulamasının en zor kısmı, yabancı otlarda yeterli fungus propagülünün temini ve korunmasıdır. Yeni bir biyoherbisitin piyasaya sürülmesini olumsuz etkileyen bir diğer özellik ise, ülkeden ülkeye değişen ve uzun zaman alan kayıt protokolüdür (Auld ve ark., 2003). Olckers (2000), çoğu ülkede küçük bütçelerin, yabancı otları kontrol etmek için biyolojik yöntemlerin benimsenmesi ve uygulanmasının yetersiz kalmasına neden olduğunu belirtmiştir. Fungus bazlı biyolojik mücadele ajanları için kayıt gerekliliklerinin tanımı ve kayıt prosedürlerinin bölgesel standardizasyonu tartışılmaktadır. Mikroorganizmalara dayalı biyolojik mücadele ajanlarının üretimini engelleyebilecek bazı temel sorunlar hala çözülmemiştir (Neale ve Newton, 1998; Strasser ve Smith, 2000). Finansal sorunların yanı sıra, biyolojik mücadele üzerinde çalışan araştırmacılar arasında iş birliği ihtiyacı da önemlidir. Biyoherbisitlerin önemli faydaları dışında, belirli koşulların biyoherbisitlerin karlı ürünlere dönüşmesini engellediği belirtilmiştir (Bailey ve ark., 1998; Auld ve ark., 2003; Boyetchko ve Peng, 2004). Ticari biyolojik herbisitlerin gelecekteki başarısını teyit etmek için halk sağlığı ve çevre güvenliği için veri gereksinimleri; risk değerlendirmesi, kamu ve endüstri girdileri için mekanizmalar, ürün fiyatlandırması, ürün kullanımı, satışı ve dağıtımı ile ilgili yasa ve yönetmeliklerin uygulanması, verimli bir düzenleme sistemi için çözülmesi gereken faktörlerin aşılması acil bir ihtiyaçtır (Bailey, 2014). Biyolojik herbisitlerin ilerlemesini sınırlayan engeller dört ana kısıtlama olarak sınıflandırılmıştır:

1. Biyolojik kısıtlamalar (konakçı özgüllüğü, konakçı direnç mekanizmaları ve etkinliği etkileyen diğer organizmalarla etkileşimler).
2. Çevresel kısıtlamalar (biyolojik mücadele ajanlarının epidemiyolojisi, optimal çevresel koşullara bağlıdır).
3. Teknik kısıtlamalar (büyük ölçekli üretim; güvenilir ve etkili ürünlerin geliştirilmesi).
4. Ticari kısıtlamalar (pazar kapasitesi, patent koruması, güven ve uyum).

Biyolojik Kısıtlamalar

Yang ve TeBeest (1992; 1993), yüksek virülanslı fitopatojenlerin, yüksek enfeksiyon oranı ve yayılma gibi hayati epidemiyolojik özelliklerle birlikte biyolojik mücadele için potansiyel adaylar olduğunu öne sürmüştür. Fungus sporlaşması, spor üretimi ve canlılık, sıvı mikobiyosidal formülasyonun etkinliğini artırmak için üç önemli unsurdur (Aneja ve ark., 2017). Karbon konsantrasyonları ve karbon-azot oranları, biyolojik mücadele ajanının sporlaşmasını artırmanın temel etkenleridir. Karbon konsantrasyonu ve karbon/azot oranı (C/N) gibi besin bileşimi, mikoherbisit formülasyonlarındaki fungusların sporlanmasını etkiler. Yapılan çalışmada, *Colletotrichum truncatum*'un konidiaları, 80:1, 30:1 ve 10:1 gibi farklı C/N oranlarına sahip ortamlarda oluşmuştur. Sonuçlara göre, tüm bu koşullar *Sesbania exaltata* fidelerinin biyokütlesinde azalmaya neden olmuştur. Çalışmada, 10:1 veya 30:1 ortamında üretilen konidyalara, 80:1 ortamında üretilen konidyalara kıyasla sürgün boyu ve kuru ağırlığında daha fazla azalma göstermiştir (Schisler ve ark., 1991).

Çevresel Kısıtlamalar

Yabancı ot yönetimi için biyolojik mücadele stratejisinin uygulanmasındaki temel kısıtlamalardan biri, tarlalara uygulandıktan sonra patojenlerin varlığı ve stabilitesi ile yayılma olasılığı gibi konularda bilgi eksikliğidir. Spor çimlenmesine etkisi nedeniyle nem, biyolojik herbisitlerin performansını belirleyen sıcaklık gibi önemli bir çevresel faktör olarak kabul edilir (TeBeest ve ark., 1992). Patojenik fungusların enfeksiyona neden olması için 12 saatten fazla spor çimlenme periyodunun gerekli olduğu ve bu sürenin mikoherbisitlerin başarısı için en önemli kısıtlayıcı faktör olduğu bildirilmiştir. Mikoherbisitlerin etkinliği için nem, sıcaklıktan daha önemlidir (Boyetchko ve Peng, 2004). Örneğin, *Colletotrichum orbiculare* gibi bazı türler, *Xanthium spinosum*'u kontrol etmek için yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyar (Auld ve ark., 1988).

Teknik Kısıtlamalar

Mikoherbisit olarak potansiyel kullanım için keşfedilen çok sayıda patojenik strainin çok azı biyolojik mücadele için formülasyonlara dönüştürülmüştür. Biyoherbisitlerin başarısını etkileyen önemli faktörlerden biri, değişen çevre koşullarında canlı organizmanın yaşayabilirliğini uzatmak için etkili formülasyonlardır. Kontrollü ortamda iyi etkinlik göstermiş olsalar da, birçok olası ajan saha koşullarında zayıf performans göstermektedir (Cai ve Gu, 2016). Mikrobiyal herbisitlerin sürekli geliştirilmesi için, formülasyon tekniklerinin ilerlemesi büyük önem taşımaktadır. Teknolojik kısıtlamalar arasında, teknolojinin pilot ölçekten mega ölçeğe geçirilmesi sırasında karşılaşılan zorluklar, seri üretim ve biyolojik mücadele formülasyonunun kısa ömrü sayılabilir. Kullanılan biyolojik ajanın etkinliğinin yanı sıra, formülasyonun üretimi ve hazırlanması da çok kritik bir adımdır. Kullanılan üretim teknolojisi, patojenlerin ve biyolojik herbisitlerin mümkün olan en yüksek düzeyde üretilmesini sağlamalı ve formülasyonun tarım alanına uygulanması, herbisitlerin uygulanması kadar basit veya neredeyse aynı olmalıdır.

Biyokontrol ajanlarının üretiminde ve besin ortamının seçiminde kullanılan teknikler ve koşullar, yüksek biyokütleyle ulaşmak ve ayrıca tarladaki etkinliklerini belirlemek için önemlidir. Fungal yayılımları (konidiyum, miselyum, sklerot vb.) katı hal veya sıvı fermantasyonla veya her iki fazda birden üretilebilir. Genellikle, mikoherbisitlerin tarla koşullarında kullanılabilmesi için yüksek spor yoğunluğu gereklidir. Ticari mikoherbisit üretimi için, mikroorganizmaların uzun depolama süreleri boyunca üreme hücrelerinin çimlenmesini önlemek amacıyla stabilize edilmeleri gerekir. Bu durum, pH, sıcaklık, oksijen konsantrasyonu ve su aktivitesinin düşürülmesiyle kontrol altına alınır (Berestetskiy ve Sokornova, 2018).

Mikoherbisitler genellikle bir sıvı içinde süspanse edilmiş sporlar halinde uygulanır, ancak bu en etkili form değildir. Mikoherbisit için ilk ve en uygun formülasyon, hidrofobik sporlarla karıştırılmış hidrofilik bir taşıyıcıdan oluşan ıslatılabilir tozdur. Bu formülasyon, sporların canlılıklarını ve etkinliklerini kaybetmeden iki yıldan fazla hayatta kalmalarını sağladığı bildirilmiştir (Evans ve ark., 2001; Htet ve ark., 2022). Stowell'e (1991) göre, başarılı bir biyoherbisit üretimi, fermantasyon ortamında besin optimizasyonu, kültür ortamı ve ilgili ekonomik faktörleri içerir.

Ticari Kısıtlamalar

Dünyadaki her ülke, biyobiyositlerin tescili için kendi organizasyonuna ve sürecine sahiptir (Kabaluk ve ark., 2010). Mikroorganizmalara dayalı biyolojik mücadele ürünlerinin tescili ve pazarlanmasında en büyük engel, özellikle doğal olarak üretilen metabolitlerin risk analizidir. Funguslar çok çeşitli metabolitler salgırlar, bunların çok azı tıbbi açıdan önemli olup, araştırma aracı olarak kullanılır (Vey ve ark., 2001). Fungusların birçok yan ürünü son derece zehirlidir (fumonisinler, okratoksinler, patulin ve zearalenon) veya kansere (moniliformin ve aflatoksin) neden olur. Son 20 yılda, çoğu ülke çevresel riskleri tahmin etmek için risk tahminlerine ihtiyaç duymaktadır (Sheppard ve ark., 2003a; Klein ve ark., 2011).

Sonuç

Bu derleme, yabancı otların tarımsal üretim üzerindeki etkilerini ve fungus kaynaklı mikoherbisitlerin, tarımsal ekosistemde yabancı ot yönetimine katkılarını kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Ayrıca mikoherbisitlerin kimyasal herbisitleri tamamlayıcı bir rol üstlenerek Entegre Yabancı Ot Yönetimi (EYÖY) programlarına etkin bir şekilde entegre edilebilme potansiyeli değerlendirilmektedir.

Biyoherbisitler arasında özellikle funguslar, çevresel riskleri azaltma potansiyelleri nedeniyle yabancı ot kontrolünde en umut verici biyolojik ajanlar olarak öne çıkmaktadır. Fungus kaynaklı mikoherbisitler, EYÖY programlarında kullanıldığında, hem kimyasal herbisitlerin kullanımını optimize edebilir hem de hedef dışı organizmalara olan olumsuz etkileri azaltabilir. Bu yaklaşım, doğal bitki örtüsünün korunmasını ve tarımsal ekosistemde biyolojik çeşitliliğin desteklenmesini sağlayabilir. Ayrıca, fungus ve herbisit kombinasyonlarının etkinliğini artıracak şekilde yapılacak araştırmalar, kontrol için gereken herbisit ve biyoherbisit dozlarının minimize edilmesine olanak tanıyabilir. Buna karşın, biyoherbisit ve kimyasal herbisit kombinasyonlarının uygulanması, potansiyel riskler açısından dikkatle değerlendirilmelidir. Bu kombinasyonlar, toksisite birikimine yol açabilir, toprak ve su kaynaklarında kalıntıların artmasına sebep olarak hedef dışı organizmalar üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir ve ekosistem sağlığını tehdit edebilir. Dolayısıyla, fungus-herbisit etkileşimlerinin mekanizmalarının daha ayrıntılı incelenmesi ve güvenli kullanım protokollerinin geliştirilmesi hem etkin hem de sürdürülebilir bir yabancı ot yönetimi için kritik öneme sahiptir.

Biyoherbisit teknolojisi büyük bir potansiyele sahip olup hızla gelişmekte olsa da etkin ve güvenli uygulamalar için sistematik ve kapsamlı araştırmaların gerçekleştirilmesi gereklidir. Fungus kaynaklı biyoherbisitlerin farklı çevresel koşullara sıcaklık, nem, toprak tipi gibi yüksek uyum ve etkinlik gösterebilecek türlerinin belirlenip seçilmesi kritik öneme sahiptir. Ayrıca, genetik veya metabolik mühendislik yaklaşımlarıyla bu türlerin dayanıklılığı ve biyolojik performansı artırılabilir. Çeşitli koşullarda yürütülecek kapsamlı saha denemeleri, mikoherbisitlerin hem performansını hem de çevresel etkilerini değerlendirmeye olanak sağlayarak, kullanım etkinliğini ve güvenliğini artıracak gerekli ayarlamaların yapılmasına olanak tanıyacaktır (Petraki ve ark., 2024)

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sonuç odaklı ve uzun vadeli biyolojik herbisit teknolojisi araştırmaları yapılmalıdır (Aneja ve ark., 2017). Biyolojik herbisitlerin geliştirilmesi için ilgili özel sektör daha aktif ve katılımcı olmalıdır. Ayrıca, şu anda en önemli ihtiyaç, biyolojik ajanların etkinliğini artırmak için genetik mühendisliği tekniklerini kullanılmalıdır. Patojenite, çevresel stres, yeterli sayıda spor üretimi, konakçı spesifikliğı ve biyolojik ajanın büyüme gereksinimleri gibi biyolojik kısıtlamalarla başa çıkmak için, fungus moleküler biyoteknoloji tekniklerinin kullanımı, mikobiyositlerin geliştirilmesi ve ekonomik olarak uygulanabilir ürünlerin hazırlanması amacıyla araştırmalar sürdürülmektedir. Bu moleküler yaklaşımlar, protoplast füzyonu, fermantasyon teknolojisinin iyileştirilmesi, uygulama yöntemleri ve formülasyonların hazırlanmasını kapsamaktadır (Kumar ve ark., 2018). Dönüşüme dayalı çeşitli teknikler, funguslarda istenen genetik değişikliklerin yapılmasını mümkün kılmaktadır. Biyolojik mücadele ajanındaki genleri bulmak, bu istenen genleri diğer organizmalara aktarmak ve ardından patojenite/virülans üzerindeki etkilerini belirlemek gereklidir (Kumar ve ark., 2021).

Başarılı ticari ürünlerin üretiminde birçok sınırlama ve zorluk bulunmaktadır. Başarılı ticari mikoherbisitler geliştirmek için, ilk tarla denemeleri farklı çevre koşullarında gerçekleştirilmelidir. Uzun vadeli ticari başarı elde etmek için tutarlı bir etkinlik (kitlesel aşılama üretiminde ve tarla koşullarında) esastır. Bu incelemede ele alınan sınırlamalar, ticari mikoherbisit sayısındaki azlığın nedenlerindendir. Ayrıca, biyolojik mücadelede saprofitik fungusların kullanımı gelecekteki araştırmacılar için üzerinde çalışması gereken bir konudur. (Htet ve ark., 2022).

Yabancı otların biyolojik mücadelesinde aktif olarak yer alan paydaşlar arasında üniversiteler, üreticiler, özel sektör ve kamu kurumları bulunmaktadır. Bu paydaşlar, tarımsal ürünlerde ve koruma alanlarında gereksiz yabancı otların kontrolü için uygun şekilde incelenmiş ve çevreye zarar vermeyen (yani konakçıya özgü) biyolojik mücadele ajanları (örneğin böcekler ve patojenler) kullanarak ortak bir

hedef doğrultusunda bir topluluk oluşturmalıdır. Her bir yabancı ot kontrol organizmasının tanıtıldığı ülkede geliştirilmesi ve daha sonra piyasaya sürülmesi, kıtalar arası iş birliği içinde yürütülen araştırmalara konu olmalı ve birkaç ülkeyi kapsamalıdır (Schwarzländer ve ark., 2018).

Sonuç olarak, etkili ve başarılı bir biyolojik herbisit geliştirmek için hedef odaklı ve sistematik araştırmalar, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, günümüz tarımının en önemli ve öncelikli ihtiyaçlarından biridir. Bu alanda yoğun araştırmalar yürüten ülkeler arasında bilgi ve teknoloji paylaşımını teşvik eden iş birliği mekanizmalarının güçlendirilmesi acil bir gerekliliktir. Mikroherbisit araştırmaları uygulamalarına yönelik fırsatlar sunulmalı; geliştirme süreçleri, formülasyon, uygulama sistemleri ve genetik iyileştirme çalışmalarını destekleyecek stratejiler oluşturularak mevcut kısıtlamalar aşılanmalıdır. Ayrıca, gelecek nesil yabancı ot bilimcilerinin, biyolojik yabancı ot yönetimi ilkeleri ve uygulamaları konusunda kapsamlı biçimde eğitilmesi kritik öneme sahiptir. Yabancı ot bilimi derslerinde öğrencilere biyolojik mücadele ajanlarının ana/başlıca grupları, araştırma yöntemleri ve sürdürülebilir yabancı ot yönetiminde oynadıkları roller sistematik olarak tanıtılmalıdır. Bu yaklaşım, biyolojik mücadele ajanlarının korunması ve etkin kullanımının sağlanması açısından temel bir eğitim ve farkındalık unsuru olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Abramson, D. M. (1998). Mycotoxin formation and environmental factors. In K.K. Sinha and D. Bhatnagar (eds.), *Mycotoxins in Agriculture and Food Safety*, Marcel Dekker, New York, USA, 255–277.
- Adams, E., & Line, R. (1984). Epidemiology and host morphology in the parasitism of rush skeletonweed by *Puccinia chondrillina*. *Phytopathology*, 74(6), 745–748. <https://doi.org/10.1094/Phyto-74-745>.
- Aneja, K. R., Kumar, V., Jiloha, P., Kaur, M., Sharma, C., Surain, P., Dhiman, R., & Aneja, A. (2013). Potential bioherbicides: Indian perspectives. In R.K. Salar, S.K. Gahlawat, P. Siwach and J.S. Duhan (eds.), *Biotechnology: Prospects and Applications*, Springer Science and Business Media, New Delhi, India, pp:197–216.
- Aneja, K. R., Khan, S. A., & Aneja, A. (2017). Bioherbicides: Strategies, challenges and prospects. In T. Satyanarayana, S.K. Deshmukh and B.N. Johri (eds.), *Developments in Fungal Biology and Applied Mycology*, Springer, Singapore, pp: 449–470.
- Auld, B. A., Mcrae, C. F., & Say, M. M. (1988). Possible control of *Xanthium spinosum* by a fungus. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 21, 219–223. Doi 10.1016/0167-8809(88)90089-8
- Auld, B.A., & Morin, L. (1995). Constraints in the development of bio-herbicides. *Weed Technology*, 9(3): 638–652.
- Auld, B. A., Hetherington, S. D., & Smith H. E. (2003). Advances in bio-herbicide formulation. *Weed Biol. Manag.*, 3: 61–67.
- Bailey, B. A., Hebbard, P. K., Strem, M., Lumsden, R. D., Darlington, L. C., Connick, W. J. Jr., Daigle, D. J., & Lumsden, R. D. (1998). Formulation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *erythroxyli* for biocontrol of *Erythroxylum coca* var. *coca*. *Weed Science*, 46(6): 682–689.
- Bailey, K. L., Boyetchko, S. M., & Langle, T. (2010). Social and economic drivers shaping the future of biological control: A Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biological Control*, 52(3): 221–229.
- Bailey, K. L. (2014). The bioherbicide approach to weed control using plant pathogens. In P.A. Dharam (ed.), *Integrated Pest Management: Current Concepts and Ecological Perspective*, Academic Press, Amsterdam, The Netherlands, 245–266.
- Baker, B. P., Green, T. A., & Loker, A. J. (2020). Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biological Control*, 140: 104095.

- Bale, J. S., van Lenteren, J. C., & Bigler, F. (2008). Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of the Royal SocietyB: Biological Sciences*, 363: 761–776.
- Barton, J. (2012). Predictability of pathogen host range in classical biological control of weeds: An update. *Biocontrol*, 57(2), 289–305.
- Bastiaans, L., Paolini, R., & Baumann, D. T. (2008) Focus on ecological weed management: What is hindering adoption? *Weed Research*, 48(6): 481–491.
- Berestetskiy, A., & Sokornova S. (2018). *Production and stabilization of mycoherbicides*. TechOpen, pp. 63–88. Doi 10.5772/intechopen.76936
- Boyetchko, S. M., & Peng, G. (2004). – Challenges and strategies for development of mycoherbicides. In: Arora, D.K. (Ed.), *Fungal biotechnology in agricultural, food and environmental applications*, 21: 111–121.
- Bruckart III, W. L. (2006). Supplemental risk evaluations of *Puccinia jaceae* var. *solstitialis* for biological control of yellow starthistle. *Biological Control*, 37(3), 359–366. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.02.001>.
- Cai, X., & Gu, M. (2016). Bioherbicides in organic horticulture. *Horticulturae*, 2(2): 3.
- Cook, J. C., Charudattan, R., Zimmerman, T. W., Rosskopf, E. N., Stall, W. M., & MacDonald, G. E. (2009). Effects of *Alternaria destruens*, glyphosate, and ammonium sulfate individually and integrated for control of dodder (*Cuscuta pentagona*). *Weed Technology*, 23(4): 550–555.
- Cordeau, S., Triolet, M., Wayman, S., Steinberg, C., & Guillemain, J. P. (2016). Bioherbicides: Dead in the water? A review of the existing products for integrated weed management. *Crop Protection*, 87, 44–49.
- Kelly, D., McAuliffe, O., O’Mahony, J., & Coffey, A. (2011) Development of a broad-host-range phage cocktail for biocontrol. *Bioengineered Bugs*, 2: 31–37.
- Dayan, F. E., Owens, D. K., & Duke, S. O. (2012). Rationale for a natural products approach to herbicide discovery. *Pest Management. Science*, 68: 519–528.
- DeBach, P., & Schlinger, E. I. (1964). *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- De Jong, M. O. (1990). Risk analysis for biological control: A Dutch case study in biocontrol of *Prunus serotina* by the fungus *Chondrostereum purpureum*. *Plant Disease*, 74(3): 189–194. <https://doi.org/10.1094/PD-74-0189>.
- DiTomaso, J. M., Van Steenwyk, R. A., Nowierski, R. M., Meyerson, L. A., Doering, O. C., Lane, E., Cowan, P. E., Zimmerman, K., Pitcairn, M. J., & Dionigi, C. P. (2017). Addressing the needs for improving classical biological control programs in the USA. *Biological Control*, 106, 35–39.
- Duke S. O., Pan Z., Bajsa-Hirschel J., & Boyette C. D. (2022). The Potential Future Roles of Natural Compounds and Microbial Bioherbicides in Weed Management in Crops. *Advances in Weed Science*, 40: e020210054.
- El-Sayed, W. (2005) Biological control of weeds with pathogens: Current status and future trends. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 112: 209–221.
- Evans, H. C, Greaves, M. P, & Watson, A. K. (2001). Fungal biocontrol agents of weeds. In: Butt, T.M, Jackson, C, Magan, N. (Eds.), *Fungi as Biocontrol Agents: progress, problems and potential* (pp. 169–192). Wallingford, UK: CABI Publishing
- FAO, (2003). *World agriculture: towards 2015/2030. Interim Report*. Rome, Italy.
- Feichtenberger, E, Zentmyer, G. A., & Menge, J. A. (1984). – Identity of *Phytophthora* isolated from milkweed vine. *Phytopathology*, 74, 50–55. Doi 10.1094/Phyto-74-50

- Fishel, F. M. (2007). Pesticide Use Trends in the U.S.: Global Comparison. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL, USA.
- Fryer, J. D. (1985). Recent research on weed management: new light on an old practice. Chap. 9, in W.W. Fletcher (Ed.) Recent advances in Weed Research. The Gresham Press, Old Working, Surrey, U. K.
- Gharde, Y., Singh, P. K., Dubey, R. P., & Gupta, P. K. (2018). Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. *Crop Protection*, 107: 12–18.
- Ghersa, C. M., Roush, M. L., Radosevich, S. R., & Cordray, S. M. (1994). Coevolution of agroecosystems and weed management – Weed management practices have become closely linked to social and economic, rather than biological factors. *BioScience*, 44: 85-94.
- Ghersa, C. M., Benech-Arnold, R. L., Satorre, E. H., & Martinez-Ghersa, M. A. (2000). Advances in weed management strategies. *Field Crop Research*, 67: 95-104.
- Goodwin, P. H. (2001). A molecular weed-mycoherbicide interaction: *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae* and round leaved mallow, *Malva pusilla*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 23: 28–35.
- Grant N. T., Prusinkiewicz E., Mortensen T., & Makowski R. M. D. (1990). Herbicide interaction with *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *malvae* a bioherbicide for Roud-Leaved Mallow (*Malva pusilla*) Control. *Weed Technology*, 4: 716–723.
- Harding D. P., & Raizada M. N. (2015). Controlling weeds with fungi, bacteria and viruses: a review. *Front. Plant Science*, 6: 659.
- Héraux, F. M., Hallett, S. G., Ragothama, K. G., & Weller, S. C. (2005). Composted chicken manure as a medium for the production and delivery of *Trichoderma virens* for weed control. *American Society for Horticultural Science*, pp. 1394-1397.
- Hopen, H., Caruso, F., & Bewick, T. (1996). Control of dodder in cranberry *Vaccinium macrocarpon* with a pathogen-based bioherbicide. *VI International Symposium on Vaccinium Culture*, 446: 427–428. <https://doi.org/10.17660/>
- Htet, Z. H, Chethana, K. W. T, & Mapook, A. (2022). The Role of Fungi in Weed Biocontrol: A Review. *Asian Journal of Mycology*, 5(2): 38–58
- Huffaker, C. B., & Kennett, C. (1959). A ten-year study of vegetational changes associated with biological control of Klamath weed. *J. Range Manag.*, 12: 69–82.
- Johnson, B. J. (1994). Biological control of annual bluegrass with *Xanthomonas campestris* pv. *poannua* in bermudagrass. *HortSci.*, 29, 659–662. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.29.6.659>.
- Jones, J. W., Antle, J. M., Basso, B. O., Boote, K. J., Conant, R. T., Foster, I., Godfray, M., Herrero, H. C. J., Howitt, R. E., Janssen, S., Keating, B. A., Munoz-Carpena, R., Porter, C., Rosenzweig, C. H., & Wheeler, T. R. (2017). Brief history of agricultural systems modeling. *Agric. Syst.*, 155: 240–254.
- Junaid, M. D., & Gokce, A. F. (2024). Global agricultural losses and their causes. *Bulletin of Biological and Allied Sciences Research*, 2024(1): 66-66.
- Kabaluk, J.T., Svircev, A. M., Goettel, M. S. & Woo, S. G. (2010) The Use and Regulation of Microbial Pesticides in Representative Jurisdictions Worldwide, IOBC Global, 99 pp.
- Klein, H., Hill, M. P., Zachariades, C., & Zimmermann, H. G. (2011). Regulation and risk assessment for importations and releases of biological control agents against invasive alien plants in South Africa. *Afr. Entomol.*, 19: 488–497.
- Kremer, R. J. (2019). Bioherbicides and nanotechnology: Current status and future trends. In O. Koul (ed.), *Nano biopesticides Today and Future Perspectives*, Academic Press, Amsterdam, The Netherlands, pp. 353–366.

- Kumar, V., & Aneja, K. R. (2016). Management of horse purslane (*Trianthema portulacastrum* L.): An overview. *Res. J. Botany*, 11: 25–32.
- Kumar, V., Kumar, N., Aneja, K. R., & Kaur, M. (2016). Gibbago trianthemae, phaeodictyoconidial genus, cause leaf spot disease of *Trianthema portulacastrum*. *Archives Phytopathology and Plant Protection*, 49: 48–58.
- Kumar, V., Aggarwal, N. K., & Malik, A. (2018). Bioherbicidal concept: A novel strategy to control weeds. In J. Singh, D. Sharma, G. Kumar and N. Sharma (eds.), *Microbial Bioprospecting for Sustainable Development*, Springer, Singapore, pp: 29–40.
- Kumar, V. I. K. A. S., Singh, M. A. N. O. J., Sehrawat, N. I. R. M. A. L. A., Atri, N. I. D. H. I., Singh, R., Upadhyay, S. K., & Yadav, M. U. K. E. S. H. (2021). Mycoherbicide Control Strategy: Concept, Constraints, and Advancements. *Biopesticides International*, 17(1): 29–40.
- Lamberth, C. (2016). Naturally occurring amino acid derivatives with herbicidal, fungicidal or insecticidal activity. *Amino Acids*, 48: 929–940.
- Mace, K., Morlon, P., Munier-Jolain, N. M., & Quere, L. (2007). Time scales as a factor in decision making by French farmers on weed management in annual crops. *Agricultural Systems*, 93: 115–142.
- Marin-Morales, M. A., de Campos Ventura-Camargo, B., & Hoshina, M. M. (2013). Toxicity of herbicides: Impact on aquatic and soil biota and human health. In A.J. Price and J.A. Kelton (eds.), *Herbicides-Current Research and Case Studies in Use*, Intech Open, London, UK, pp. 399–443.
- Marrone, P. G. (2017). Barriers to adoption of biological control agents and biological pesticides. In E. Radcliffe, W. Hutchison and R. Cancelado, (eds.), *Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 163–178.
- Menaria, B. (2007). Bioherbicides: an eco-friendly approach to weed management. *Current Science*, 10 (6): 1212. <https://doi.org/10.3390/plants10061212>.
- Messing, R., & Brodeur, J. (2017). Current challenges to the implementation of classical biological control, *Biocontrol*, 63: 1–9.
- Milberg, P., & Hallgren, E. (2004). Yield loss due to weeds in cereals and its large-scale variability in Sweden. *Field Crop Research*, 86: 199–209.
- Moss, S. R. (2008). Weed Research: is it delivering what it should? *Weed Research*, 48: 389–393.
- Mueller-Schaerer, H., & Scheepens, P. C. (1997). Biological control of weeds in crops: A co-ordinated European research programme (COST-816). *Integr. Pest Manag. Rev.*, 2: 45–50.
- Myers, J.H., & Cory, J. S. (2017). Biological control agents: Invasive species or valuable solutions? In M. Vilà and P. Hulme (eds.), *Impact of Biological Invasions on Ecosystem Services*, Springer, Cham, Switzerland, pp. 191–202.
- Naranjo, S.E., Ellsworth, P.C. and Frisvold, G.B. (2015) Economic value of biological control in integrated pest management of managed plant systems. *Annu. Rev. Entomol.*, 60: 621–645.
- Neale, M., & Newton, P. (1998). Registration/regulatory requirements in Europe. In F.R. Halland and J.J. Menn (eds.), *Biopesticides: Use and Delivery, Methods in Biotechnology*, Springer's Humana Press, Totowa, New Jersey, USA, pp. 453–471.
- Norris, R. F., Caswell-Chen, E. P., & Kogan, M. (2003). *Concepts in Integrated Pest Management*. Prentice Hall, upper Saddle River, New Jersey.
- Norris, R. F. (2005). Ecological bases of interactions between weeds and organisms in other pest categories. *Weed Science*, 53(6): 909–913.

- Olckers, T. (2000). Implementing biological control technology into the management of alien invasive weeds: South African experiences and challenges. In L.G. Copping (ed.), *British Crop Protection Council Proceedings 74: Predicting Field Performance in Crop Protection*, British Crop Protection Council, Farnham, UK, pp. 111–122.
- Ortiz-Ribbing, L. M., Glassman, K. R., Roskamp, G. K., & Hallett, S. G., (2011). Performance of two bioherbicide fungi for waterhemp and pigweed control in pumpkin and soybean. *Plant Diseases.*, 95, 469–477. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-10-0336>.
- Pacanowski, Z. (2015). Bioherbicides. In A. Price, J. Kelton and L. Sarunaite (eds.), *Herbicides, Physiology of Action and Safety*, Intech Open, Rijeka, Croatia, pp. 253–274.
- Palmer, W. A., McLaren, D., & Sheppard, A. W. (2014) Australia's present scientific capacity to progress the biological control of weeds. In: *Proceedings of the XIV International Symposium on Biological Control of Weeds*, Kruger National Park, South Africa, pp. 183–186.
- Pantović, J. G., Sečanski, M., Gordanić, S., & Todosijević, L. Š. (2023). Weed biological control with fungi-based bioherbicides. *Acta Agriculturae Serbica*, 28(55).
- Peng, Y., Li, S. J., Yan, J., Tang, Y., Cheng, J. P., Gao, A. J., & Xu, B. L. (2021). Research progress on phytopathogenic fungi and their role as biocontrol agents. *Frontiers in Microbiology*, 12: 670135.
- Petraki, D., Kanatas, P., Zannopoulos, S., Kokkini, M., Antonopoulos, N., Gazoulis, I., & Travlos, I. (2024). Agroecological Weed Management and the Potential Role of Fungi-Based Bioherbicides in Conservation: Advantages, Applications and Future Prospects. *Conservation*, 4: 847–859.
- Rao, V. S. (2000). *Principles of Weed Science*, 2nd Edn, Science Publishers, Enfield, New Hampshire, USA.
- Rask, A. M., & Kristoffersen, P. (2007). A review of non-chemical weed control on hard surfaces. *Weed Research*, 47: 370-380.
- Rasmussen, J., & Ascard, J. (1995). Weed control in organic cropping systems. In: Glen, M., Greavers, M.P., Anderson, H.M., *Ecology and integrated farming systems* (Eds Chichester), UK, Wiley Publisher.
- Rasmussen, J. (1996). Mechanical weed management. In: *Proceedings second International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark, 943-948*.
- Ravlić, M., & Balićević, R. (2014). Biološka kontrola korova biljnim patpjenima. *Poljoprivreda*, 20(1): 34–40.
- Raza, T., Qadir, M. F., Imran, S., Khatoon, Z., Khan, M. Y., Mechri, M., & Iqbal, R. (2025). Bioherbicides: revolutionizing weed management for sustainable agriculture in the era of One-health. *Current Research in Microbial Sciences*, 8: 100394.
- Riches, C. R. (2001). The World's Worst Weeds. In: *BCPC Symposium Proceedings, The British Crop Protection Council, Farnham, Surrey, UK*.
- Saitheja, V., Thirukumaran, K., Sendhilvel, V., Karthikeyan, R., Karuppasami Kalarani, M., Vellaikumar, S., & Abhinaya, T. (2024). Scope and potential of herbicidal values of the fungal pathogens and its secondary metabolites for sustainable weed management. *Plant Protection Science*, 60(2): 109-126.
- Salma, M., & Jogen, C. K. (2011). A review on the use of biopesticides in insect pest management. *Int. J. Sci. Adv. Technol.*, 1: 169–178.
- Schisler D. A, Jackson M. A, & Bothast R. J. (1991). – Influence of nutrition during conidiation of *Colletotrichum truncatum* on conidial germination and efficacy in inciting disease in *Sesbania exaltata*. *Phytopathology*, 81: 458–461.

- Schwarzländer, M., Moran, V. C., & Raghu, S. (2018). Constraints in weed biological control: Contrasting responses by implementing nations. *Biocontrol*, 63: 313–317.
- Sheppard, A.W., Hill, R. L., de Clerck-Floate, R. A., McClay, A., Olckers, T., Quimby, P. C., & Zimmermann, H. G. (2003a) A global review of risk-benefit-cost analysis for the introduction of classical weed biological control agents against weeds: A crisis in the making? *Biocontrol. News Inform.*, 24, 91N–108N.
- Sheppard, A., Cullen, J. M., & Palmer, B. (2015b) 100 years of continuously successful weed biological control in Australia. In: *Paper Presented at the Australian Entomological Society Conference, Canberra, Australia*.
- Sindhu, S., Khandelwal, A., Phour, M., & Sehrawat, A. (2018). Bioherbicidal potential of rhizosphere microorganisms for eco-friendly weed management. *Role of Rhizospheric Microbes in Soil*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8402-7_13.
- Souza, A. R. C. D., Baldoni, D. B., Lima, J., Porto, V., Marcuz, C., Machado, C., Ferraz, R. C., Kuhn, R. C., Jacques, R. J. C., Guedes, J. V. C., & [Marcio A Mazutti](#), M. A. (2017). Selection, isolation, and identification of fungi for bioherbicide production. *Braz. J. Microbiol.*, 48: 101–108.
- Stowell, I. J. (1991) Submerged fermentation of biological herbicides. In D.O. TeBeest (ed.), *Microbial Control of Weeds*, Springer, Boston, MA, USA, pp. 225–261.
- Strasser, H., & Smith, P. (2000) A researcher's obstacle race: Report on the registration of a new bioinsecticide. *Int. Organ. Biol. Integr. Control Noxious Anim Plants Bull.*, 23: 9–13.
- Strunz, G. M., Bethell, R., Dumas, M. T., & Boyonoski, N. (1997). On a new synthesis of sterpurene and the bioactivity of some related *Chondrostereum purpureum* sesquiterpene metabolites. *Canadian Journal of Chemistry*, 75(6): 742–753.
- Sumampong, G., Shamoun, S.F., & Punja, Z. K. (2008). Occurrence of *Phoma argillacea* on *Rubus spectabilis* in British Columbia and an evaluation of its potential as a forest weed biological control agent. *Canad. J. Plant Pathol.*, 30: 74–84. <https://doi.org/10.1080/07060660809507498>.
- Swain, H., & Mukherjee, A. K. (2020). Host–pathogen–trichoderma interaction. In: Sharma AK, Sharma P. (Eds.), *Trichoderma*. Springer, Singapore, pp. 149–165.
- TeBeest, D. O., Yang, X. B., & Cisar, C. R. (1992) The status of biological control of weeds with fungal pathogens. *Annu. Rev. Phytopathology*, 30: 637–657.
- Templeton, G. E., TeBeest, D. O., & Smith Jr, R. J. (1984). Biological weed control in rice with a strain of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. used as a mycoherbicide. *Crop Protection*, 3(4): 409–422.
- Thomas, E. (2008). Expression Analysis of Plant Defense Responses During the Establishment of Biotrophy and Role of Abiotic Stress in the Infection of Dyer's Woad (*Isatis tinctoria*) By *Puccinia Thlaspeos*. Utah State University. <https://doi.org/10.26076/f3d6-cacd>.
- Uludag, A., Uremis, I., & Arslan, M. (2018). Biological weed control, Non-chemical weed control, (Eds.: K. Jabran and B.S. Chauhan) p: 115-132.
- Upadhyaya, M. K., & Blackshaw, R. E. (2007). Non-chemical weed management. Principles, Concepts, and Technology. CABI, London, UK. P:211
- Uygur, F. N. (2002). Bitki yabancı otlar ve biyolojik mücadele. *Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, Atatürk Üniversitesi, 4-7 Eylül, Erzurum-Türkiye*, s: 49-60.
- Van Lenteren, J. C. (2012) The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biocontrol*, 57: 1–20.
- Van Lenteren, J. C., Bolekmans, K., Köhl, J., Ravensberg, W. J., & Urbaneja, A. (2017) Biological control using invertebrates and microorganisms: Plenty of new opportunities. *Biocontrol*, 63: 39–59.

- Verma, D., Banjo, T., Chawan, M., Teli, N., & Gavankar, R. (2020). Microbial control of pests and weeds. In C. Egbuna and B. Sawicka (eds.), *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control*, Academic Press, Amsterdam, The Netherlands, pp. 119–126.
- Vey, A., Hoagland, R. E., & Butt, T. M. (2001). Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. In T.M. Butt, C. Jackson and N. Magan (eds.), *Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems, and Potential*, CABI Press, Wallingford, UK, pp. 311–346.
- Walker, H. L., & Riley, J. A. (1982). Evaluation of *Alternaria cassiae* for the biocontrol of sicklepod (*Cassia obtusifolia*). *Weed Science*, 30(6): 651-654.
- Walker, H. L., & Boyette, C. D. & (1985). Biocontrol of sicklepod (*Cassia obtusifolia*) in soybeans (*Glycine max*) with *Alternaria cassiae*. *Weed Science*, 33: 212–215. <https://doi.org/10.1017/S0043174500082126>.
- Wymore, L., & Watson, A. (1989). Interaction between a velvetleaf isolate of colletotrichum coccodes and thidiazuron for velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) control in the field. *Weed Science*, 37: 478–483. <https://doi.org/10.1017/S0043174500072246>, 10.2134/agronj1994.00021962008600010027x.
- Xu, D., Xue, M., Shen, Z., & Jia, X. (2021). Phytotoxic secondary metabolites from Fungi. *Toxins*, 13: 261.
- Yang, X. B., & TeBeest, D. O. (1992). The stability of host-pathogen interactions of plant disease in relation to biological weed control. *Biological Control*, 2: 266–271.
- Yang, X.B., & TeBeest, D. O. (1993). Epidemiological mechanisms of mycoherbicide Phytopathology, 83: 891–893. effectiveness.
- Zimdahl, R. L. (2007). *Fundamental of Weed Science*. Academic Press, Burlington, MA.
- Zimdahl, R. L. (2013). *Fundamentals of Weed Science*. 5th ed. Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.

MALATYA' DA ERİK KOŞNİLİ *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe,1834) (Hemiptera: Coccidae)'NİN ENTEGRE MÜCADELESİ

Şeyma KAYA KORKMAZ¹
Mehmet KARACAOĞLU²³
Mehmet KEÇECİ⁴

Giriş

Erik koşnili (*Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe, 1834) (Hemiptera: Coccidae), ilk kez 1834 yılında Fransız entomolog Boyer de Fonscolombe tarafından Fransa Var bölgesi, Saint-Zacharie'de erik ağacı üzerinde *Coccus prunastri* adıyla tanımlanmış, sonrasında yapılan taksonomik incelemeler sonucunda *Sphaerolecanium prunastri* olarak yeniden sınıflandırılmıştır. *Sphaerolecanium prunastri* oldukça geniş bir coğrafyaya yayılmış olup, Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'da kaydedilmiştir. Bu türün yayılış alanları arasında 38 ülke yer almaktadır. Türün görüldüğü ülkeler Çizelge 1. de verilmiştir.

Çizelge 1 Erik koşnili [(*Sphaerolecanium prunastri*) (Fonscolombe,1834) (Hemiptera: Coccidae) bulunduğu ülkelerin listesi

Ermenistan (Ter-Ghazi, 1956; 19	• Kazakistan (Gavrilov ve Watson, 2022)
Avusturya (Ben-Dov, 1993)	• Sırbistan (Gavrilov ve Watson, 2022)
Azerbaycan (Ben-Dov, 1993)	• Kırgızistan (Gavrilov ve Watson, 2022)
Balea Adaları ve Majorca (Gomez, 1958; 1960a)	• Lübnan (Gavrilov ve Watson, 2022)
Belçika (Malumphy, 2016)	• Moldova (Kozár ve Ostryakova, 1987)
Bulgaristan (Kozár ve ark., 1979; Nachev ve Grigorov, 1987; Tschorbadjiev, 1939)	• Polonya (Koteja ve Żak-Ogaza, 1966; 1969, 1983; Łagowska ve Kosztarab, 1996; Zak-Ogaza ve Kozár, 1964)
Çin (Tang, 1991; Gavrilov ve Watson, 2022; Liang ve ark., 1999)	• Romanya (Kozár, 1985; Săvescu, 1982)
Girit (Argyriou ve Panis, 1976; Pellizzari ve ark., 2011)	• Rusya (Gavrilov, 2003)
Hırvatistan (Masten, 2007)	• Sardinya (Marotta, 1987)
Çekya (Kozár, 1987)	• Slovenya (Seljak, 2010)
Fransa (Ben-Dov, 1993; Foldi ve Germain, 2018)	• İsviçre (Kozár ve ark., 1994)

¹ Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bingöl

² Doç. Dr. Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Malatya mehmet.karacaoğlu@ozal.edu.tr

³ Sorumlu Yazar mehmet.karacaoğlu@ozal.edu.tr

⁴ Doç. Dr. Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Malatya mehmet.kececi@ozal.edu.tr

Gürcistan (Japoshnidze, 2001)	• Güney Kore (ESKSAE, 1994)
Almanya (Ben-Dov, 1993; Schmutz ve Hörr, 2016)	• Suriye (Saleh ve ark., 2019)
Yunanistan (Argyriou, 1983; Argyriou ve Panis, 1976; Kozár, 1985, 1987; Kozár, ve ark., 1991)	• Amerika Birleşik Devletleri (Hodgson, 1994; Kosztarab, 1996; Stimme, 1984)
Macaristan (Kozár, 1980, 1987, 1991; Kozár ve Drozdjak, 1988, 1993; Kozár, Orphanides, ve Kozlov, 1977; Kozár ve Szita, 1979; Kozár ve Walter, 1986)	• Türkiye (Ülgentürk ve ark., 2001; Öztürk ve ark., 2004; Demirözer, ve ark., 2005; Kaydan, ve ark., 2007; Kozár, 1987; Kozár ve ark., 1979; Kozár ve ark., 1982; Uygun ve ark., 1998; Yiğit, ve Tunaz, 2015; Durmaz ve Muştı, 2024)
İran (Bodenheimer, 1944; Kaussari, 1957; Kozár, Fonscolombe, ve Zahradnik, 1996; Moghaddam, 2009)	• Ukrayna (Ben-Dov, 1993; Kawecki, 1968)
İsrail (Ben-Dov, 1968, 1993; Kfir ve Rosen, 1980)	• Türkmenistan (Potaev, 1992, 1993)
İtalya (Marotta, 1987)	• İspanya (Gomez, 1960a)
Özbekistan (Qaxxorov, ve ark., 2024)	• Yugoslavya (Kozár, 1983)

Hemiptera takımının Coccidae familyasına ait olan bu tür, özellikle meyve bahçelerinde ekonomik öneme sahip bir zararlıdır. Tür, doğal yayılışının yanı sıra insan faaliyetleri ve ticari bitki taşımacılığı yoluyla yeni bölgelere de taşınabilmektedir. Dolayısıyla zararlının küresel ölçekte takip edilmesi, karantina önlemleri ve entegre mücadele stratejileri açısından büyük önem taşımaktadır. Başta erik, şeftali ve kayısı olmak üzere sert çekirdekli meyvelerde ciddi ekonomik kayıplara neden olan bu tür, beş familyaya ait on cinsten bildirilmiştir (García Morales ve ark., 2016). Zararlıının bildirildiği bitki familyaları Aizoaceae, Moraceae, Poaceae, Rhamnaceae, Rosaceae olarak sıralanırken, cins ve türler Çizelge 2. de verilmiştir.

Çizelge 2 Erik koşnili (Sphaerolecanium prunastri)'nin zarar yaptığı bitki familyaları ve türleri

• <i>Carpobrotus edulis</i> L. (Aizoaceae) (= <i>Mesembryanthemum edule</i>) — (Kfir, 1980)	• <i>Prunus divaricata</i> Ledeb. (Rosaceae)— (Batsanov ve ark., 2017; Hadzibejli, 1983)
• <i>Ficus carica</i> L. (Moraceae) (incir) — (Pellizzari ve Porcelli, 2011)	• <i>Prunus domestica</i> L. (Rosaceae) (erik) — (Gomez-Menor, 1958; Gomez-Menor, 1958b; Gomez-Menor, 1960; Kozár, 1980; Kozár ve Su, 1979; Marotta, 1987)
• <i>Elymus repens</i> L. (Poaceae) (ayrık otu) — (Kozár ve Drozdjak, 1993)	• <i>Prunus dulcis</i> D.A.Webb (Rosaceae) (badem) — (Argyriou, 1983; Pellizzari ve Porcelli, 2011)

-
- *Rhamnus dahuricus* Pall. (Rhamnaceae) — (Bodenheimer, 1944b)
 - *Prunus lycioides* Spach (Rosaceae) (= *Amygdalus reuteri*) — (Moghadam ve Wang, 2024)
-
- *Armeniaca* Mill. (Rosaceae) (kayısı cinsi) — (Ter-Grigorian, 1956)
 - *Prunus persica* L. (Rosaceae) (= *Persica vulgaris*, şeftali) — (Argyriou ve Papadopoulos, 1976; Kanda, 1950; Kozár, 1981; Kozár ve Drozdják, 1988; Kozár ve ark., 1979; Kozár ve Orhan, 1977; Marotta, 1987; Ter-Grigorian, 1962; Uygun ve ark., 1998)
-
- *Malus domestica* Borkh. (Rosaceae) (= *Pyrus malus*, elma) — (Kozár ve ark., 1979)
 - *Prunus salicina* Lindl. (Rosaceae) (japon eriği) — (Ben-Dov, 1968)
-
- *Malus sylvestris* L. (Rosaceae) (yabani elma) — (Kozár ve ark., 1979)
 - *Prunus scoparia* Spach (Rosaceae) — (Moghadam, 2013a)
-
- *Prunus* L. (Rosaceae) (erik, kiraz, şeftali vb.) — (Hodgson, 1994a; Koteja ve Zak-Ogaza, 1983; Kozár ve ark., 1979; Kozár ve Ossiannilsson, 1987; Moghadam, 2013a; Ter-Grigorian, 1956)
 - *Prunus cerasifera* Ehrh. (Rosaceae) (kızılcık eriği, ssp. *pissardii* dâhil) — (Argyriou, 1983; Argyriou ve Papadopoulos, 1976; Ben-Dov, 2012; Kozár, 1983a; Kozár ve ark., 1979)
-
- *Prunus amygdalus* Batsch (Rosaceae) (= *Amygdalus communis*, badem; = *Persica*) — (Kozár ve ark., 1991; Ter-Grigorian, 1956)
 - *Prunus spinosa* L. (Rosaceae) (çalı eriği) — (Koteja ve Zak-Ogaza, 1966; Koteja ve Zak-Ogaza, 1969; Koteja ve Zak-Ogaza, 1983; Kozár, 1980; Kozár ve Drozdják, 1993; Kozár et al., 1979; Kozár ve Walter, 1985; Marotta, 1987; Ter-Grigorian, 1962; Zak-Ogaza ve Kozár, 1964)
-
- *Prunus armeniaca* L. (Rosaceae) (= *Armeniaca vulgaris*, kayısı) — (Develioğlu ve ark., 2018; Linghu et al., 2023; Zhang ve ark., 2025)
 - *Pyrus communis* L. (Rosaceae) (armut) — (Kozár ve ark., 1979)
-
- *Prunus avium* L. (Rosaceae) (kuş kirazı) — (Argyriou, 1983)
 - *Rubus* L. (Rosaceae) (böğürtlen cinsi) — (Moghadam, 2013a)
-
- *Prunus cocomilia* Ten. (Rosaceae) (= *Prunus ursina*) — (Ben-Dov, 1971)
-

Erik koşnili, bulunduğu bitkide doğrudan ve dolaylı olarak zarar vermektedir. Sokucu emici ağız yapısında olan zararlının doğrudan zararı bitkinin dallarını tamamen kaplayarak (Şekil 1.) özsuğunu emmesi sonucu oluşan sürgün zayıflaması, yaprak dökmesi, dal kuruması, bodurluk, hatta ileri seviye popülasyon yoğunluğu yaşandığında ağacı kurutması şeklindedir. Dolaylı zararı ise tatlımsı salgılar bırakması ve bunun sonucunda fumajin meydana gelmesidir. Fumajin, bitkinin fotosentezini azaltır, meyve kalitesini düşürür ve hasadı güçleştirir.

Bununla beraber Erik koşnili (*Sphaerolecanium prunastri*), kayısı ağaçlarının önemli zararlılarından biridir. Kayısı yetiştiriciliğinde birden fazla zararlı tür ekonomik kayıplara yol açmaktadır. *Sphaerolecanium prunastri* bitki özsuğunu emerek kayısı ağaçlarının fizyolojik faaliyetlerini zayıflatmakta, sürgün gelişimini geriletmede ve yoğun popülasyonlarda fumajin oluşumu nedeniyle fotosentezi önemli ölçüde azaltmaktadır. Zararlı, başlıca Rosaceae familyasına ait Prunus türlerinde (kayısı, erik, kiraz, badem vb.) yayılış göstermekte (Durmaz ve Muştı, 2024). Buna ek olarak, şeftali filiz güvesi, *Anarsia lineatella* Zeller, (Lepidoptera: Gelechiidae) özellikle sürgün uçları ve meyvelerde beslenerek bitki gelişimini olumsuz etkilemekte ve ürün kayıplarına neden olmaktadır (Seferoğlu ve Demirel, 2020). Ayrıca Erik koşnili bitkiyi ikincil patojenlere karşı daha savunmasız hale getirerek zararın şiddetini artırır (Linghu ve ark., 2023). Bunun dışında sekonder zararlıların girişine neden olur. Zayıflayan kayısı ağaçlarında ise yazıcı böcek [*Scolytus rugulosus* Ratzeburg, *Scolytus multistriatus* (Marsham, 1802), *Scolytus scolytus* (J.C. Fabricius, 1775), *Scolytus schevyrewi* (Semenov, 1902), *Scolytus kirschii* (Skalitzky, 1876) ve *Scolytus amygdali* (Guerin-Méneville, 1847)] (Coleoptera: Scolytidae) ve *Capnodis* türleri, *C. tenebrionis* L., *C. carbonaria* L. (Coleoptera: Buprestidae) ile savunmasız hale gelen ağaçlarda beslenmelerine ve bitkinin daha hızlı ölümüne yol açar. Bu zararlı doğru zamanda ve uygun yöntemlerle müdahale edildiğinde kontrol altına alına bilse de, türün bahçelerde sürekli izlenmesi hem üreticiler hem de bitki koruma uzmanları açısından büyük önem taşımaktadır. Zararının hem teşhisinde hem de mücadele zamanının belirlenmesinde temel rol oynayan morfolojik özellikleri de ayrıca incelenmelidir. Çünkü doğada böyle tek döl veren zararlılar için zararının mücadelesine karar vermede ayrı bir öneme sahiptir.

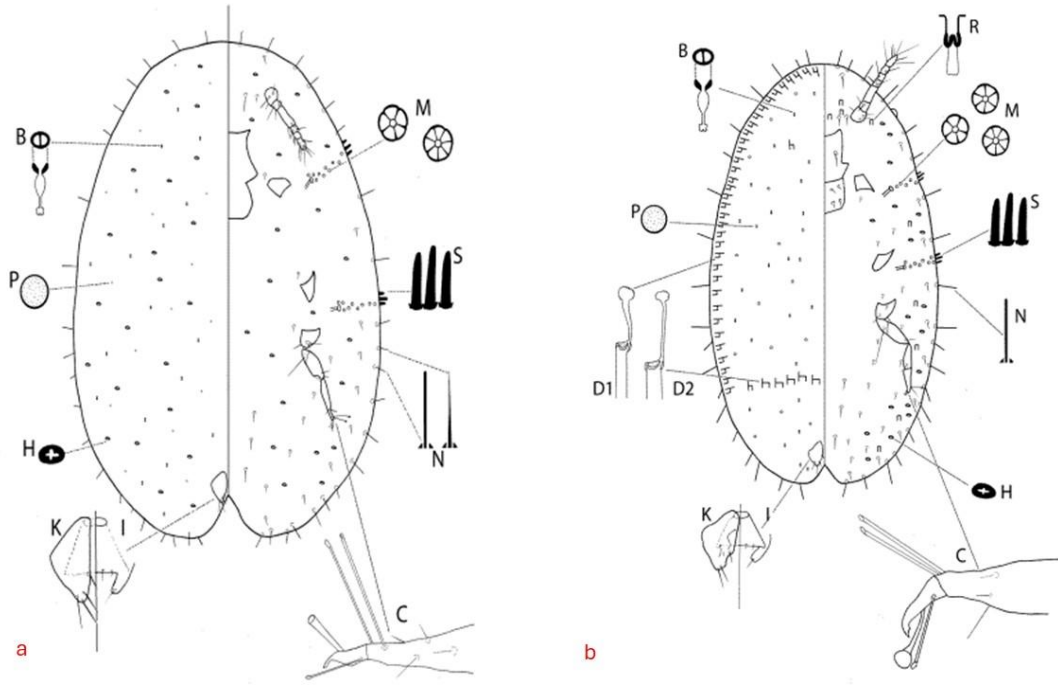


Şekil 1. Erik Koşnili (*Sphaerolecanium prunastri*)'nin daldaki görünümü (Fotoğraf Mehmet KARACAOĞLU)

Morfolojisi ve Biyolojisi

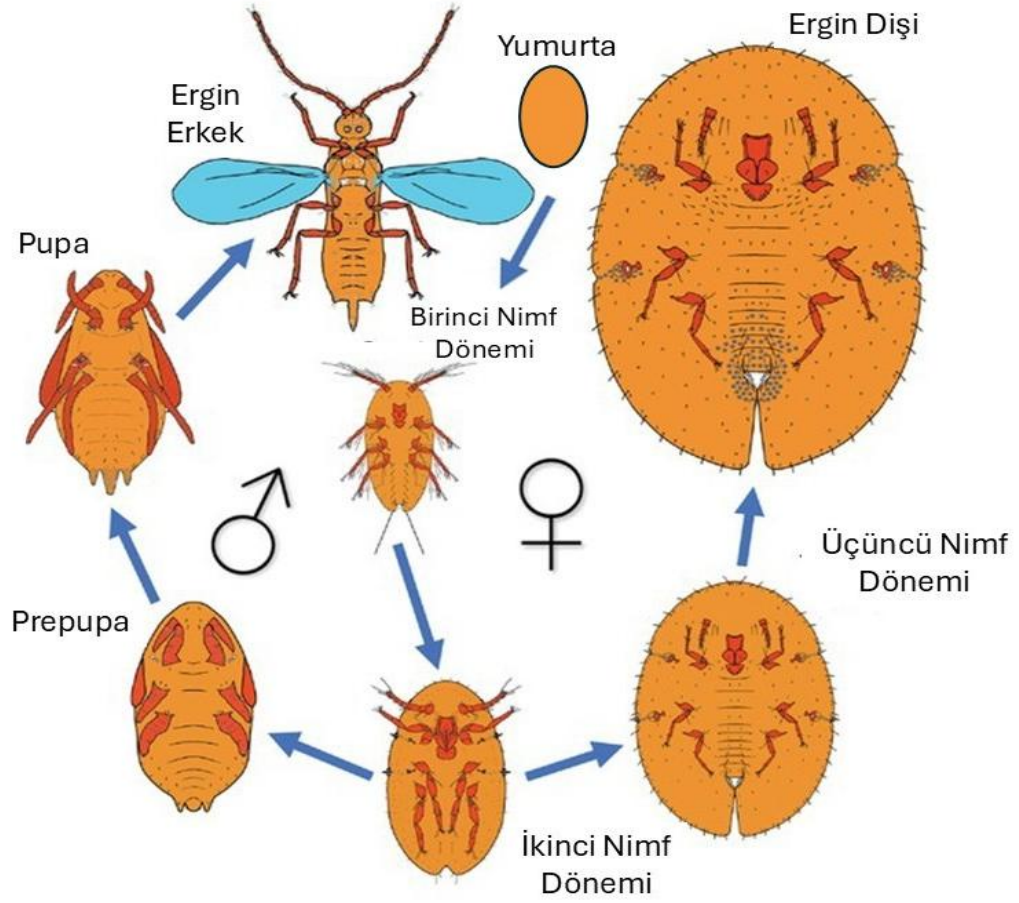
Erik koşnili üç nimf dönemi ardından ergin döneme geçen sokucu emici ağız yapısına sahip bir türdür. Ergin dişi 3.0-3.5 mm uzunluğunda, 2.7-3.2 mm genişliğinde yarım küre şeklindedir. Koyu kahverengiden siyaha kadar farklı renklerde olabilen ergin böceğin yüzeyi parlaktır ve üzerinde noktacıklar bulur. Antenler 6-8 segmentlidir. Bacaklar vücut büyüklüğünden daha kısadır. Vücut uzunluğunun %16.6-20'si kadar olan anal yarık derin değildir ve anal plakalar bir arada karemsi bir şekil oluşturmaktadır. Preparat olarak incelenen olgun dişi bireylerde, anal plakların hemen önünde

geniş bir bant halinde dizilmiş çok sayıda büyük, yuvarlak ve sert yapılı preopercular porlar göze çarpar. Bu porların arasına serpiştirilmiş ince ve uzun kıllarla birlikte bu bant, *S. prunastri* türünü diğerlerinden ayıran karakteristik bir özelliktir (Gavrilov ve Watson, 2022).



Şekil 2. a) *Sphaerolecanium prunastri* ikinci dönem dişi nimf, b) *Sphaerolecanium prunastri* ikinci dönem erkek nimf (Kondo ve Watson, 2022)

Bir ergin dişi Erik koşnili, uygun çevresel koşullar altında 2000–3000 arasında yumurta bırakabilmektedir (Şekil 3). Yumurtalar dışının lak tabakası ile oluşturduğu koruyucu kabuğun altında açılır, hareketli olan birinci dönem nimfler koruyucu lak tabakasını bu evrede terk ederler. Nimfler, yeni beslenme noktaları bulmak üzere koloniler hâlinde dağılır ve beslenmeye başlar. Bu süreç, popülasyonun bahçede insan, kuş ve rüzgar gibi canlı ve cansız etmenler ile yayılmasına ve yoğunluk artışına yol açabilir. Bazen ikinci dönem nimfler de hareketli olabilir, boyutları artar ve artık lak tabakası üretmeye başlarlar. Lak tabakası, ikinci dönem nimfin sonlarına doğru belirginleşmeye başlar ve üçüncü dönemde tamamen oluşarak bireyin sabitlenmesine ve koloni yapısının oluşmasına neden olur. Üçüncü dönem nimfler ergin hâline geldiklerinde hareket kabiliyetlerini kaybeder ve uzun süre belirli bir noktada beslenerek koloniler oluştururlar.

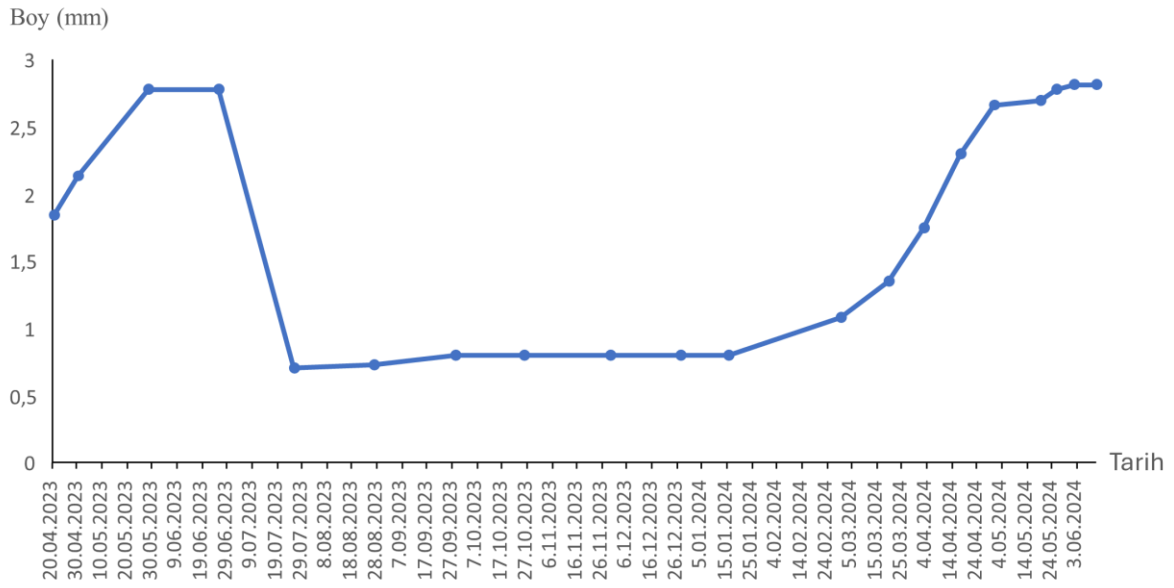


Şekil 3. Erik koşnili (*Sphaerolecanium prunastri*)'nin yaşam döngüsü (Kondo ve Watson, 2022)



Şekil 4. Erik koşnili (*Sphaerolecanium prunastri*)'nin ergin dişi bireyin altındaki yumurtaları (Fotoğraflar Şeyma KAYA KORKMAZ)

Erik koşnili genellikle yılda tek döl verir ve kışlama evresi büyük ölçüde ikinci dönem nimf olarak gerçekleşir (Ben-Dov, 1969). Ancak farklı coğrafi bölgelerde bu durum değişiklik göstermektedir. Örneğin, Malatya’da 20.03.2023-10.06.2024 tarihleri arasında yapılan biyolojik takip çalışmasında, zararlının kışı popülasyonun büyük çoğunluğu birinci dönemde geçirirken, bazıları ise ikinci dönem nimf olarak geçirdiği gözlemlenmiştir (Şekil 5 ve 6). Bu durum, türün bölgesel iklim koşullarına adaptasyonunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, ergin dişilerin ve ilk hareketli nimflerin ortaya çıkış zamanları da ekolojik koşullara bağlı olarak farklılık gösterir; Ege Bölgesi’nde ilk hareketli nimfler genellikle Mayıs ortalarında görülürken, Karadeniz Bölgesi’nde bu gözlem Haziran başına kadar gecikebilmektedir (Anonim, 2008). Bu fenolojik farklılıklar, zararlının popülasyon dinamiklerini ve bahçelerde oluşturduğu baskıyı doğrudan etkiler. Malatya’da yapılan gözlemler ayrıca, nimflerin aktif olduğu dönemlerde yağış miktarının fazla olmasının, yaprak ve dallarda yıkama etkisi yaratarak popülasyon yoğunluğunun azalmasında rol oynayabileceğini göstermektedir.



Şekil 5. *Sphaerolecanium prunastri*’nin Malatya ili Yazıhan ilçesinde kayısı bahçesindeki mm cinsinden gelişimi

Erik Koşnili’nin biyolojik özelliklerinin, nimf evrelerinin hareketlilik dönemlerinin ve lak tabakası oluşum süreçlerinin ayrıntılı biçimde incelenmesi büyük önem taşımaktadır (Şekil 6). Aynı şekilde, bölgesel fenolojik farklılıkların düzenli olarak izlenmesi, zararlıya karşı uygulanacak mücadele stratejilerinin zamanlamasının doğru belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Özellikle kimyasal mücadele yöntemlerinde, en etkili sonuçların ergin bireyler yerine nimf dönemlerinin hedef alınmasıyla elde edildiği bilinmektedir. Bununla birlikte, kimyasal mücadeleye başvurulmadan önce; doğal düşman varlığı, iklim koşulları, popülasyon yoğunluğu ve alınabilecek kültürel önlemler dikkate alınmalı, çevre dostu ve sürdürülebilir mücadele yöntemleri öncelikli olarak değerlendirilmelidir. Bu doğrultuda, zararlının popülasyonunu doğal yollarla dengeleyen predatör ve parazitoit türlerinin belirlenmesi, uzun vadeli ve çevre dostu mücadele stratejilerinin oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır.



Şekil 6. *Sphaerolecanium prunastri*'nin Malatya iklim koşullarında sırasıyla Ekim (a), Mart (b),

Nisan (c), Mayıs başlangıcı (d), Mayıs sonu (e) ve Haziran (f) aylarındaki gelişimi (Fotoğraflar Adem UZUNOĞLU)

Mücadele Yöntemleri

1. Kültürel Mücadele

Erik koşnili (*Sphaerolecanium prunastri*) ile bulaşık olan dallar, kış veya erken ilkbahar döneminde budanarak bahçeden uzaklaştırılmalıdır. Yoğun bulaşıkların görüldüğü dallarda, bireylerin yoğun olarak bulunduğu dallar tel fırça ile temizlenmelidir. Ayrıca, bakımlarının düzenli olarak yapılması konukçuyu zararlıya karşı daha dayanıklı hale getirerek yayılımını sınırlandırabilir. Bununla birlikte, bahçe kenarlarında doğal düşmanların varlığını destekleyen çiçekli yabancı otların korunması, ekosistemde biyolojik dengenin sürdürülmesine katkı sağlar.

2. Biyolojik Mücadele

Erik koşnili popülasyonunu baskılayan doğal düşmanların arazi koşullarında varlığının ve yeterliliğinin belirlenmesi, gereksiz kimyasal kullanımını önlemektedir. Bu nedenle zararlının doğal düşmanlarının tarımsal alanlardaki etkinliği ve popülasyon durumu mücadele stratejilerinin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Erik Koşnili'nin 8 familyaya bağlı 40 türde doğal düşmanı bulunmaktadır. Tespit edilen parazitoit ve predatör türlerin listesi Çizelge 3 te verilmiştir.

Çizelge 3 Erik koşnili (*Sphaerolecanium prunastri*)'nin tespit edilen parazitoit ve predatör türlerin listesi

• <i>Microterys iranicus</i> FallahJa (Hymenoptera: Chalcidoidea)	• <i>Discodes aeneus</i> Dalman (Hymenoptera: Encyrtidae) (Fallahzadeh ve Japoshvili, 1930)
2017)	
• <i>Aphytis chrysomphali</i> Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) (Yousef, ve ark., 2018)	• <i>Discodes coccophagus</i> Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Demirözer ve ark., 2005; Japoshvili, 2001; Japoshvili ve ark., 2008; Potaev, 1992)
• <i>Coccobius annulicornis</i> Ferrière (Hymenoptera: Aphelinidae) (Moghaddam ve Watson, 2024)	• <i>Encyrtus aurantii</i> Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Mifsud, ve ark., 2012)
• <i>Coccophagus differens</i> Silvestri (Hymenoptera: Aphelinidae) (Japoshvili, 2001)	• <i>Encyrtus infidus</i> Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Fallahzadeh ve Japoshvili, 2017)
• <i>Coccophagus lycimnia</i> Walker (Hymenoptera: Aphelinidae) (Demirözer ve ark., 2005; Japoshvili, 2001; Japoshvili ve ark., 2008; Potaev, 1992)	• <i>Metaphycus insidiosus</i> Mercet (Hymenoptera: Encyrtidae) (Dervişević ve ark., 2024)
• <i>Coccophagus proximus</i> Silvestri (Hymenoptera: Aphelinidae) (Japoshvili, 2001)	• <i>Metaphycus melanostomatus</i> Timberlake (Hymenoptera: Encyrtidae) (Dervişević ve ark., 2024)

• <i>Coccophagus spartanus</i> Silvestri (Hymenoptera: Aphelinidae) (Japoshvili ve ark, 2008)	* <i>Metaphycus punctipes</i> Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Fallahzadeh ve Japoshvili, 2017)
• <i>Marietta picta</i> Förster (Hymenoptera: Aphelinidae) (Japoshvili, 2001)	* <i>Metaphycus silvestrii</i> Mercet (Hymenoptera: Encyrtidae) (Japoshvili, 2001; Japoshvili ve ark., 2008)
• <i>Pteroptrix maritima</i> Ferrière (Hymenoptera: Aphelinidae) (Dervişević ve ark., 2024)	* <i>Metaphycus zebratus</i> Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Dervişević ve ark., 2024)
• * <i>Chilocorus bipustulatus</i> L. (Coleoptera: Coccinellidae) (Ulusoy ve Gence, 2001)	* <i>Microterys</i> spp. Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Japoshvili, 2001; Japoshvili ve ark, 2008; Potaev, 1992)
• <i>Coccinella septempunctata</i> L. (Coleoptera: Coccinellidae) (Demirözer ve ark., 2005;)	* <i>Microterys cuprinus</i> Nikol'skaya (Hymenoptera: Encyrtidae) (Fallahzadeh ve Japoshvili, 2017)
• * <i>Exochomus quadripustulatus</i> L. (Coleoptera: Coccinellidae) (Demirözer ve ark., 2005; Ulusoy ve Gence, 2001)	* <i>Microterys darevskii</i> Trjapitzin (Hymenoptera: Encyrtidae) (Yousef ve ark., 2018)
• <i>Harmonia axyridis</i> Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) (Dervişević ve ark., 2024)	* <i>Microterys hortulanus</i> Erdös (Hymenoptera: Encyrtidae) (Saleh ve ark., 2019)
• * <i>Cybocephalus fodori minor</i> Endrödy-Younga (Coleoptera: Cybocephalidae) (Ulusoy ve Gence, 2001)	<i>Zaomma lambinus</i> Walker (Hymenoptera: Encyrtidae) (Moghaddam ve Watson, 2024)
• <i>Blastothrix brittanica</i> Girault (Hymenoptera: Encyrtidae) (Moghaddam ve Watson, 2024)	* <i>Aprostocetus trjapitzini</i> Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae) (Japoshvili ve ark, 2008; Ulusoy ve Gence, 2001)
• * <i>Blastothrix longipennis</i> Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Ulusoy ve Gence, 2001)	<i>Eublemma scitula</i> Staudinger (Lepidoptera: Noctuidae) (Gaikwad ve ark., 2022)
• * <i>Blastothrix sericea</i> Dalman (Hymenoptera: Encyrtidae) (Fallahzadeh ve Japoshvili, 2017)	* <i>Pachyneuron muscarum</i> L. (Hymenoptera: Pteromalidae) (Demirözer ve ark., 2005; Japoshvili, 2001; Demirözer ve ark., 2005)
• * <i>Cerapterocerus mirabilis</i> Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Demirözer ve ark., 2005; Japoshvili, 2001; Japoshvili ve ark., 2008; Potaev, 1992)	<i>Cheiloneurus claviger</i> Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) (Fallahzadeh ve Japoshvili, 2017)

• <i>*Chrysopa sp.</i> (Neuroptera: Chrysopidae) (Özgen ve Bolu, 2009)	<i>*Pachyneuron concolor</i> Först (Hymenoptera: Pteromalidae) (Soydanbay, 1976)
• <i>*Metaphycus dispar</i> Mercet (Hymenoptera: Encyrtidae) (Ülgentürk ve ark., 2004)	<i>*Calymma communimacula</i> Dennis ve Schiffermüller (Lepidoptera: Noctuidae) (Ülgentürk ve ark., 2001)

(*) işareti ile belirlenen türler *Sphaerolecanium prunastri*'nin Türkiye'de bildirilmiş doğal düşmanlarıdır.

Yapılan gözlemlerde, doğal düşman varlığının ve popülasyon yeterliliğinin bulunduğu alanlarda kimyasal mücadeleye başvurulmadığı takdirde, ekosistemdeki doğal dengenin yeniden sağlanabildiği ve zararlı popülasyonunun ekonomik zarar eşiğinin altına düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 7). Malatya'daki, bir çalışmada toplanan parazitoit örneklerden elde edilen bireylerin %58.0'inin *Discodes aeneus* Dalman (Hymenoptera: Encyrtidae) olduğunu ifade etmişlerdir. Yine aynı çalışmada predatör olarak [*Exochomus quadripustulatus* and *E. nigromaculatus* (Coleoptera: Coccinellidae)] tespit ettiklerini bildirmişlerdir (Keçeci ve ark. 2020). Bu durum, biyolojik dengenin korunmasının zararlı popülasyonlarının sürdürülebilir şekilde baskılanmasında ne denli önemli olduğunu göstermektedir. Diğer yandan, yürütülen yan etki denemelerinde, kayısı bahçelerinde *Sphaerolecanium prunastri*'ye karşı kullanılan bazı kimyasalların [(Dimethoate, Thiacloprid, Sulfoxaflor, Acetamiprid, Portakal yağı, Spirotetramat, Fluopyram +Tebuconazole, Spiromesifen, Deltametrin ve Kontrol (Saf su)], özellikle parazitoit [*Discodes aeneus* Dalman (Hymenoptera: Encyrtidae)]ve predatör [*Exochomus nigromaculatus* (Goeze, 1777) (Coleoptera: Coccinellidae)] türlerine karşı yan etkilerini incelemişlerdir. Bunlar içerisinde Dimethoate, Thiacloprid, Sulfoxaflor, Acetamiprid ve Deltametrin gibi etken maddeler yüksek oranda ölümlere neden olduğunu bildirmişlerdir. Ancak aynı çalışmalarda, portakal yağı ve spirotetramat uygulamalarının, faydalı popülasyonlar üzerinde daha düşük düzeyde yan etki oluşturduğu ve bu nedenle entegre mücadele programlarında daha güvenli bir seçenek olabileceği vurgulanmıştır. Bunun dışında fungusit olarak kullanılan Fluopyram +Tebuconazole etken maddesi kontrol ile benzer sonuç verdiği ifade etmişlerdir (Karacaoğlu ve ark., 2020; Karacaoğlu ve ark., 2024). Bu bulgular, kimyasal mücadeleye karar verilmeden önce, doğal düşman varlığı ve etkinliğinin titizlikle değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 7. Parazitlenmiş *Sphaerolecanium prunastri* ergininin, parazitoit çıkışı olmuş bireylerin görüntüsü (Fotoğraf Mehmet KARACAOĞLU)

Dolayısıyla, kimyasal uygulamaların yalnızca biyolojik dengenin bozulduğu ve zararlı popülasyonunun ekonomik zarar eşiğini aştığı durumlarda tercih edilmesi önerilmelidir. Bunda da mümkün olduğunca doğaya en az zararı olan etken maddelerin seçilmesine dikkat edilmelidir.

3. Kimyasal Mücadele

Erik koşnili (*Sphaerolecanium prunastri*) ile bulaşık bahçelerde biyolojik mücadele ajanlarının varlığı ve etkinliği düzenli olarak takip edilmelidir. Bu takip, kimyasal mücadeleye karar verilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir; çünkü faydalı böceklerin yoğunluğu yüksek olduğunda, kimyasal müdahale yerine biyolojik ve kültürel yöntemlerle zararlı baskılanabilir. Mücadele zamanının doğru belirlenmesi, etkinliğin artırılması açısından oldukça önemlidir. Özellikle ergin döneminde yapılan kimyasal uygulamalar, zararlı popülasyonunu yeterince baskılayamayabilir ve istenilen başarıyı sağlamayabilir. Bu nedenle, mücadele genellikle nimflerin aktif olduğu ve henüz lak tabakasını oluşturmadığı dönemlerde planlanmalıdır.

Nimflerin aktif olduğu sonbahar ve Mayıs ayının sonu Haziran ayının ortası gibi dönemlerde, yazlık ve kışlık bitkisel yağlarla yapılan uygulamalar hem etkili hem de doğal düşmanlara zarar vermeyen çevre dostu bir seçenek olarak ön plana çıkar. Bu dönem meyve hasat dönemi ise hemen meyve hasadından sonra uygulama yapılmalıdır. Bu tür yağ bazlı ürünler, zararlıların gelişim evresine müdahale ederek popülasyonun kontrol altına alınmasını sağlar ve ekosistemdeki biyolojik dengeyi bozmadan zararlıyı baskılar. Ancak yağ kullanılacağı zaman hava sıcaklığı ve bahçenin su ihtiyacı durumu dikkate alınmalıdır.

Eğer mutlaka kimyasal pestisitlerin kullanımı zorunlu ise, uygulamanın hasat sonrası dönemde yapılması tavsiye edilir. Bu yaklaşım hem insan sağlığını korumak hem de doğal düşmanların zarar görmesini önlemek açısından önemlidir. Özellikle doğada en çok kullanılan etken maddelerden Acetamiprid, (20 g/L, SP) ve Deltamethrin (25 g/L, EC) ile ilgili laboratuvar koşullarında faydalıları

olan etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada Erik koşnili'nin predatörü olan *Exochomus nigromaculatus*'un ergin öncesi dönemlerine her iki etken madde de %97.3 oranında ölüme sebep olmuştur (Karacaoğlu ve ark., 2024). Başka bir çalışmada aynı etken maddeler Erik koşnili'nin parazitoiti olan *Discodes aeneus*'un ergin dönemine karşı 24 saatin sonunda %100 ölüme yol açmıştır (Karacaoğlu ve ark., 2020). Bu nedenle, bitki koruma ürünlerinin kullanımında, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan "Bitki Koruma Ürünleri" sitesinde yer alan tavsiyelere uyulması büyük önem taşır. Bu kaynak, ürünlerin hangi dozda ve hangi uygulama yöntemleriyle kullanılacağını detaylı olarak belirtmektedir. Tavsiye edilen doz ve uygulama sıklığına uyulması, mücadele etkinliğini artırırken çevresel riskleri ve pestisit kalıntıların minimize eder. Bunun yanında zararlının mücadeleye uygun döneminin de dikkate alınması önem arz etmektedir.

Sonuç

Sonuç olarak, entegre zararlı yönetimi yaklaşımı çerçevesinde, biyolojik ve kültürel yöntemlerin öncelikli olarak uygulanması, kimyasal mücadeleye sadece gerektiğinde başvurulması ve doğru zamanlama ile doğru dozda uygulama yapılması hem çevresel sürdürülebilirliği hem de bahçede verim ve kaliteyi korumayı öne çıkarmak açısından önemlidir.

Teşekkür

Bu kitap bölümünde lisans öğrencilik dönemlerinde yaptıkları katkıdan dolayı Rümeysa KAYA ve Adem UZUNOĞLU'na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2008) *Zirai Mücadele Teknik Talimatları: Cilt 4 – Meyve-Bağ Hastalıkları ve Zararlıları* (s. 164). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. (2008). Ankara, Türkiye.
- Argyriou, L.C. ve Paloukis, S.S. (1976). Some data on biology and parasitization of *Sphaerolecanium prunastri* Fonscolombe (Homoptera Coccidae) in Greece. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki* (N.S.), 11, 230-240.
- Argyriou, L.C. (1983). Faunal analysis of some scale insects in Greece. *Proceedings of the 10th International Symposium of Central European Entomofaunistics*, Budapest, 15-20 August 1983, 364-367.
- Anonymous, (2024). U.S. *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe, 1834). Systematic Entomology Laboratory, USDA. Department of Agriculture. *ScaleNet*: Retrieved October 30, 2025, from <https://scalenet.info/catalogue/Sphaerolecanium%20prunastri/>
- Balachowsky, A.S. (1930). Contribution à l'étude des coccides de France (4e note) quelques hymenopteres chalcidiens parasites de coccides recueillis dans les Alpes-Maritimes et le var durant l'année 1929. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France*, 17, 218-221.
- Batsankalashvili, M., Kaydan, M.B., Kirkitadze, G. ve Japoshvili, G.O. (2017). Updated checklist of scale insects (Hemiptera: Coccoomorpha) in Sakartvelo (Georgia). *Annals of Agrarian Science*, 15, 252-268. doi: [10.1016/j.aasci.2017.05.002](https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.05.002)
- Ben-Dov, Y. (1968). Occurrence of *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe) in Israel and description of its hitherto unknown third larval instar. *Annales des Epiphyties*, 19, 615-621.
- Ben-Dov, Y. (1969). Occurrence of *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe) in Israel and description of its hitherto unknown third larval instar. *Annales Des Epiphyties*, 4(19), 615-621. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19700501676>
- Ben-Dov, Y. (1971). An annotated list of the soft scale insects (Homoptera: Coccidae) of Israel. *Israel Journal of Entomology*, 6, 23-34. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19730502347>

- Ben-Dov, Y. (1993). Systematic Catalogue of the Soft Scale Insects of the World (1st ed.). CRC Press. doi: [10.1201/9781003072287](https://doi.org/10.1201/9781003072287)
- Bodenheimer, F.S. (1944b). Note on the Coccoidea of Iran, with description of new species. *Bulletin de la Société Fouad Ier d'Entomologie*, 28, 85-100. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19460500032>
- Develioğlu, U., Muştu, M. ve Kaydan, M.B. (2018). Investigation on scale insects (Hemiptera: Coccoomorpha) on ornamental plants in Kayseri province. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 8(1), 3-13. doi: [10.16969/entoteb.408878](https://doi.org/10.16969/entoteb.408878)
- Demirözer, O., Karaca, I. ve Japoshvili, G.O. (2005). Studies on Coccoidea (Homoptera) Species and Their Natural Enemies in the Fruits Orchards in Isparta Region. In *Proceedings of the X International Symposium on Scale Insect Studies* (pp. 408). Adana, Turkey: Adana Ziraî Muscadele Arastirma Enstitusu.
- Dervişević, M., Drobnjaković, T. ve Graora, D. (2024). The predators attacking soft scales (Hemiptera: Coccoomorpha: Coccidae) in Serbia. *European Journal of Entomology*, 121, 252-259. doi: [10.14411/eje.2024.026](https://doi.org/10.14411/eje.2024.026)
- Dervişević, M., Stojanović, A., Mihajlović, L. ve Graora, D. (2024). Diversity and interactions of the parasitoids (Hymenoptera: Chalcidoidea) of soft scales from Serbia. *Phytoparasitica*, 52, 18. doi: [10.1007/s12600-024-01139-5](https://doi.org/10.1007/s12600-024-01139-5)
- Durmaz, G. ve Muştu, M. (2024). Malatya İli Kayısı Bahçelerinde Erik Koşnili *Sphaerolecanium Prunastri* (Boyer De Fonscolombe) (Hemiptera: Coccidae)'nin Yayılış Alanları, Bulaşma Oranları ve Kimyasal Mücadelenin Zararının Popülasyon yoğunluğuna Etkileri *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 27 (Ek Sayı 2), 409-415. doi: [10.18016/ksutarimdog.vi.1464597](https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1464597)
- Fallahzadeh, M. ve Japoshvili, G.O. (2017). An updated checklist of Iranian Encyrtidae (Hymenoptera, Chalcidoidea). *Zootaxa*, 4344(1), 1-46. doi: [10.11646/zootaxa.4344.1.1](https://doi.org/10.11646/zootaxa.4344.1.1)
- Foldi, I. ve Germain, J.-F. (2018). Liste des Cochenilles de France (Hemiptera, Coccoomorpha) [Checklist of the scale insects of France (Hemiptera, Coccoomorpha)]. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 123(1), 7-18. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20183138745> Erişim 09.10.2025
- Gaikwad, M.B., Kedar, S.C., Kalyani, D.C. ve Shashank, P.R. (2022). *Eublemma scitula* (Rambur) (Lepidoptera: Erebidæ): First evidence of a predator of the invasive barnacle scale, *Ceroplastes cirripediformis* comstock (Hemiptera: Coccidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. doi: [10.1186/s41938-022-005](https://doi.org/10.1186/s41938-022-005)
- García Morales M., Denno B.D., Miller D.R., Miller G.L., Ben-Dov Y. ve Hardy N.B. 2016. *ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics*. Database. doi: [10.1093/database/bav118](https://doi.org/10.1093/database/bav118). <http://scalenet.info> [Date accessed: 2025].
- Gavrilov-Zimin, I.A. ve Watson, G.W. (2022). *Lichtensia viburni Sphaerolecanium prunastri*. Encyclopedia of Scale Insect Pests. CABI, Wallingford, Oxfordshire, UK, 608.
- Gavrilov-Zimin, I.A. (2003a). On the fauna and systematics of scale insects (Homoptera, Coccinea) of the middle zone of European Russia. *Entomologicheskoe Obozrenye*, 82(1), 106-115. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20043014685> Erişim 11.10.2025
- Gómez-Menor Ortega, J. (1958a). Dos Lecaniidae (Coccoidea), nuevos para la fauna Española. *Boletín de la Real Sociedad Espanola de Historia Natural. Madrid (Seccion Biologica)*, 56, 21-34.
- Gómez-Menor Ortega, J. (1958b). Cochinillas que atacan a los frutales (Homoptera, Coccoidea: II. Familias Lecanidae y Margarodidae). *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*, 23, 43-173.
- Gómez-Menor Ortega, J. (1960). Adiciones a los "Cócidos de España". V. (Superfamilia Coccoidea). *EOS*, 36, 157-204.

- Hadzibejli, Z. K. (1983). Coccids of the subtropical zone of Gruzia. Tbilisi: Metsniereba.
- Hodgson, C. J. (1994). *The scale insect family Coccidae: An identification manual to genera*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 639 pp. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19941105445> Erişim 10.10.2025
- Japoshvili, G.O. (1999). The parasitoid complex and population dynamics of the plum scale, *Sphaerolecanium prunastri* Fonscolombe, in Georgia. *Entomologica*, 33(1999), 403-406. doi: [10.15162/0425-1016/865](https://doi.org/10.15162/0425-1016/865)
- Japoshvili, G.O., Ay, R., Karaca, I., Gabroshvili, N., Barjadze, S. ve Chaladze, G. (2008). Studies on the parasitoid complex attacking the globose scale *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe) (Hemiptera: Coccoidea) on *Prunus* species in Turkey. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 81(4), 339-344. doi: [10.2317/JKES802.09.1](https://doi.org/10.2317/JKES802.09.1)
- Karaca, Z. ve Demirel, N. (2021). Seasonal Population Fluctuations and Damage Rates of *Capnodis tenebrionis* L., and *Capnodis carbonaria* L. (Coleoptera: Buprestidae) in Apricot Orchards in Malatya Province. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 661-669.
- Karacaoğlu, M., Keçeci, M. ve Pamuk, D. (2024). An investigation on the side effects of some pesticides against the predatory insect *Exochomus nigromaculatus* (Coleoptera: Coccinellidae) under laboratory conditions. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 27(1), 152-158. doi: [10.18016/ksutarimdog.vi.1106007](https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1106007)
- Karacaoğlu, M., Keçeci, M., Korkmaz, A. ve Bozkurt, K. (2020). Erik koşniliinin parazitoidi *Discodes aeneus* Dalman (Hymenoptera: Encyrtidae)'a karşı bazı bitki koruma ürünlerinin yan etkilerinin araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 11(2), 189-198. doi: [10.31019/tbmd.746865](https://doi.org/10.31019/tbmd.746865)
- Kaydan M. B., Ülgentürk, S. ve Erkılıç, L. (2007). Türkiye'nin Gözden Geçirilmiş Coccoidea (Hemiptera) Türleri Listesi Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 17 (2): 89-106.
- Kawecki, Z. (1968). An outline of the biology and the geographical distribution of the globose scale *Sphaerolecanium prunastri* (Fonsc.) (Coccoidea, Lecaniidae). *Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences*, 16, 689-693.
- Keçeci M., Karacaoğlu M., Kaya Apak F., Kahya D., Yiğit T., Canbay A. ve Yarpuzlu F. (2018). Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM/ 17 / AR-GE /05 nolu Proje Sonuç Raporu, 37 sy.
- Kfir, R. ve Rosen, D. (1981). Biological studies of *Microterys flavus* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae), a primary parasite of soft scales. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 43, 223-237. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19810581625> Erişim 12.10.2025
- Kondo, T. ve Watson, G. W. (Eds.). (2022). *Encyclopedia of scale insect pests*. pp. 225-349. CABI.
- Kozár, F. (1980). The scale insect fauna (Homoptera: Coccoidea) of the Bakony Mountains and surrounding area. *Veszprém Megyei Muzeumok Közleményei*, 15, 65-72.
- Kozár, F. (1981). Data on the Coccoidea (Homoptera) fauna of the Hortobágy National Park. *The Fauna of the Hortobágy National Park*, 89-90.
- Kozár, F. (1983). New and little-known scale-insect species from Yugoslavia (Homoptera: Coccoidea). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 29, 139-149.
- Kozár, F. (1987). The probability of interspecific competitive situations in scale-insects (Homoptera, Coccoidea): interspecific competition of scale-insects. *Oecologia*, 73, 99-104.
- Kozár, F. ve Drozdják, J. (1987). New and little known scale-insects species from Moldavia (USSR) (Homoptera: Coccoidea). *Folia Entomologica Hungarica*, 48, 91-95.
- Kozár, F. ve Drozdják, J. (1993). Data to the scale fauna (Homoptera: Coccoidea) of the Bükk National Park. *The Fauna of the Bükk National Park*, 71-76.

- Kozár, F. ve Sugonyaev, E.S. (1979). Contribution to the knowledge of parasites of coccids (Homoptera: Coccoidea). *Folia Entomologica Hungarica*, 32, 234-236.
- Kozár, F. ve Walter, J. (1985). Check-list of the Palaearctic Coccoidea (Homoptera). *Folia Entomologica Hungarica*, 46, 63-110.
- Linghu, W., Lu, Z., Wang, Y. ve Gao, G. (2023). The effects of globose scale (*Sphaerolecanium prunastri*) infestation on the growth of wild apricot (*Prunus armeniaca*) trees. *Forests*, 14(10), 2032. doi: [10.3390/f14102032](https://doi.org/10.3390/f14102032)
- Liang, T., Ai, S.J., Zhang, Q.X., Chen, H.M., Tuo, H.T. ve Li, Z.G. (1999). Study on the biological characteristics of scales, their dominant natural enemies and control on pear trees in Xinjiang. *China Fruits*, (No. 2), 29-30. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19991110860> Erişim 12.10.2025
- Malumphy, C. P. (2016). Six non-native species of scale insect (Hemiptera: Coccoidea) new for Belgium. *Entomologist's Monthly Magazine*, 152(4), 245-251.
- Marotta, S. (1987). I Coccidi (Homoptera: Coccoidea: Coccidae) segnalati in Italia, con riferimenti bibliografici sulla tassonomia, geonemia, biologia e piante ospiti. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agr Filippo Silvestri*, 44, 97-119.
- Mifsud, D.E., Falzon, A., Malumphy, C.P., De Lillo, E., Vovlas, N. ve Porcelli, F. (2012). On some arthropods associated with *Ficus* species (Moraceae) in the Maltese Islands. *Bulletin of the Entomological Society of Malta*, 5, 5-34.
- Moqaddam, M., Hassan Pur, A. A. Q., Gharavi, M., Baghestani, M., Khalaqani, J., Shir Zadiyan, S., ... ve Mirzayans, H. (2008). INSECTS OF IRAN: The List of Coccoidea in the Hayk Mirzayans insect Museum of Iranian Research Institute of Plant Protection.
- Moghaddam, M. (2013a). An annotated checklist of the scale insects of Iran (Hemiptera, Sternorrhyncha, Coccoidea) with new records and distribution data. *ZooKeys*, 334, 1-92. doi: [10.3897/zookeys.334.5818](https://doi.org/10.3897/zookeys.334.5818)
- Moghaddam, M. ve Watson, G.W. (2024). The scale insects of Iran (Hemiptera: Coccomorpha) part 3: The soft scales (Coccidae) and other families. *Zootaxa*, 5542(1), 1-202. doi: [10.11646/zootaxa.5542.1.1](https://doi.org/10.11646/zootaxa.5542.1.1)
- Qaxxorova, H.R., Sobirov, O.T., Zokirov, O.K., Turg'unova, O.S.H. ve Raximova, M.U. (2025). Andijon viloyatida tarqalgan Coccidae oilasi turlarining ozuqa o'simliklarining tahliliga oid [On the analysis of forage plants of Coccidae family species distributed in the Andijan region]. *Iqlim o'zgarishi, tabiatdan oqilona foydalanish muammolari va istiqbollari [Climate change, problems and prospects of rational use of nature]*, 550 pp.
- Özgen, İ. ve Bolu, H. (2009). Malatya ili kayısı alanlarında zararlı *Sphaerolecanium prunastri* (Boyer de Fonscolombe, 1834) (Hemiptera: Coccidae) (Erik koşnili)'nin yayılış alanları, bulaşma oranları ve doğal düşmanlarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Entomology*, 33(2), 83-91.
- Öztürk, N., Ulusoy, M.R., Erkılıç, L. ve Ölmez Bayhan, S. (2004). Malatya ili kayısı bahçelerinde saptanan zararlılar ile avcı türleri. *Bitki Koruma Bülteni* 44 (1-4), 1-13.
- Pellizzari, G., Porcelli, F., Seljak, G. ve Kozár, F. (2011). Some additions to the Scale insect fauna (Hemiptera: Coccoidea) of Crete with a checklist of the species known from the island. *Journal of Entomological and Acarological Research*, 43(3), 291-300. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20123097944> Erişim 09.10.2025
- Potaeva, A.G. (1992). *Sphaerolecanium prunastri* Fosc. (Homoptera, Coccidae) and their parasites from Turkmenistan. *Proceedings of the Applied Science Conference*, 92-94.
- Potaeva, A. G. (1993). Soft scale insects (Homoptera, Coccoidea, Coccidae) of southern Turkmenistan. *Akademii Nauk Turkmenistana*, 4, 33-39.

- Saleh, A.T., Basheer, A.M. ve Alrouz, H.A. (2019). First report of the coccid *Microterys hortulanus* (Hymenoptera: Encyrtidae) in Syria. *Arab Journal of Plant Protection*, 37(3), 286-291. doi: [10.22268/AJPP-037.3.286291](https://doi.org/10.22268/AJPP-037.3.286291)
- Schmutterer, H. ve Hoffmann, C. (2016). Die wild lebenden Schildläuse Deutschlands (Sternorhyncha, Coccina) [The outdoors living scale insects of Germany]. *Entomologische Nachrichten und Berichte Bernhard Klausnitzer Dresden*, 104(7/20).
- Seferoğlu, I.A. ve Demirel, N. (2020). Determination of Population Density and Infestation Rates of Peach Twig Borer, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) on Early Apricot Orchards in Mersin Province. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 237-242.
- Stimmel, J.F. (1984). Globose scale, *Sphaerolecanium prunastri* (Fonscolombe) (Homoptera: Coccidae). *Regulatory Horticulture (Pennsylvania Department of Agriculture)*, 10(2), 15-16.
- Tang, F.T. (1991). *The Coccidae of China*. Taiyuan: Shanxi United Universities Press.
- Ter-Grigorian, T. (1956). [Coccids of cultivated fruit in Armenia]. *Sbornik, Institut Zoologii, Akademiya Nauk Armianskoi SSR (Zoological Papers, Academy of Sciences of Armenian SSR, Zoological Institute)*, 9, 33-57.
- Ter-Grigorian, T. (1962). [The Coccoidea of the woods of Armenia (Insecta, Homoptera, Coccoidea)]. *Zoological Papers, Academy of Sciences of Armenian SSR, Zoological Institute*, 12, 125-161.
- Uygun, N., Sengonca, C., Erkiş, B.L. ve Schade, M. (1998). The Coccoidea fauna and their host plants in cultivated and non-cultivated areas in the East Mediterranean region of Turkey. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 33(1-2), 183-191.
- Ülgentürk, S. (2001). Parasitoids and predators of Coccidae (Homoptera: Coccoidea) species on ornamental plants in Ankara, Turkey. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 36(3/4), 369-375.
- Ülgentürk, S., Kaydan, M.B., Zeki, C. ve Toros, S. (2001). *Sphaerolecanium prunastri* Boyer de Fonscolombe (Hemiptera: Coccidae): distribution, host plants and natural enemies in the Turkish Lake district. *Bolletino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura Ser. II*, 33 (3), 357-363.
- Ülgentürk, S., Noyes, J. C. ve Kaydan, M. B. (2004). Natural enemies of Coccoidea (Hemiptera) on orchard trees and the neighbouring areas plants in Afyon, Ankara, Burdur, Isparta provinces, Turkey. In *Proceedings of the X International Symposium on Scale Insect Studies* (pp. 361–372). Adana, Turkey.
- Yiğit, T. ve Tunaz, H. (2015). Determination of *Sphaerolecanium prunastri* Fonscolombe, 1834 (Hemiptera: Coccidae), and its parasitoids and predators in apricot areas of Malatya province, Turkey. In XVI International Symposium on Apricot Breeding and Culture 1214, Shenyang, China, p. 67-72. doi: [10.17660/ActaHortic.2018.1214.11](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1214.11)
- Yousefi, M., Vahedi, H.A., Ebrahimi, E. ve Sharifi, R. (2018). Identification of parasitoid wasps of scale insects (Chalcidoidea) in fruit orchards of Markazi province. *Applied Entomology and Phytopathology*, 85(2), 251-264. doi: [10.22092/jaep.2018.116034.1192](https://doi.org/10.22092/jaep.2018.116034.1192)
- Zhang, P., Li, Y., Li, C., Gao, G., Dong, Z., Rostami, E., Lu, Z. ve Zalucki, M.P. (2025). The post-invasion population dynamics and damage caused by globose scale in central Eurasia: Destiny of wild apricot still at stake. *Insects*, 16, 409. doi: [10.3390/insects16040409](https://doi.org/10.3390/insects16040409)

INSECT PESTS AND PLANT-PARASITIC NEMATODES IN TOMATO CULTIVATION

Doğancan KAHYA^{1*}

Refik BOZBUĞA¹

Mustafa İMREN²

Introduction

Tomato is one of the most important vegetable crops cultivated worldwide (Anonymous, 2021). Native to South America, particularly Peru and Ecuador, tomato was first domesticated by the Mexicans and, following the discovery of the New World, was introduced from the Americas to Europe and subsequently spread to different regions across the globe (Anonymous, 2021). Today, hundreds of tomato cultivars with diverse traits and types are consumed both fresh and processed, making it a widely grown crop worldwide. Tomato (*Solanum lycopersicum* L.), a member of the Solanaceae family, represents a vegetable species of major global importance with extensive cultivation areas (Peralta and Spooner, 2005).

In recent years, the global tomato market has grown substantially and then by 2023, the export value was reported to have reached 174.7 billion USD (Tomatoes Global Market Report, 2024). According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Türkiye ranks third in global tomato production, after China and India, with approximately 13 million tons produced in 2022 (FAO, 2024). Based on data from the Turkish Statistical Institute (TÜİK), the total vegetable production in Türkiye was approximately 31.8 million tons in 2023 (TÜİK, 2024). Among vegetables, tomato accounted for the largest share, representing 40.8% of total production (TÜİK, 2024). In Türkiye, tomato production is carried out both in open fields and under protected cultivation, with greenhouse production constituting 31.3% of the total, equivalent to nearly 4 million tons (TÜİK, 2024).

Greenhouse tomato cultivation provides opportunities to regulate microclimatic factors such as temperature, humidity, and light independently of external environmental conditions, thereby enabling the establishment of optimal growth environments for plants (Jones, 1992). However, increase of their populations due to the limited presence of natural enemies (Heinz et al., 2004). Pests primarily cause direct damage to plants by feeding on leaves, stems, fruits, or roots, leading to reduced growth, yield loss, or even plant mortality (Maruthi et al., 2004). Indirectly, they can act as vectors of various plant pathogens (Polston et al., 2014). Economically significant pests affecting tomato and other agricultural crops include *Dolycoris baccarum* L (Hemiptera: Pentatomidae), *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae), *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae), *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae), *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae), *Liriomyza bryoniae* Kaltenbach (Diptera: Agromyzidae), *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae), *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), and *Helicoverpa armigera* Hübner (Noctuidae; Lepidoptera) (Belder et al., 1999).

In tomato cultivation, plant-parasitic nematodes occupy a significant role. In particular, root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp. (Nematoda: Meloidogynidae)) in greenhouse tomato production cause considerable yield losses by inducing root galls. This chapter provides a review of the major insects and nematodes that damage plants in tomato cultivation.

¹ Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, kahyadogancan@gmail.com

² Bolu Abant İzzet Baysal University, Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department,

Insect Pests in Tomato Cultivation

Tomato leafminer (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae))

The tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), is among the most destructive pests of tomato cultivation and originating from South America, it is recognized as the most devastating pest of tomato worldwide (Topuz, 2011). First reported in Spain in 2006, the species rapidly spread across Europe and the entire Mediterranean Basin (Topuz, 2011). In the absence of effective control strategies, *T. absoluta* can cause yield losses ranging from 80% to 100%, posing a major threat to both greenhouse and open-field tomato production systems (Topuz, 2011).

The pest was first recorded in Türkiye in 2009 in tomato-growing areas of Urla, İzmir (Kılıç, 2010), and subsequently detected in January 2010 in Antalya, which is one of the country's key greenhouse production centres (Erler et al., 2010). Due to its high damage potential, *T. absoluta* quickly became a primary pest in both open-field and greenhouse tomato production (Erler et al., 2010).

Larvae of *T. absoluta* can attack nearly all aerial parts of tomato plants, except the roots (Anonymous, 2011). Upon hatching, larvae penetrate fruits, leaves, stems, and shoots, feeding on green tissues (Anonymous, 2011). In leaves, they create large mines between the two epidermal layers, initially appearing as transparent blotches, which later necrotize and turn brown, potentially leading to complete plant wilting (Anonymous, 2011). The larvae prefer feeding on immature fruits, where galleries serve as entry sites for secondary microorganisms, causing fruit rot and substantially reducing market value (Anonymous, 2011). Under heavy infestations and arid conditions, yield losses may reach 50–100% (Anonymous, 2011).

A variety of control measures are employed against *T. absoluta*, including cultural, biotechnical, biological, and chemical approaches (Anonymous, 2022). Cultural practices include the use of pest-free seedlings, destruction of infested plants and residues, control of Solanaceae weeds, crop rotation, and deep plowing after harvest (Anonymous, 2022). Among environmentally friendly alternatives, biological control has received increasing attention. Studies have demonstrated that egg parasitoids belonging to the genus *Trichogramma* can be successfully utilized against *T. absoluta*. Several species such as, *Trichogramma pretiosum* Riley, *T. achaeae* Nagaraja and Nagarkatti, *T. bactrae* fumata, *T. exiguum* Pinto & Platner, and *T. evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) have been investigated by different researchers with promising results (Parra and Zucchim, 2004; Botto et al., 2009; Cabello et al., 2009; Zouba and Mahjoubi, 2010; Öztemiz et al., 2012).

Tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* (Genn.) and greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* (Westw.)) (Hemiptera: Aleyrodidae)

Bemisia tabaci (Gennadius) is a major pest in tropical and subtropical regions, causing substantial economic losses in crops such as cotton, industrial plants, and vegetables and this insect not only causes direct damage by feeding on plant phloem sap but also induces sooty mold formation through honeydew secretion and acts as a vector of numerous viral diseases, amplifying crop losses (Göçmen and Özgür, 1990).

All species within this family are phytophagous, and many cause economic damage in cultivated plants (Ulusoy, 2001). Both nymphal and adult stages of whiteflies feed by extracting plant sap, causing direct damage, while honeydew excretions result in secondary sooty mold development that interferes with photosynthesis and significantly reduces market quality (Ulusoy, 2001; Barkman, 2013). More critically, whiteflies serve as vectors of more than 300 plant viruses from five genera (Van Lenteren et al., 1995; Paul et al., 2011).

Whiteflies infest a wide range of hosts including tomato, eggplant, and cucumber, in addition to crops such as pepper, squash, melon, beans, okra, lettuce, cabbage, and potato (Anonymous, 2022). Since they overwinter mainly on weeds, regular monitoring, and management of surrounding vegetation after harvest are crucial, proper irrigation and balanced fertilization should be ensured, while excessive applications should be avoided (Yaşarakıncı, 1996; Anonymous, 2022). To prevent pest entry into

greenhouses, fine mesh screens should be installed at entry points and ventilation openings, while effective air circulation should be maintained to reduce excessive humidity and temperature (Anonymous, 2022).

Numerous natural enemies of whiteflies exist, including predators and parasitoids that attack their eggs, larvae, and pupae, substantially reducing populations (Anonymous, 2022).

Leafminers [*Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae)]

Leafminers (*Liriomyza* spp.) are considered major entomological problems in vegetables and ornamentals worldwide. The larvae feed within the mesophyll tissue of leaves, reducing both yield and commercial quality. Furthermore, adult feeding and oviposition wounds may serve as entry points for viruses, fungi, and bacteria (Minkenberg and Lenteren, 1986; Civelek and Önder, 1997). *Liriomyza trifolii* (Burges). (Diptera, Agromyzidae) is a polyphagous species, reported to infest approximately 170 plant species from 29 families across different regions (Spencer, 1990; Burgess et al., 2020).

Management strategies for *Liriomyza* spp. include cultural, biotechnical, and biological control measures, with emphasis on promoting environmentally friendly practices within the framework of integrated pest management (Anonymous, 2022). Owing to their rapid capacity to develop resistance to insecticides and the significant damage associated with larval feeding, considerable research has focused on biological control approaches (Liu et al., 2009). To date, nearly 140 parasitoid species, a limited number of predators (including nematodes), and several entomopathogens have been identified as natural enemies, with some mass-produced for biological control programs (Liu et al., 2009). Biological control of *Liriomyza* plays a critical role in managing invasive species in both open-field and protected cultivation systems (Liu et al., 2009).

The most common predators include mirid bugs such as *Cyrtopeltis modestus* (Dist.), *Dicyphus cerastii* Wagner, *Dicyphus tamaninii* Wagner (Hymenoptera: Eulophidae), and *Macrolophus caliginosus* Wagner (Hemiptera: Miridae). Both nymphs and adults are highly mobile and feed on leafminer larvae and pupae (Parella et al., 1982; Castane et al., 2004).

Leafminer parasitoids include larval ectoparasitoids (e.g., *Diglyphus* spp.) and larva–pupa endoparasitoids (e.g., *C. oscinidis* (Hymenoptera: Pteromalidae), *G. utilis* (Hymenoptera: Eucolidae)). Interactions between these two functional groups may occur when they coexist in the same system, for example, ectoparasitoids can parasitize leafminers already containing an endoparasitoid larva, leading to the death of the endoparasitoid (Mitsunga and Yano, 2004). Conversely, endoparasitoids generally avoid hosts previously parasitized by ectoparasitoids, since such hosts rarely survive to the pupal stage, preventing completion of the endoparasitoid's life cycle (Mitsunga and Yano, 2004).

Aphids (Hemiptera: Aphididae)

Aphids are small, soft-bodied insects, typically 1.5–3.0 mm in size, with oval-shaped bodies that may be green, yellow, or black. Both adults and nymphs occur in aggregations on shoots, leaf surfaces, and particularly the undersides of leaves (Anonymous, 2022). Depending on species and region, aphids may complete 10–16 generations annually (Anonymous, 2022). Their feeding, via phloem sap extraction, causes leaf curling and deformation of young shoots (Anonymous, 2022). The honeydew secreted during feeding covers leaf surfaces, promoting fungal growth (sooty mold), which darkens foliage and reduces photosynthetic efficiency (Anonymous, 2022). Heavy infestations result in both quantitative and qualitative yield losses that aphids are efficient vectors of numerous viral diseases, transmitting approximately 66% of the 370 viruses reported in plants (Matheus, 1993).

Due to their high reproductive potential and their role as virus vectors, aphids are considered highly challenging pests, control strategies include cultural practices, biological control, and, most frequently, chemical control, first, chemical control may not always be economically rational given the crop value and level of infestation and second, while insecticides may effectively limit direct damage associated with population density, they are often ineffective in preventing indirect virus-mediated

losses, which depend on the mode and dynamics of virus transmission (Broadbent, 1957; Perring et al., 1999).

Numerous natural enemies target aphid populations. Among predators, the larvae and adults of lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae), larvae of lacewings (Neuroptera: Chrysopidae, Hemerobiidae), predatory gall midges (Diptera: Cecidomyiidae), and syrphid flies (Diptera: Syrphidae) are notable (Völkl et al., 2007). Entomopathogenic fungi represent the most common pathogens of aphids (Hajek and St-Léger, 1994). In addition, many Hymenoptera and some Diptera parasitoids attack aphids, causing significant mortality within colonies, and are frequently incorporated into biological control programs (Boivin et al., 2012).

Two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae)

Two mite species are of particular economic importance in tomato: the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) and the tomato russet mite (*Aculops lycopersici* (Massee) (Acarina, Eriophyidae)). *T. urticae* oviposits on the undersides of older leaves, where both nymphs and adults feed by extracting cell contents, causing chlorotic stippling and webbing of tissues (Heuvelink, 2005). In contrast, *A. lycopersici* initially induces silvery discoloration on leaves, which later progresses to necrosis (Heuvelink, 2005). With increasing population densities, stems and petioles exhibit bronzing, and leaves may eventually die (Heuvelink, 2005). Due to their high reproductive capacity, spider mites can rapidly reduce crop productivity.

In Türkiye, *T. urticae* is the most widespread and economically significant mite species in greenhouse vegetables (Kırışık and Erler, 2017). Chemical acaricides remain the primary control method; however, their intensive use promotes resistance development (Kırışık and Erler, 2017). Indeed, *T. urticae* is among the arthropods with the highest levels of resistance to pesticides (Attia et al., 2012). Conventional chemical control relies heavily on broad-spectrum acaricides, which also eliminate beneficial fauna, including natural enemies (Attia et al., 2012). Moreover, biological characteristics such as high fecundity, rapid development, and haplodiploid sex determination contribute to the accelerated evolution of resistance (Lu et al., 2017).

As a result, environmentally friendly control strategies have become increasingly important. The first commercial biological control application against *T. urticae* dates back to the 1960s in cucumber greenhouses abroad, with the release of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) (Van Lenteren and Woets, 1988). This predator continues to be effectively used in modern integrated pest management programs for spider mite control (Van Lenteren and Woets, 1988).

Plant Parasitic Nematodes in Tomato Cultivation

Plant-parasitic nematodes, comprising thousands of species and causing widespread annual crop losses, primarily target the roots of major crops—disrupting water and nutrient uptake—with the most damaging being sedentary species, particularly from the Tylenchida order, which establish permanent feeding sites through complex host cell transformation, and among these, only a limited number of genera, including *Heterodera*, *Hoplolaimus*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, and *Xiphinema*, are responsible for significant agricultural damage in the United States (Bernard et al., 2017). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are widespread and economically damaging pathogens affecting numerous plant species, with chemical control being the most common yet environmentally hazardous management method, while alternative strategies focus on resistant genotypes and molecular studies revealing plant effectors and proteins that mediate the complex interactions between nematodes and their hosts, influencing infection and reproduction (Youssef Banora, 2024). Tomato, a globally important crop, suffers significant yield losses from root-knot nematodes—particularly *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. hapla*, and *M. arenaria*—with resistance first identified in wild *Lycopersicon peruvianum* via the *Mi-1* gene, later supplemented by *Mi-2* to *Mi-9* for heat stability and virulent strain resistance; notably, *Mi-1.2* confers effective defence through root-specific expression, although its resistance can be compromised by high temperatures or virulent nematode populations capable of

overcoming its defence mechanisms (Yuksel and Bozbuga, 2025). Root-knot nematodes damage over 5,000 plant species, with management relying on chemicals, resistant genotypes, and soil solarisation; due to nematicide toxicity, research focuses on host-dependent suppression and plant effectors, while molecular and immunolocalization studies reveal gene expression patterns, guiding sustainable and effective nematode management strategies (Youssef Banora, M. (2024). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), ranked as the most significant parasitic nematodes in molecular plant pathology, pose a severe global threat to agriculture due to their wide host range, complex disease interactions, and sophisticated lifecycle—comprising multiple larval stages leading to the formation of nutrient-rich giant cells via host cell manipulation—ultimately causing root galling, stunted growth, wilting, and abnormal root development, with species such as *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, and *M. incognita* being the most destructive (Bernard et al., 2017). From 40 composite soil and root samples, eight plant-parasitic nematode genera are identified, with *Meloidogyne arenaria* confirmed through molecular analysis and exhibiting the highest prominence—particularly in the Dedo district’s Babo area—where its population density was greatest in soils with pH 6.4–7.4 and at altitudes above 1800 m, thereby highlighting the urgent necessity for implementing sustainable and effective management strategies to mitigate the significant threat posed by *Meloidogyne* species to tomato production (Mekuria et al., 2023). In greenhouse and field trials, six microbiological products—*Bacillus velezensis*, *B. firmus*, *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. amyloliquefaciens*, *Purpureocillium lilacinum*, and *Pochonia chlamydosporia*—are evaluated against *Meloidogyne* spp. infecting tomato, showing effective control of *M. javanica* and *M. enterolobii* but limited effect on *M. incognita*; integrating these products with resistant rootstocks markedly reduces nematode populations, enhances yield, and maintains fruit nutritional quality, supporting sustainable nematode management in tomato cultivation (Pontes et al., 2024). In Spain, tomato (*Lycopersicon esculentum*) is highly susceptible to root-knot nematodes, with management relying on nematicides, crop rotation, and Mi gene-mediated resistance, though nematicides pose environmental risks and resistance is often overcome by local *Meloidogyne* populations; the nematode completes most of its life cycle within the host, forming multinucleate giant cells in roots, inducing galls, and reproducing parthenogenetically, producing 100–500 eggs per female that further disrupt root tissues (Rivas et al., 1993).

Root-knot nematodes pose a major threat to tomato production, with resistance largely governed by *Mi* genes (*Mi-1* to *Mi-HT*), of which only five are mapped; however, most lose effectiveness at high temperatures, and this study summarises their mechanisms, limitations, and potential improvements for enhancing durable nematode resistance in tomatoes (El-Sappah et al., 2019). Tomato production in Egypt faces severe losses from *Meloidogyne* spp. and *Rotylenchulus reniformis*, with synthetic nematicides providing limited protection due to health and environmental concerns; consequently, this review highlights the need to develop and optimise safe biological control agents and bioactive compounds, such as *Streptomyces*-derived abamectin, through synergistic integration with compatible agricultural inputs and innovative delivery systems to ensure sustainable nematode management in tomato cultivation (Abd-Elgawad, 2020). In major tomato-growing areas of Ethiopia, root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, and *M. hapla*) are widespread, with 47.2% of soil and 65% of root samples infested, causing significant root galls, while farmer awareness, previous crops, soil texture, and irrigation influence damage; molecular and biochemical analyses confirm species presence, including the first detection of *M. hapla* in open fields, highlighting the need to assess the economic impact of these nematodes (Seid et al., 2019).

Crop rotation and cover cropping are key components of integrated pest management, effectively reducing plant-parasitic nematode populations and improving soil health; however, the broad host range of *Meloidogyne* spp. can limit rotation efficacy (Bernard et al., 2017).

Biological control methods targeting *Meloidogyne* spp., including *Pasteuria penetrans*, *Bacillus* spp., and nematophagous fungi like *Pochonia chlamydosporia* and *Lecanicillium psalliotae*, have shown significant potential in reducing root-knot nematode galling, egg hatch, and motility, offering sustainable alternatives to chemical pesticides in managing *Meloidogyne* infestations (Bernard et al., 2017). Several resistance genes and QTLs conferring resistance to *Meloidogyne* spp. have been

identified in *Lycopersicon peruvianum* and *Solanum arcanum*, including *Mi-1*, *Mi-2*, and *Mi-9* on chromosome 6, and *Mi-3* and *Mi-5* on chromosome 12 (Yuksel and Bozbuga, 2025). The *Mi* locus in tomato confers resistance to root-knot nematodes, containing three resistance gene-like sequences—*Mi-1.1*, *Mi-1.2*, and a pseudogene—with *Mi-1.2* alone sufficient to confer resistance, as shown by complementation studies; *Mi-1.2* shares structural motifs, including a nucleotide-binding site and leucine-rich repeats, with the *Prf* gene, underscoring its role within a conserved plant resistance gene family effective against diverse pathogens (Milligan et al., 1998).

Conclusion

Tomato cultivation, both in open fields and greenhouses, faces substantial challenges from insect pests and plant-parasitic nematodes. Key insect pests—including *Tuta absoluta*, whiteflies (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*), leafminers (*Liriomyza* spp.), aphids, and spider mites (*Tetranychus urticae*)—directly damage plants through feeding and oviposition, reducing growth, yield, and fruit quality. Many of these insects also act as vectors for viral and fungal pathogens, increasing their economic impact. Effective pest management relies on integrated strategies, combining cultural practices, biological control, and careful chemical use to limit resistance development and environmental risks. Plant-parasitic nematodes, particularly root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), are among the most destructive soil-borne threats to tomato production, causing root galling, impairing nutrient and water uptake, and reducing plant vigor. Sustainable management approaches—including resistant tomato genotypes, *Mi* gene-mediated resistance, crop rotation, soil solarization, and biocontrol agents such as nematophagous fungi and beneficial bacteria—offer promising solutions. Integrating molecular, physiological, and ecological insights into host–nematode interactions enable development of durable and environmentally safe control strategies. Future research should focus on optimizing integrated pest management, promoting resistant cultivars, enhancing biological control, and adopting precision agriculture techniques, as highlighted in this review chapter.

REFERENCES

- Abd-Elgawad, M.M.M. Optimizing biological control agents for controlling nematodes of tomato in Egypt. Egypt J Biol Pest Control 30, 58 (2020). <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00252-x>
- Anonymous, 2011. Zirai Mücadele Teknik Talimatı: Domates Güvesi Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara
- Anonymous, 2021. https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/domates_hastalik_ve_zararlilari_ile_mucadele.pdf (Accessed date: 08.09.2025)
- Anonymous, 2022. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/%C3%96rt%C3%BCalt%C4%B1%20Entegre%20M%C3%BCcadele%20Teknik%20Talimat%C4%B1.pdf#page=12&zoom=100,96,733> (Erişim tarihi: 08.09.2025)
- Attia, S.; Gratia, E.; De Herde, A.; Hensen, J.L.M. Simulation-Based Decision Support Tool for Early Stages of Zero-Energy Building Design. Energy Build. 2012, 49, 2–15. [
- Barkman, B. 2013. Repellent, irritant and toxic effects of essential oil constituents on *Bemisia tabaci* (Gennadius). s.l. : University of Amsterdam, 25 p. Mémoire de master: Biological Sciences, track Ecology and Evolution: University of Amsterdam
- Belder, E., Valcheva, R., & Guldmond, J. (1999). Increased damage by western flower thrips *Frankliniella occidentalis* in chrysanthemum intercropped with subterranean clover. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 91(2): 275-285. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1999.00494.x>
- Bernard, G. C., Egnin, M., & Bonsi, C. (2017). The Impact of Plant-Parasitic Nematodes on Agriculture and Methods of Control. InTech. doi: 10.5772/intechopen.68958

- Boivin, G., Hance, T., & Brodeur, J. (2012). Aphid parasitoids in biological control. *Canadian Journal of Plant Science*, 92(1), 1-12.
- Botto, E.N., Riquelme, M.B., Horny, C. M. 2009. Use of the Egg Parasitoid Trichogramma in Argentina. Newsletter of the IOBC-NTRS No.19:25. <http://www.lef.esalq.usp.br>, (Erişim tarihi: 12.12. 2009).
- Broadbent, L. (1957). Insecticidal control of the spread of plant viruses, *Ann. Rev. Entomol.* 2 339–354.
- Burgess, R., Ridland P., Pirtle E., 2020. Contingency plan american serpentine Leafminer (*Liriomyza trifolii*). Hort Innovation, Plant Health Australia Limited (Version 1), 124 pp. <https://www.planthealthaustralia.com.au/wp-content/uploads/2021/08/Liriomyza-trifolii/>
- Cabelllo, T., Gallego, J.R., Vila, E., Soler, A., Pino, M.del., Carnero, A., Hernandez-Suarez, E., Polazsek, A. 2009a. Biological Control of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), with Releases of *Trichogramma achaeae* (Hym.:Trichogrammatidae) on Tomato Greenhouse of Spain. *IOBC/WPRS Bull.*, 49: 225– 230
- Castanˆe C, Alomar O, Goula M, Gabarra R. Colonization of tomato greenhouses by the predatory mirid bugs *Macrolophus caliginosus* and *Dicyphus tamaninii*. *Biological Control* 2004;30:591–7.
- Civelek, H. S. ve Önder, F., 1997. Bitki Hastalık Etmenlerinin Taşınmasında Galerisineklerinin (Diptera:Agromyzidae) Rolü Üzerinde Bir İnceleme. *Türk. entomol. derg.*, 20 (3): 233-241.
- El-Sappah, A. H., M. M., I., H. El-awady, H., Yan, S., Qi, S., Liu, J., Cheng, G.-t., & Liang, Y. (2019). Tomato Natural Resistance Genes in Controlling the Root-Knot Nematode. *Genes*, 10(11), 925. <https://doi.org/10.3390/genes10110925>
- Erler, F., M. Can, M. Erdoğan, A.O. Ates, & T. Pradier, 2010. New record of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on greenhouse-grown tomato in Southwestern Turkey (Antalya). *Journal of Entomological Science*, 45(4): 392-393
- FAO, (2024). Food and Agriculture Organization, (<https://www.fao.org/faostat/en/#data>)
- Göçmen, H., ve A. F. Özgür 1990. Pamuk beyazsineği *Bemisia tabaci* (Genn.)(Homoptera:Aleyrodidae)'nin konukçu değişimi ve populasyon gelişiminin tespiti. Çukurova Üniversitesi 53 Fen Bilimleri Enstitüsü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 4(3).115- 129.
- Hajek, A. E. and St-Leger, R. J. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. *Annu. Rev. Entomol.* 39: 293-322.
- Heinz, K.M., Van Driesche, R.G., & Parella, M.P. (2004). Biocontrol in protected culture. Ball Publishing.
- Heuvelink, E. (2005). Tomatoes. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Jones, H.G. (1992). Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology. Cambridge University Press: New York, NY, USA, 428.
- Kılıç, T., 2010. First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38 (3): 243-244
- Kırışık, M., & Erler, F. (2017). Antalya ilinde örtüaltı sebze üretim alanlarında ticari boyutta kullanılan biyolojik mücadele etmenleri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(3), 189-195.
- Liu, T. X., Kang Le, K. L., Heinz, K. M., & Trumble, J. (2009). Biological control of *Liriomyza* leafminers: progress and perspective. *CABI Reviews*, (2009), 1-16.
- Lu,W.;Wang, M.; Xu, Z.; Shen, G.;Wei, P.; Li, M.; Reid,W.; He, L. Adaptation of Acaricide Stress Facilitates *Tetranychus urticae* Expanding against *Tetranychus cinnabarinus* in China. *Ecol. Evol.* 2017, 7, 1233–1249.

- Maruthi, M., Colvin, J., Thwaites, R., Banks, G., Gibson, G., & Seal, S. (2004). Reproductive incompatibility and cytochrome oxidase I gene sequence variability amongst host-adapted and geographically separate *Bemisia tabaci* populations (Hemiptera: Aleyrodidae). *Systematic Entomology*, 29(4), 560-568. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6970.2004.00272.x>
- Matheus REF (1993) *Diagnosis of Plant Virus Diseases*. CRS Press Incorporation, Boca Raton, Florida.
- Mekuria, T. M., Meressa, B. H., & Hundesa, W. B. (2023). Prevalence of major parasitic nematodes associated with tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) in two districts of Jimma, Ethiopia. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 56(2), 158–174. <https://doi.org/10.1080/03235408.2023.2178062>
- Milligan, S. B., Bodeau, J., Yaghoobi, J., Kaloshian, I., Zabel, P., & Williamson, V. M. (1998). The root knot nematode resistance gene *Mi* from tomato is a member of the leucine zipper, nucleotide binding, leucine-rich repeat family of plant genes. *The Plant Cell*, 10(8), 1307-1319.
- Minkenberg, O. P. J. M. and Lenteren, J. C., 1986. The Leafminers *L. bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera, Agromyzidae), Their Parasites and Host Plants: A review. *Agricultural University Wageningen Papers*. 86-2, 50 pp.
- Mitsunaga T, Yano E. The effect of multiple parasitisms by an endoparasitoid on several life history traits of leafminer ectoparasitoids. *Applied Entomology and Zoology* 2004;39:315–20.
- Oztemiz, S., Kutuk, H., Portakaldali, M. 2012. Biological Control of Tomato Leafminer (Lepidoptera: Gelechiidae) on Greenhouse-Grown Tomato in Turkey. *J. Entomol. Sci.*, 47 (3): 1-3
- Parra, J.R.P., Zucchim, R.A. 2004. *Trichogramma* in Brazil: Feasibility of Use After Twenty Years of Research. *Neotrop. Entomol.*, 33: 271-281.
- Parrella MP, Christie GD, Robb KL, Bethke JA. Control of *Liriomyza trifolii* with biological agents and insect growth regulators. *California Agriculture* 1982;36(11/12):17–9.
- Paul J.B, Shu-Sheng L, Laura M.B, Adam B.D. 2011. *Bemisia tabaci*: A Statement of Species Status *Annual Review of Entomology* (56):1, 1-19.
- Peralta, I.E., & Spooner, D.M. (2005). Morphological characterization and relationships of wild tomatoes. (*Solanum* L. section *Lycopersicon*). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 104: 227-257.
- Perring, T.M., Gruenhagen, N.M., Farrar, C.A. (1999) Management of plant viral diseases through chemical control of insect vectors, *Ann. Rev. Entomol.* 44,457–481.
- Polston, J., Barro, P., & Boykin, L. (2014). Transmission specificities of plant viruses with the newly identified species of the *Bemisia tabaci* species complex. *Pest Management Science*, 70(10), 1547-1552. <https://doi.org/10.1002/ps.3738>
- Pontes, K. B., Machado, A. C. Z., Nogueira, A. F., Fagundes, D. F. V., de Lima Filho, R. B., Mosela, M., ... & Gonçalves, L. S. A. (2024). Efficacy of microbiological nematicides in controlling root-knot nematodes in tomato. *Frontiers in Agronomy*, 6, 1462323.
- Rivas, L.A., Ramirez, L., Verdejo, S., Del Campo, F.F., Fenoll, C. (1993). Plant Responses to Parasitic Nematodes: Interaction between Tomato and Root-Knot Nematodes. In: Fritig, B., Legrand, M. (eds) *Mechanisms of Plant Defense Responses*. *Developments in Plant Pathology*, vol 2. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-1737-1_112
- Seid, A., Fininsa, C., Mekete, T. M., Janssen, T., Decraemer, W., & Wesemael, W. M. (2019). Biodiversity of *Meloidogyne* spp. from major tomato growing areas of Ethiopia. *European Journal of Plant Pathology*, 154(3), 513-528. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01674-6>
- Spencer, K.A., 1990. Host Specialization in the World Agromyzidae (Diptera). *Series Entomologica* (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht), 45: 444 pp.

- Tomatoes Global Market Report 2024, (2024), Research and Markets, Rapor no: 5807115 (https://www.researchandmarkets.com/report/tomato?srsId=AfmBOophIZPff8zNfKRYgi0lim242QSnQg2lwDF19_a97PNYQk5JwH0W).
- Topuz, E., 2011. Domates güvesi Tuta absoluta. (Web sayfası: <http://www.sarivelilertarim.gov.tr/upload/dosyalar/>) (Erişim tarihi: 08.09.2025).
- TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu, (<https://www.tuik.gov.tr>)
- Ulusoy, M. R. 2001. Türkiye Beyazsinek Faunası. Baki Kitapevi, 88 s.
- Van Lenteren J. C., Li Zhao Hua, J. W. Kamerman and Xu Rumei. 1995. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hym., Aphelinidae) and 137 *Trialeurodes vaporariorum* (Horn., Aleyrodidae) XXVI. Leaf hairs reduce the capacity of *Encarsia* to control greenhouse whitefly on cucumber *Journal of Applied Entomology*, 119, 553-559.
- Van Lenteren JC, Woets JV (1988) Biological and integrated pest control in greenhouses. *Annual Review of Entomology* 33(1): 239-269.
- Völkl, W., Mackauer, M., Pell, J. and Brodeur, J. 2007. Predators, parasitoids and pathogens. Pages 187-233 in H. van Emden and R. Harrington, eds. *Aphids as crop pests*. CAB International, Oxford, UK.
- Yaşarakıncı, N. 1996. İzmir ilinde Örtüaltında Yetiştirilen Domateslerde Bulunan Ana Zararlıların (*Trialeurodes vaporariorum* (Westw.), *Bemisia tabacci* Gern ve *Liriomyza* spp. Popülasyon Gelişimi Üzerinde Araştırmalar Türkiye III: Entomoloji Kongresi Bildirleri. P. Hıncal. Ankara Üniversitesi Basımevi 1997.
- Youssef Banora, M. (2024). Impacting of Root-Knot Nematodes on Tomato: Current Status and Potential Horizons for Its Managing. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.112868
- Yüksel, D., & Bozbuğa, R. (2025). Plant Resistance Genes Against Nematodes: Mechanisms and Genetic Resources in Crop Protection. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 40, 102962. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2025.102962>
- Zouba, A., Mahjoubi, K. 2010. Biological Control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) with Release of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Tomato Greenhouse in Tunisia. *The Afr. J. Plant Sci. Biotechnol.*, 4 (2) : 85-87.

KUZEY KIBRIS'TA KÜLTÜR BİTKİLERİNDE ZARARLI DIPTERA (INSECTA) TÜRLERİ

Menekşe AYDOĞDU¹
Celalettin GÖZÜAÇIK²

Giriş

Diptera takımı hem karasal hem de sucul habitatlarda yaşayabilen iki kanatlı, tam başkalaşım (yumurta, larva, pupa ve ergin) geçiren böceklerdir. Bu takım, 172 ila 179 familya ve yaklaşık 152.000-160.000 tanımlanmış tür sayısı ile en zengin takımlardan biridir (Evenhuis ve ark., 2007; Adler ve Footpit, 2009; Marshall, 2012). Bu takım bireyleri tarımsal üretimde verim ve kalite kayıpları ile hayvan ve insan sağlığında olumsuz etkiler oluştururken, aynı zamanda, leşçil, yırtıcı, parazitoit, tozlayıcı ve diğer predatörler için besin olarak ekosisteme katkı sağlarlar (Colless ve McAlpine, 1991; Courtney ve ark., 2009).

Kıbrıs adasında 63 Diptera takımından 891 tür tespit edilmiştir (Anonim, 2025). Bu türlerden bitkilerde zarar oluşturan Nematocera alttakımından Cecidomyiidae (7 tür) ve Brachycera alttakımından Agromyzidae (2 tür), Anthomyiidae (3 tür), Chloropidae (1 tür), Drosophilidae (3 tür), Opomyzidae (1 tür) ve Tephritidae (3 tür) familyalarından 96 tür kayıtlıdır (Anonim, 2025). Kuzey Kıbrıs'ta bu türler içerisinde kültür bitkilerinde 18 tür dikkat çekmektedir. Bu türlerle ilgili bilgiler bu çalışmayla açıklanmıştır.

Kültür Bitlerinde Zararlı Diptera Türleri

Takım: Diptera Linnaeus, 1758

Altakım: Nematocera Dumeril, 1805

Familya: Cecidomyiidae Newman, 1835

Cecidomyiidae familyası Palaearktik bölge için toplamda 344 cins ve 3.113 tür, Avrupa için ise 270 cins ve yaklaşık 1.800 tür tanımlanmıştır (Skuhrová, 2006). Bu familya türleri genellikle 0.5-3 mm uzunluğunda, uzun antenleri, az damarlanmış kanatları ve uzun bacakları vardır. Larvaları fitofag, zoofag, misetofag veya saprofagdır. Fitofag türlerin larvaları konukçu bitkilerin çeşitli organlarında gal oluşturduğu için bunlara genellikle "Gal sinekleri" adı verilir. Gal oluşturmayan türler ise bitkilerin çiçekleri içinde serbest olarak yaşar (Skuhrová ve ark., 1984a; 1984b; Skuhrová, 1997). Cecidomyiidae familyası içerisinde kültür bitkilerinde birçok zararlı tür 12 zararlı tür kayıt edilmişti (Georghiou, 1977; Karanfiloglu ve ark., 2025). Kuzey Kıbrıs tarım alanlarında ekonomik öneme sahip türler aşağıda sıralanmıştır.

Zeytin kabuk sineği (*Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1887))

Zeytin fidanlıkları ve üretici bahçelerinde zarara neden olan *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1887) (Diptera: Cecidomyiidae), Fas, Fransa, Filistin, Hırvatistan, İtalya, İsrail, İspanya, Malta, Suriye, Türkiye, Yunanistan ve Avusturya gibi zeytin yetiştirilen Akdeniz ülkelerinde varlığı bilinmesine rağmen (Argyriou ve Marakis, 1974; Brogi ve Galligani, 1987; Rumbos, 1988; Skuhrová ve Skuhrová, 1997; Alvarado ve ark., 2006; Haber ve Mifsud, 2007; Kaçar, 2018), Kıbrıs'ta ilk kez 2025 yılında kaydedilmiştir (Karanfiloglu ve ark., 2025). Zeytin kabuk sineği (*Reseliella oleisuga*), zeytin zararlılarının sekonder grubunda yer alan, potansiyeli yüksek bir zararlıdır (Skuhrova ve ark., 2005; Bagnoli ve ark., 2007). *Resseliella oleisuga* erginleri 3-4 mm boyunda, abdomen segmentleri turuncu renkli, erkek bireyler dişi bireylerden daha büyük yapıda, kanat yapıları şeffaf siyah dumanlı

¹ KKTC Tarım Dairesi, Bitki Sağlığı Şubesi, Lefkoşa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, menekse-coker@hotmail.com

² Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye, cgozuacik46@gmail.com

görünümde, erkek bireyde anten daha uzun ve tibia siyah renktedir. Yumurtalar 0.25-0.30 mm uzunluğunda oval yapılı ve şeffaf görünümde olup, larva yumurtadan çıktığında şeffaf ve beyaz renktedir, son aşamalarda turuncu renge dönüşmektedir. Olgun larva boyu yaklaşık 3 mm, pupaları ise 1.5-2.2 mm uzunluğunda ve koyu sarı veya turuncu renktedir (Anonim, 2018). Ergin bireyler şubat ayının 3. haftasında uçmaya başlar ve 2-3 gün yaşarlar. Çiftleşmiş dişiler kabukta oluşan çatlak ve yaralara 10-30'luk gruplar halinde yaklaşık 100 yumurta bırakabilirler. Larvalar 3-4 gün sonra yumurtalardan çıkmaya başlarlar. Larvalar yumurtaların bırakıldığı kabuğun altındaki sıralar halinde birlikte beslenerek yaşamlarını sürdürürler. Kıbrıs koşullarında kışı larva döneminde geçirmekte ve yılda 3 nesil verebilirken (Karanfiloğlu ve ark., 2025), uygun iklim koşullarında farklı bölgelerde nesil sayısı 4'e çıkabilmektedir (Bagnoli ve ark., 2007). *Resseliella oleisuga* larvaları zeytin ağaçlarının dal ve gövdelerinin kabukları altında gelişerek sürgünlerin kurummasına neden olur. (Barnes, 1948; Argyriou ve Marakis, 1974; Skuhrová ve Skuhrový, 1997; Skuhrová ve ark., 2005; Karanfiloğlu ve ark., 2025). *Resseliella oleisuga* zeytindeki zararı yanında Akçekesme (*Phillyrea* spp.) ile Dişbudak (*Fraxinus* spp.) türlerinde de gelişim göstermektedir (Tremblay, 1994).

İtalya'da yapılan çalışmada *R. oleisuga*'nın predatörü *Pyemotes ventricosus* (Newport) (Acari: Pyemotidae), Hymenoptera'dan ektoparazit *Eupelmus* sp. (Chalcidoidea: Eupelmidae) ve endoparazitler *Platygaster* sp. ve *Leptacis* sp. (Proctotrupoidea: Platygasteridae) ise doğal düşmanları belirtilmiştir (Bagnoli ve ark., 2007).

Bu zararlıyla mücadelede, bulaşık dallar kesilip yakılmalı, toprak işlemesi yapılmalı, dallardaki yaralar tedavi edilip kapatılmalı, sera gibi sınırlı alanlarda ise ilkbaharda ergin uçuşunu takip ederek kimyasal mücadele yapılmalıdır.

Zeytin kızılkurdu (*Lasioptera berlesiana* Paoli 1907)

Lasioptera berlesiana 'nın erginleri küçük, narin, tüylü ve bacakları uzun böceklerdir. Erginlerin vücut rengi kızılımsı olup, thoraxın dorsal kısmı ve abdomenin dorsal plakaları ile antenleri ise siyah renktedir. Gözler parlak siyah renkli ve noktalıdır. Ağız parçaları şeffaf sarı renkte olup, palpi 4 segmentlidir. Halterler iyi gelişmiş ve kıllı bir yapıya sahiptir. Abdomen 8 segmentten oluşmaktadır. Dişi bireyin vücudu 1.14- 1.16 mm, abdomenleri daha iri, vücutları geriye doğru gittikçe incilir ve ovipozitörle son bulmaktadır. Erkek bireyler ise, 1.04- 1.06 mm vücut uzunluğu sahip, abdomenleri daha dar olup, geriye doğru gittikçe incilir ve clesper denilen eşey organ ile sonlanır. Yumurtaları oval görünüşte, beyaz mat renkte olup boyu 0.33-0.35 mm ve eni 0.18- 0.16 mm'dir. Larvalar yumurtadan çıktığında saydam beyaz renkte ve lateral kısımları ise beyaz noktalıdır. Larvalar olgunlaştıkça kırmızımsı portakal rengini almaktadır. Larvanın aldığı bu renkten dolayı "Kızıl курт" denilmektedir. Larvaların en karakteristik organı prothorax'ın ventral tarafında bulunan sternal spatula'dır, pupalar oval bir şekilde, ipeksi yapıda, önceleri beyaz daha sonra kahverengi rengine dönüşen bir kokon örmektedir. Pupa kokon içerisinde serbest haldedir (Hepdurgun ve Önder, 2000).

Lasioptera berlesiana kışı toprakta kokon içerisinde olgun larva, ilkbaharı pupa dönemine geçirir. Dişi bireyler yumurtalarını genel olarak Zeytin sineğinin yumurta bıraktığı deliğe, 1-3 adet yumurta bıraktığını (Avidov ve Harpaz, 1969), nadir olarak da Zeytin sineğinin zeytin tanesinde oluşturduğu çıkış deliğine (Hepdurgun ve Önder, 1999) ve çok nadir olarak *Rhynchites cribripennis* Desbr. (Col.: Attelabidae) tarafından açılan deliklere yumurta bırakmaktadır (Tominic, 1966). Yumurtadan çıkan larvalar gelişimlerini yazın 9, sonbaharda ise 13 günde tamamlar (Silvestri, 1945; Avidov ve Harpaz, 1969). Yıllara göre değişmekle birlikte yılda 3-4 nesil oluşturlar (Hepdurgun ve Önder, 1999).

Lasioptera berlesiana ile bulaşık olan zeytin taneleri erken dökülmektedir. Dolayısı ile zeytin salamuralık ve yağlık özelliğini yitirmektedir (Hepdurgun ve Önder, 1999). Zararlı ile mücadelede diğer zararlılara karşı yapılan mücadele etkili olmaktadır. Ayrıca, pupaların yok edilmesi için kış aylarında toprağın sürülmesi gerekmektedir.

Bağ yaprak galsineği (*Janetiella oenophila* (Haimhoffen, 1875))

Kıbrıs'ta *Janetiella* cinsine bağlı *J. oenophila* ve *J. siskiyoi* Felt, türleri kaydedilmiştir. Bu türlerden *J. oenophila* bağ yaprak gal sineği olarak adlandırılmaktadır. Bu türün ergin bireyleri küçük yapıda ve uzun bacaklara sahiptir. Dişi bireyler erkek bireylere göre daha büyük olup, abdomenleri iri ve ovipozitör ile sonlanmaktadır. Erkek bireyler dişi bireylere göre daha kıllı bir vücut yapısına sahiptir ve kısaç şekline benzer clesper denilen eşeysel organ ile vücudu sonlanmaktadır. Dişi bireyin vücut uzunluğu 1.8 mm, erkek bireyin ise 1.4 mm'dir. Yumurtalar şeffaf sarı renkte, iğ şekilli ve 0.26 – 0.08 boyutlarındadır. Larvalar bacaksız ve iğ şekillidir. Larvaların karakteristik organı prothoraxın ventralinde bulunan spatulasıdır. Olgun larva 2.5- 0.9 mm boyutlarındadır. Pupa oval yapıda ve ipeksi bir kokon içerisindedir. Kokon 1.9 – 1.2 mm boyutlarındayken içindeki pupa ise 1.6– 0.8 mm'dir (Anonim, 2016).

Bağ yaprak galsineği, sıcaklığın 18- 20 °C ve nemin %60 olduğu şartlarda yaklaşık 20-22 gün içerisinde yumurta, larva ve ergin olarak bir neslini tamamlamakta ve yılda 3 nesil verdiği bilinmektedir (Anonim, 2016). Dişiler ovipozitörlerini yaprak, çiçek salkımı, taze sap, sülük ve sürgünlere batırmak suretiyle yumurtalarını epidermisin altına tek tek bırakır. Bu yumurtalardan çıkan larvalar bitki öz suyu ile beslenerek galler meydana getirir. Bu galler üzüm tanelerinin ve salkımların küçük kalmasına neden olmaktadır. Asma yaprağında ise oluşan galler zaman içerisinde kurumaya sebep olup dökülmesi ile sonuçlanmaktadır (Anonim, 2016). Galler içerisinde gelişmelerini tamamlayan larvalar kendilerini yere atar ve toprağın yaklaşık 5 cm derinliğinde beyaz bir kokon içerisinde pupa olur.

Bu zararlı ile mücadelede toprak işlemesi önemlidir. Larvalar galleri terk etmeden yani galler henüz kızarmadan önce bu yaprakların toplanıp imha edilmesi gerekir. Ayrıca, başlangıç popülasyonunun zararını hafif atlatmak için erken budamadan kaçınılmalıdır. Çiçek tomurcuklarında veya yapraklarda ilk gal görülür görülmez özellikle birinci nesile karşı kimyasal mücadele tavsiye edilebilir (Anonim, 2016).

Zeytin yaprak siğili (*Dasineura oleae* (Angelini, 1831))

Dasineura oleae, Akdeniz Bölgesi zeytinliklerinde var olduğu uzun yıllardan beri bilinen bir zeytin zararlısıdır (Gerson ve Harpaz, 1968; Al Tamimi, 1997; Skuhrava ve Skuhravy, 1997; Darvas ve ark., 2000; Simoglou ve ark., 2012; Perdakis ve ark., 2015). Hatay'da zeytin alanlarında iki farklı gal sineği, *D. oleae* ve *Lasioptera oleicola* Skuhravá, 2011 belirlenmiştir (Doğanlar ve ark., 2011). Bunlardan *D. oleae* zeytin meyvesi üretiminde doğrudan herhangi bir zarara neden olmadığından zeytinin sekonder bir zararlısı olarak kabul edilir, ancak son zamanlarda Akdeniz Havzasında ciddi salgınlar yaptığı kaydedilmiştir (Caselli ve ark., 2021). Bu zararlı Kıbrıs'ta çok eskiden beri bilinmektedir (Georghiou, 1977).

Dasineura oleae ergin bireyleri mart ayı başından mayıs ayı başlarına kadar doğada görülürler ve genç zeytin sürgünlerinde bulunan yaprak epidermisinin altına yumurta bırakırlar (Sakin, 2023). İlk dönem larvalar zeytin yaprakları ile beslenerek dokuların uyarılması ile şişkinlik ve anormalliklere neden olurlar (Doğanlar ve ark., 2011; Batta, 2019). Yapraklarda oluşan gal sebebi ile fotosentez ve stoma iletkenliğinin önemli ölçüde azaldığını azalır, devamında meyvedeki kalite ve miktar düşer (González ve ark., 2005; Huang ve ark., 2014; Caselli ve ark. 2021). *Dasineura oleae* erginleri yılda bir fakat uygun iklim koşullarında yılda iki nesil verir (Darvas ve ark., 2000; Doğanlar ve ark., 2011; Batta, 2019).

Hatay'da *D. oleae* gallerinden *Quadrastichus dasineurae* n. sp. (Hymenoptera: Eulophidae) (Doğanlar ve ark., 2009) paraziti tanımlanırken, Edremit Körfezi zeytinliklerinde *Aprostocetus arenarius* (Erdös, 1954), *A. flavifrons* (Walker, 1849), *A. humilis* (Graham, 1961), *A. ligus* (Walker, 1839), *Zeytinus balikesirensis* (Doğanlar ve Sakin, 2020), *Z. edremitensis* (Doğanlar ve Sakin, 2020), *Z. marmarae* (Doğanlar ve Sakin, 2020), *Platygaster oleae* (Szelenyi, 1940), *Mesopolobus mediterraneus* (Mayr, 1903) ve *Torymus phillyrae* (Ruschka, 1921) türleri belirlenmiştir (Vatansever Sakin, 2023). *Dasineura oleae*'nin parazitoitleri ile ilgili Orta Doğu'da yapılan çalışmalarda ise; Filistin'deki zeytinliklerde *D. oleae*'nin iki yerli parazitoiti; *P. oleae* ve *Z. hatayensis* (Batta & Doğanlar,

2020); Suriye'nin Sahil Bölgesi'nde ektoparazitoit *Eupelmus urozonus* Dalm (Hymenoptera: Eupelmidae) ve *Z. hatayensis* ile endoparazitoit *Platygaster demades* Walker, 1835 (Hymenoptera: Platygastridae)'in varlığı bildirilmiştir (Ramadhane ve ark., 2017). Ürdün'de ise *P. oleae* ve *Aprostocetus* sp. ile birlikte tanısı yapılamamış iki parazitoit türünün daha *D. oleae*'yi parazitlediği belirlenmiştir (Al-Tamimi, 1997). İtalya'da yapılan çalışmalarda ise *D. oleae*'yi parazitleyen *P. demades*, *P. oleae*, *M. mediterraneus* ve *M. aspilus* (Walker 1835) belirlenmiştir (Tondini ve Petacchi, 2019; Magagnoli ve ark., 2022; Picchi ve ark., 2022). Kuzey Kıbrıs'ta *D. oleae*'nin doğal düşmanlarının varlığı henüz bilinmemektedir.

Biber gal sineği (Asphondylia capsici Barnes, 1932)

Biber gal sineği, Kıbrıs Adası'nda biberde Morris tarafından tespit edilip, 1932 yılında ise tanımı yapılmıştır (Georghiou, 1977). Erginleri 2-2.5 mm boyda olup koyu gri bir vücuda ve açık gümüş kanat rengine sahiptirler (Alkan, 1958; Busniah, 2014). Zararlıının anten yapısının 11 segmentli iplik yapıda, kanat vücut uzunluğu ile benzer ve bacakları oldukça uzun, yumurta 0.5 mm uzunluğunda, elips şekilli ve beyaz renkte, larva beyaz ve bacaksız, pupanın 2-2.5 mm boyutunda, kahverengi bir renkte, baş kısımlarında bulunan 2 adet sivri şekilde uzantılar bulunur (Kıray, 1965).

Biber gal sineği dişi bireyleri yumurtasını çiçeğin tomurcuk kısmına bırakırlar (Kıray, 1965). Yumurtadan çıkan larvalar 7-10 gün arasında çiçek ve meyvede şişlikler oluşturur (Orphanides, 1975). Busniah (2014), zararlı larvasının bütün safhalarını biber bitkisinde geçirdiği, yumurta oluşumundan ergin sürecine kadar geçen sürenin 22 gün olduğu, erkek bireyin 32 saat, dişi bireylerin ise 35 ömrü olduğunu ve dişilerin ömrü boyunca 124 adet yumurta bıraktığını belirtmiştir.

Asphondylia capsici, biber bitkilerinde önemli ölçüde çiçek sayısının azalmasına, verimde düşüşe, meyvedeki boyutsuz şekle ve tohum oluşumunu engellenmesine neden olmaktadır (Rangarajan ve Mahadevan, 1974).

Zararlıının parazitoitleri olarak *Eurytoma dentata* Mayr, 1878 (Hymenoptera: Eurytomidae), *Pseudocatoloccus nitescens* Walker, 1834 (Hymenoptera: Pteromalidae) ve *Eupelmus urozonus* Dalman (Hymenoptera: Eupelmidae) türleri tespit edilmiştir (Sertkaya ve ark., 2006).

Buğday gal sineği (Mayetiola destructor (Say, 1817))

Kuzey Kıbrıs'ta Hesse sineği olarak bilinen *Mayetiola destructor*, Ada'da 1929 yılından beri bilinen bir hububat zararlısıdır (Georghiou, 1977). Günümüzde tahıl yetiştiriciliği yapılan alanlarda ana zararlı durumundadır (Konuksal ve ark., 2016). Erginler yaklaşık 3 mm uzunluğunda, kahverengi veya siyahtır. Yumurtalar oval, kırmızımsı turuncu veya krem renğinde, 0.5 mm uzunluğundadır. Üç larva dönemi vardır. Birinci dönem larvaları bacaksız, iğ şeklinde, sarımsı beyazdan açık yeşile kadar değişen renkte ve 0.6-1.7 mm, İkinci ve üçüncü dönem larvaları sırasıyla 1.7-4.0 mm uzunluğundadır (Gagné ve Hatchett, 1989).

Dişiler eliptik şekilli ve turuncu renkli 250-300 adet yumurta bırakabilir. Yumurtalarını aralık ayı başlarında bitkilerin 1-4 yapraklı olduğu dönemde yaprağın genellikle üst yüzeyine bırakır. Yumurtadan çıkan larvalar bitkinin kök kısmına inerek beslenmelerini burada gerçekleştirirler. Beslenme sonucu kök şişer ve 3 larva dönemi geçirdikten sonra pupa dönemine geçerler. *Mayetiola destructor* Kuzey Kıbrıs şartlarında yılda 2-4 nesil vermektedir. Birinci nesil hububatın çıkışından sonra (kardeşlenme dönemi öncesinde) aralık ayında, dişiler yumurtasını bıraktıktan sonra ölmektedir. 2. nesil erginler ocak ayı başından şubat ayı ortasına kadar olan dönemde görülürler ve bu dönem içinde gelişen bitkilere yumurtalarını bırakırlar. Üçüncü nesil erginlerini ise bitkinin fenolojisi ve iklim koşullarına bağlı olarak mart ayının başında görmek mümkündür. Nisan ayının başından aralık ayının ortasına kadar olan 8-9 aylık süreçte tarlada kalan anızda pupa döneminde yaz sürecini (estivasyon) geçirirler (Gözüaçık ve ark., 2025).

Mayetiola destructor, Kuzey Kıbrıs'ta arpa tarlalarında hektar başına yaklaşık olarak %37.1 (43.5 kg ha⁻¹) verim kaybına neden olmaktadır (Konuksal ve ark., 2021). *Mayetiola destructor* diğer tahıl konukçularında ise: tritikalede (*Triticosecale* Witmack) %32-42 (Krasteva ve ark., 2013), ekmeklik

buğdayda (*Triticum aestivum* subsp *aestivum* L.) %42 ve makarnalık buğdayda (*Triticum turgidum* subsp *durum* L.) %32 (Lhaloui ve ark., 1992) arasında değişen zarar oranlarına neden olmaktadır. Hububattaki esas zarar 1. dönem larvaları ile olmaktadır. Bitkinin sapa kalkma dönemi öncesindeki zararı çok önemlidir. Larvalar beslenmekte olduğu bitkilerin kök bölgesindeki iletim demetlerini tıkayarak sekonder patojenlerin gelişmesine olanak sağlar. Bu durum neticesinde bitkiler bodur, başaklar ise küçük ve dane tam gelişmemektedir (Gözüaçık ve ark., 2024).

Kuzey Kıbrıs'ta *M. destructor*'un pupa parazitoitleri olarak *Arthrolytus maculipennis* (Walk.), *Meraporus graminicola* Walker (Pteromalidae) ve *Eupelmus microzonus* Folster (Eupelmidae) tespit edilmiştir (Gözüaçık ve ark., 2024). Buğday gal sineğine konukçuluk eden bitkiler haricinde rotasyon yapılarak ekim yapılması, anızın topraktan uzaklaştırılması, sonbaharda ekim öncesinde toprağın derin sürülmesi gerekmektedir (AgroAtlas, 2025). Dayanıklı buğday çeşidi kullanmak zararlıya karşı önemli bir tedbirdir (Berzonsky et al., 2003). Zararlıya karşı bir bütün olarak geç ekim yapılması, kendi kendine yetişen buğdayın yok edilmesi, toprağın iyi işlenmesi ve buğday zararlıları ile bir bütün olarak mücadele önemlidir (Kimura ve ark., 2017; McCornack ve ark., 2017).

Alt takım: Brachycera Macquart, 1834

Familiya: Agromyzidae Fallén, 1823

Agromyzidae (Yaprak galeri sinekleri) dünya çapında 27 cinse ait 2790'dan fazla türe sahip en büyük sinek familyalardan biridir (Spencer, 1989; Sasakawa, 2005; Černý, 2007a,b; Çıkman ve Sasakawa, 2011). Bu familyadan Palearktik bölgede yaklaşık 1171 tür tanımlanmıştır (Scheirs et al., 1999; Pakalniskis, 2000; Černý, 2005; Çıkman ve Sasakawa, 2011). Bu familyanın erginlerinin kanat uzunluğu genellikle 2 ila 3 mm arasındadır. Agromyzidler tipik olarak fitofagdır ve larvaları canlı bitkilerin dokularında yaşar. Tüm agromyzid türlerinin larvaları, familyaya özgü bir morfolojiye sahip, larvaları yaprak parankiması içinde beslenir ve yaprak alanı ve klorofil içeriğinin kaybına neden olabilir (Yıldırım ve ark., 2010). Bazı türler gövde kurdudur veya köklerde, tohumlarda veya gallerde gelişir. Bir cins yalnızca genç ve yaşlı ağaçların kambiyumunda gelişir. Agromyzidae, özellikle seralardaki sebze ve süs bitkilerinde zararlı statüleri nedeniyle en önemli sinek familyalarından biridir.

***Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926)**

Liriomyza huidobrensis erginleri 1.3-2.3 mm boyunda, siyah ve grimsi renktedir. Larvaların boyu 2.5-3 mm olup ilk dönemlerinde soluk sarı, kremi renklerde olgunlaştıkça sarı veya portakal sarısı rengini almaktadırlar. Pupalarda oval yapıda olup, 2 mm boyunda ilk oluştukları süreçte sarı ilerleyem dönemlerinde ise kırmızımsı kahrrengi rengini alırlar (Yabaş ve ark., 1995). Dişi bireyler ovipozitörü ile deldiği yapraklardaki oluşan yara açıklığından hem dişi hem de erkek bireyler beslenirler (Yabaş ve ark., 1995). Dişi bireyin bıraktığı yumurta sayısı konukçu bitki ve sıcaklık ile değişmektedir. Açılan bir adet yapraktaki beslenme deliği sayısı 277.2'dir. *Liriomyza huidobrensis*'in 15-22°C'de bırakmış olduğu yumurta sayısını ortalama 130.58, günlük beslenme deliği sayısını ise 277.79 adettir (Prendo ve Da, 1986). Yumurtalar 2-5 gün içerisinde sıcaklıkla ilgili olarak açılmaktadır. Larva gelişimini 24°C'de 4.7 günde tamamlar. Sıcaklığın 40°C üzerinde olması zararlının popülasyonunu düşürmektedir. *Liriomyza huidobrensis* toprakta, yaprak içinde ve yaprak altında pupa olmaktadır. Erginlerin çıkışı sıcaklık ile bağlantılı olarak yaklaşık 7-14 günde olmaktadır. Dişi bireyler 7-18 gün yaşarken, erkek bireyler 4 gün yaşamaktadır (Prendo ve Da, 1986).

Liriomyza huidobrensis bitkide ergin ve larva dönemlerinde zarar yapmaktadır. *Liriomyza huidobrensis*'in larvaları yaprakların alt yüzeylerinde beslenirler. Beslenme sırasında açtıkları galeriler ile bitkinin fotosentez kabiliyeti, klorofil bulunduran hücrelerin zarar görmesinden dolayı azalmaktadır. Bulaşık yapraklar bitkiden koparak dökülür (Yabaş ve ark., 1995). Spencer (1973), yaprak galeri sineklerinin önemli bir zararlı olduğunu, birçok bitkide yüksek oranda zarar verdiğini belirtmiş olup; Arjantin'de bakla bitkisinde ağır kayıplar oluşturduğunu, Toanman (1953)'e atfen çok sayıda bitkinin öldüğünü, , bir yaprakta 5-13 larva sayıldığını; Venezuela da sarmısaklarda önemli ölçüde zarar verdiğini, zarar derecesinin yıllara göre değiştiğini; Kaliforniya'da özellikle 1940 yıllarında ciddi

zararlar meydana getirdiğini, yaklaşık 43 dekar ıspanak tarlasının tamamen tahrip olduğunu, zaman zaman bitki gelişmesinde % 50'ye varan azalmalar olduğunu vurgulamaktadır.

Bu tür Alstroemeriaceae, Asteraceae, Liliaceae, Rosaceae, Brassicaceae gibi 49 bitki familyasına ait 365 konukçu bitki türü ile beslenmektedir (Weintraub ve ark., 2017).

Arcede Hamity ve Neder de Roman (1984), yaptıkları çalışmada parazitoit olarak *Diglyphus* sp., *Chrysocharis phytomyzae* (Hym: Eulophidae)'yi tespit etmişlerdir. Spencer (1973) ise, *Opius* sp., *Chrysocharis ainsliei* Crawford, *C. parksi* Crawford olduğunu bildirmiştir. Kuzey Kıbrıs'ta *L. huidobrensis*'in doğal düşmanlarının varlığı henüz bilinmemektedir.

Yaprak galeri sineği ile mücadelede karantina tedbirleri mücadelede ilk dikkat edilmesi gereken durumdur. *Liriomyza* türlerinin 0°C'de yumurtalarının bir hafta içerisinde ölmelerinden dolayı çiçek fideleri veya çiçekleri soğukta depolama önermiştir. Ayrıca, sarı yapışkan tuzaklarında popülasyonu düşürebileceği belirtilmiştir (Ramon, 1984; Parella ve Robb, 1982).

Yaprak galeri sineği (*Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880))

Liriomyza trifolii son yıllarda örtü altı yetiştiriciliğinde, sebze ve süs bitkilerinin önemli zararlılarından olmuştur (Bulut ve Göçmen, 2000). Zararının dişileri yumurtalarını yaprak altına bırakır. Yumurta sayısı konukçu bitkiye ve sıcaklığa göre değişmektedir. *Liriomyza trifolii* dişisi kereviz bitkisine 15°C'de 25 adet yumurta koyarken, 30 °C'de 400 adet yumurta bırakır (Poe, 1981). Yumurtalar sıcaklığa bağlı olarak 2-5 günde açılır. Larvaların gelişim süresi sıcaklık ve konukçu bitkisine göre değişmekle beraber, genel olarak 24°C üzerindeki sıcaklıklarda 4-7 gündür (Harris ve Tate, 1933). *Liriomyza* türlerinde ergin çıkışı, pupa oluşumundan 7-14 gün sonrasında meydana gelmektedir (Leibee, 1982).

Ergin dişiler beslenmek ve yumurta bırakmak için yapraklarda delik açar dolayısı ile benekli bir görünüm oluşur (Parella ve ark., 1985). En büyük zarar larvaların yaprakları delmesiyle oluşan mezofilin zarar görmesidir. Fazlaca deliklerin oluşması yaprakların dökülmesine, bitkideki meyvelerin gölge eksikliğine ve güneşten yanmasına neden olmaktadır. Yaprakların yara alması bakteriyel ve fungal etmenlerin bitkiye girişine imkan tanımaktadır (Capinera, 2017).

Liriomyza trifolii kavun, salatalık, kabak, fasulye, bezelye, soğan, biber, domates, patlıcan, patates, kereviz, marul ve havuç gibi sebzeler ile krizantem, gerbera, kadife çiçeği gibi süs bitkileri dâhil olmak üzere 10 familyadan 47 bitki cinsinde beslenir (Smith ve ark., 1997).

Türkiye'de Antalya ilinde 2002 ve 2003 yıllarında domates ve fasulye seralarında yapılan çalışmalarda *Diglyphus isaea* Walker, *D. crassinervis* Erd. (Hymenoptera: Braconidae) ve *Neochrysocharis formosa* (Westw.) (Hymenoptera: Eulophidae) doğal düşmanları belirlenmiştir (Keçeci ve ark., 2008). Kuzey Kıbrıs'ta *L. trifolii*'nin doğal düşmanlarının varlığı henüz bilinmemektedir.

Yaprak galeri sineklerinin mücadelesinde, vücutlarının küçük yapıda olması, yaşam döngülerinin kısa, yumurtlama hızının yüksek, gelişmelerinin hızlı bir süreçte olması ve insektisitlere karşı dirençlerinin yüksek olması nedeniyle zordur (Pawar ve Patil, 2013).

Familiya: Anthomyiidae Robineau-Desvoidy, 1830

Anthomyiidae familyası, dünya çapında dağılmış 2000'den fazla tür ve 53 cinse sahiptir (Pape ve ark., 2011). Bu familyanın üyeleri, parazitizmden, kleptoparazitizme, saprofajiden yırtıcılığa kadar geniş bir beslenme habitatı yelpazesine sahiptir. Kıbrıs'ta yaklaşık 24 tür tespit edilmiştir (Georghiou, 1977).

Sebze tohum sineği (*Delia platura* (Meigen, 1826))

Erginleri, dorsalinde üç şerit bulunan, ev sineklerine benzeyen kahverengi-gri renktedir. Bir ev sineğinin yarısı kadardır ve yaklaşık 3/16-1/4 (4,8-6,4 mm) uzunluğundadır (Gesell, 2000). Dinlenme halindeyken kanatlar karın üzerinde çapraz tutulur. Yetişkin tohum sineklerinin bolluğu

coğrafi ve mevsimsel olarak değişir (Funderburk ve ark., 1984). *Delia platura* yılda beş ve üzerinde nesil verebilmektedir (Harukawa ve ark. 1932; Miles 1948; Higley ve Pedigo 1984; Gesell, 2000), ancak İspanya’da üç nesil verdiği tespit edilmiştir (Garcia ve ark., 1989). *Delia platura*’nın yaşam döngüsünü tamamlayabilmesi için en az 24-25 gün boyunca 23°C gerekmektedir (Strong ve Apple, 1958). *D. platura* yumurtası 0.16 cm uzunluğunda olup genellikle bitkinin sap kısmının yakınlarına ve toprak üzerine bulunur. Larvalar 5.0-6.3 mm uzunluğunda 2 siyah kanca şeklinde ağıza ve sivri şeklindeki bir baş yapısına sahiptir. Pupalr 4.8-6.4 mm uzunluğunda fii şeklinde ve koyu kahverengi-siyah renktedir. Pupa dönemi yaklaşık 10 gün sürmektedir (Gesell, 2000). Ergin dişiler pupadan çıktıktan sonra 2-3 gün içerisinde yumurta bırakmaya başlar ve yaklaşık 270 adet yumurta bırakır. Yumurtalarını çürümüş organik madde içerisine veya nemli toprağı bırakır (Bennett ve ark., 2011). Yumurtalar 10°C gibi düşük bir sıcaklıkta 2-4 gün içerisinde açılır. Dişii bireyler yumurtaları besin kaynağının yakınlarına bırakır (Eckenrode ve ark., 1975). *Delia platura*’nın larva dönemi ortalama 21 gün sürer (Bessin, 2004), bu dönem 11°C- 33°C aralığındadır. Gelişme sürecinin tamamını toprakta, tohum içinde veya tohum içerisindeki kotiledonlardan besin sağlayarak geçirirler (Bennett ve ark., 2011). Ergin bireylerin sayısının çokluğu coğrafyaya ve mevsime göre değişmektedir (Funderburk ve ark., 1984). Kuzey bölgelerde ergin bireylerin sayısı ilkbahar mevsiminde fazladır (2 ya da 3 döl) fakat yaz mevsiminin başlaması ile bu sayı azalır (Eckenrode ve ark. 1973; Hagel ve ark. 1981; Sanborn, 1981). 30°C’yi aşan sıcaklarda ergin bireylerin öldüğü bildirilmiştir (Harukawa ve ark., 1932).

Tohum sineğı, yeni ekilmiş tohumlara tohum içeriğı ile beslenerek zarar verdiğini, boşalan tohumlardan geriye sadece kabuk bırakarak zarar vermektedir (Bessin, 2004) Nadiren çimlenen tohumlar ve fidelerin gövdelerinde galeri açarlar (Funderburk ve ark., 1983). Bitkilerin çıkışlarından sonraki bir hafta içerisinde bitkilerde azalma meydana gelmektedir (Gesell, 2000).

Delia platura’nın 40’dan fazla konukçusu vardır (Ristich, 1950). Çimlenme aşamasında olan soya fasülyesi ve mısırdaki önemli zarar meydana getirir (Funderburk ve ark., 1983; Bessin 2004). Fasulye (*Phaseolus* spp.), bezelye (*Pisum* spp.), hıyar (*Cucumis sativus* L.), kavun (*Cucumis melo* L.), soğan (*Allium cepa* L.), biber (*Capsicum annuum* L.), patates (*Solanum tuberosum* L.) ve diğeri sebzeler (Kessing ve Mau, 1991) dahil olmak üzere çok çeşitli bitkilere zarar verirler.

Bessin (2004), zararlının mücadelesinde geç ekim, iyi hazırlanan tohum yatağı ve zararlıya konukçuluk etmeyen bitkiler ile tarlanın çevrilmesinin önleyici tedbir olduğunu bildirmiş, Kessing ve Mau (1991) ise, iyi yanmış gübrenin ekim yapılmadan toprağı iyi karıştırılması gerektiğini bildirmiştir.

Buğday soğanı sineğı (*Delia coarctata* (Fallén, 1825))

Delia coarctata, birçok Avrupa Bölgesi’nde kışlık ekim yapılan alanlarda önemli bir zararlıdır (Young ve ark., 1996). Bu zararlı arpa, buğday, çavdar gibi tahıllarda önemli bir zararlıdır (Rogers ve ark., 2013). *Delia coarctata* Kuzey Kıbrıs arpa alanlarında tespit edilmiştir (Gözüaçık ve ark., 2024). Ergin bireyler gri renkte, arista uzun setalı olup gena yüksekliğı ise bileşik gözün yüksekliğinin yarısından azdır. Abdomen proksimal yarısında yassı, belirgin şekilde uzun ve dardır yan kenarlar ise paraleldir (Joneidi ve ark., 2017). Yumurtalar kışı toprakta geçirirler. Larvalar ocak ve şubat aylarında yumurtadan çıkarlar. Nisan ayının ortası ve mayıs ayının başlarında pupa dönemine girerler. Pupa dönemi 5-6 hafta sürer ve erginler genel olarak haziran ayının ilk haftalarında ortaya çıkarlar ve yılda 1 nesil verirler (Jones ve ark., 1990). Larvaların bitki sapı içinde beslenmesinden dolayı sap sararır ve ölür. Eğer bitki yeteri şekilde gelişim göstermemişse beslenme sonucunda fideyi öldürebilir. Beslendiğı sap tükendiğinde yeni saplara geçerek beslenmesine devam etmektedir (Gough, 1947).

Mücadelesinde tohum ilaçlama, erken ekim, derin ekimden kaçınma, dekara tohum miktarının artırılması ve üst gübrelemenin erken yapılması önemlidir.

Buğday filizi sineğı (*Phorbia fumigata* (Meigen, 1826))

Phorbia fumigata, Avrupa’nın doğu bölgelerinde önemli hububat zararlısı durumundadır (Griffiths, 1997). Kuzey Kıbrıs hububat alanlarında bilinen bir zararlıdır (Gözüaçık ve ark., 2024). Ergin bireyler 3.4-6 mm vücut uzunluğunda, kanat renkleri ise, kahverengi ya da gri renktedir (AgroAtlas, 2025). Erkek sineklerin son karın segmenti clavate şeklinde ve 5. sternitinin iç kenarı düzenli olarak

ince tüylerle kaplıdır. Dişinin thoraksında koyu renkli uzunlamasına çizgiler yoktur veya belirsizdir (Ackland, 1993). Dişiler yumurtalarını koleoptil kılıfın veya palea'nın içine bırakır. Yumurtalar 3-5 gün içinde gelişim gösterir ve oluşan larva beyaz renkte, silindirik bir yapıdadır. Larvaların beslenmesi sonucu, yaprağın önce sararmasına ve ardından yavaş yavaş kurumasına neden olur. Larva dönemi 25-30 gün sürer ve olgunlaşmış larvalar mayıs ayının sonunda, haziran ayının başında toprağa geçerek pupa halini alırlar (Agro Atlas, 2025). Buğday, çavdar, tritikale, arpa ve *Bromus* sp. bitkilerinde zarar oluşturmaktadır (Krusteva ve ark., 2011). Zararlıyla mücadelede, Sonbaharda toprağın iyi sürülmesi ve ekim öncesinde tohum ilaçlamasının yapılması (Agro Atlas, 2025).

Familiya: Chloropidae Rondani, 1856

Chloropidae familyası, 204 cins ve 2500'den fazla tanımlanmış türle Diptera takımının tür açısından en zengin familyalarından biridir (Nartshuk, 2012). Erginleri 1,5-5 mm uzunluğunda, nadiren 5 mm'den uzun, siyah, sarı veya kırmızımsı, siyah ve kırmızımsı çizgili veya çizgisiz küçük sineklerdir (Sabrosky, 1989). Karakteristik olarak, kloropidlerin ön tarafında büyük üçgen bir plaka bulunur ve bu ön üçgen açıkça çıplak ve cilalıdır (Sabrosky, 1989). Kloropid larvaları farklı habitatlarda yaşar; bazıları tahılların (Poaceae, Cyperaceae, Juncaceae) vejetatif veya generatif monokotiledon kısımlarında beslenir; larvaların bir kısmı bitkiler üzerinde gal oluşturur ve diğer türler saprofagdır ve zarar görmüş bitki gövdelerinde, meyvelerde veya gallerde gelişir (Bazyar ve ark., 2015). Chloropidae'nin bazı üyeleri predatördür; bitkilerin rizomları arasında toprakta ve kökte yaşayan yaprak bitleriyle beslenir (Nartshuk, 2012). Kloropid larvalarının bazıları sekonder zararlıdır, saprofittir ve diğer böcekler tarafından zarar gören Poaceae sürgünlerinde gelişir. Kıbrıs'ta 19 türü kaydedilmiştir (Anonim, 2025).

Arpa sineği (*Oscinella pusilla* (Meigen, 1830))

Oscinella pusilla'nın ergin bireyi 1.5-2 mm uzunluğunda ve vücut siyah, frons mat renkte, postpedicel yuvarlak, gena postpedicelden biraz daha geniş, Scutum ve scutellum siyah tozlu. pleuron çoğunlukla parlak, femur siyah, ön ve orta tibialar sarı, arka tibia sarı ancak ortada siyah bant bulunur (Nikpay ve ark., 2017).

Yumurtası 0,7 mm uzunlukta silindirik bir yapıda ve renkleri beyaz veya krem rengindedir. Larvalar 4 mm uzunlukta, silindirik bir yapıda ve açık sarı renktedir. Dişi bireyler, erkek bireylerden vücut olarak daha büyüktür (AgroAtlas, 2024).

İlk ergin bireyler bitkinin 1-3 yapraklı olduğu dönemde ortaya çıkar ve yabani bitkilerdeki polen ile beslenirler. Yumurtalama çıkıştan 9-13 gün sonrasında başlar. Erkek birey çiftleştikten sonra ölmektedir. Dişi birey yumurtalarını (1-15 yumurta) koleoptil üzerine tek veya gruplar halinde yaprak kınına bırakır. Dişi birey 25-30 adet yumurta bırakabilmektedir. Yumurtaların gelişimi 4-10 gün sürmektedir. Yumurtadan çıkan larvalar gövde kısmından kardeşlenme düğümünü delerek kahverengi renkte galeri açmaktadır (Tschirnhaus ve Nartshuk, 2012; Memari ve ark., 2016). Larva dönemi 13-20 gün sürer ve olgunlaşan larvalar büyüme noktalarındaki doku ile beslenirler. Larva pupa dönemine girmeden önce gövde kısmını epidermise kadar kemirir ve beslendiği yerde ise pupa olurlar. Pupa dönemi sıcaklığın 12°C olduğu şartlarda 10-14 gün sürmektedir. Bir dölün yaşama süresi 22-46 gündür. Zararlıının ikinci dölü daha az zararlıdır. Kış mevsiminin soğuklarına karşı direnç gösteriler. Hava sıcaklığının 10-35°C olduğu süreçte faaliyetleri devam etmektedir.

Oscinella pusilla yaz mevsimini hububat bitkilerinin anız saplarında olgun larva döneminde geçirmektedir. Zararlıının birinci dölü çok tehlikelidir ana sürgünün ölümüne sebep olmaktadır (Kozulina ve ark., 2021). Zarar oranı %2-%10 arasında değişmektedir.

Oscinella pusilla arpa, buğday, yulaf, çavdar, tritikale haricinde mısır ve yabani buğdaygil bitkilerinde beslenir, fakat arpa bitkisini daha çok tercih eder (Krusteva ve Karadjova, 2011; Tschirnhaus ve Nartshuk, 2012).

Zararlı ile mücadelede, toprağı derin sürme (20-25 cm), ekim öncesinde toprağın silindir ile muamele edilmesi, erken ve sık ekim yapılmaması, yabancı ot temizliğinin yapılması ve genç

sürgünlerde gerekli görülmesi halinde kimyasal mücadelesinin yapılması gerekmektedir (AgroAtlas, 2025).

Familiya: Drosophilidae Rondani, 1856

Drosophilidae, genellikle sarıdan koyu kahverengiye kadar değişen renklerde, genellikle kırmızımsı gözlü küçük Diptera takımı üyeleridir. Bu familiya, dünya genelinde yaygın olarak dağılmış olup, dünya çapında 4.600'den fazla bilinen tür ve Paleartik bölgede 300'den fazla tür kaydedilmiştir (Bächli, 2024). Meyve sineklerinin biyoçeşitliliği, tropikal bölgelerde ve Güney Paleartik'te özellikle yüksektir.

Drosophilidae, genellikle özsu sızan ağaç kabuklarında, çiçeklerde ve olgun mantarlarda bulunan çeşitli doğal biyotoplarda yaşar (Mitsui ve ark., 2007). Birçok tür sinantropiktir ve insan yerleşimlerine yayılmıştır. Sinantropik habitatlarda, genellikle meyvelerin, sebzelerin, çöp yığınlarının ve diğer organik substratların yakınında bulunurlar ve özellikle fermente olan substratlara ilgi duyarlar (Hochmüller ve ark., 2010). Larvalar, çeşitli çürüyen substratlarda gelişir ve bu ortamlarda gelişen mikroorganizmalarla beslenirler. Çürüyen meyvelerde, mantarlarda, meyvelerde, odunlarda ve özsu sızan ağaç kabuklarında yaşarlar. Bazı türler çeşitli tarım bitkilerinin gövdelerini ve yapraklarını yiyerek ekonomik hasara neden olur (Vrdoljak ve ark., 2019). Kıbrıs'ta 9 türü kaydedilmiştir (Özbek Çatal ve ark., 2018; Anonim, 2025).

Kanadı noktalı sirke sineği (*Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931))

Drosophila suzukii, Güneydoğu Asya orijinli olup ilk olarak Japonya'da ve kiraz bitkisinde tanımlanmıştır (Kanzawa, 1935). Ergin bireyler 2-4 mm uzunlukta, vücut rengi kahverengi veya açık sarı olup göz rengi ise parlak kırmızıdır. Erkek bireylerin kanatlarında birer tane siyah nokta bulunur, ayrıca ön bacaklarda iki sıra tarak şeklini andıran siyah renk çıkıntılar mevcuttur. Erkek bireyler dişi bireylerden daha küçük yapıdadır. Dişi bireylerin kanatlarında nokta yoktur ve ovipozitör ise testereyi andıran yapıdadır. Dişi bireylerin abdominal tergitte orta kısımdaki bantlarda kesintileri yoktur. Yumurtalar 0.62 x 0.18 mm boyutlarında olup krem beyaz renktedir. Larva 3 dönem geçirdikten sonra pupa olmaktadır. Pupa kırmızı-kahverengi renkte olup 2-3 mm boyutlarındadır (Walsh ve ark., 2011).

Dişisi, ömrü boyunca çevresel şartlara bağlı olarak 20-419 yumurta bırakabilir (Hamby ve Becher, 2016). Larva yumurtadan çıktıktan itibaren meyve içinde beslenir, üç larva dönemini burada tamamladıktan olgun larvalar genel olarak pupa dönemi için toprağa göç ederler (Woltz ve Lee 2017). Yumurtadan ergin döneme geçiş 22°C'de toplamda 13-14 gün sürmektedir (yumurta evresi 1.4 gün, larva evresi 6 gün, pupa evresi 6 gün) (Tochen ve ark. 2014). Yaz ve kış morfolojilerinde olan erginler gerekli yiyecek sağlandığında laboratuvar ortamında 30-179 gün yaşamaktadır (Kaçar ve ark., 2015; Rendon ve ark. 2019). İlk çiftleşmeden sonra, 1-1.5 günlük olan dişi bireyler laboratuvar ortamında yumurtalamaya başlamaktadır (Hamby ve ark., 2016).

Dişiler sağlıklı, olgunlaşmış meyveyi tercih etmesi ve tırtıklı şeklindeki ovipozitörü meyve epidermisine zarar vermesine sebep olmaktadır. Genel olarak yumurtlama ile açılan yara deliklerinden hem böcekler hem de patojenler giriş yaparak birlikte ek kayıplara neden olmaktadır (Walsh ve ark. 2011). Yumurtalar meyve etinde larvaya dönüşerek meyvenin hızlı yumuşamasına ve dökülmesine neden olmaktadır. Bununla beraber meyvede yumurta bırakmak için tercih ettiği olgunluk yoksa bile yere düşmüş meyve üzerinde de gelişebilir (Kienzle ve ark. 2020). *Drosophila suzukii* kiraz, kayısı, çilek, incir, elma, üzüm, kivi, Trabzon hurması, armut, nektarin, yaban mersini gibi bitki meyvelerini tercih etmektedir (Walsh ve ark, 2011).

Drosophila suzukii'nin kayıt altına alınan parazitoit türlerinin %40'ı Asya kökenli türlerdir. Bu türler; Braconidae (Hymenoptera) famiyasından *Asobara brevicauda* van Achterberg & Guerrieri, *A. elongata* van Achterberg & Guerrieri, *A. mesocauda* van Achterberg & Guerrieri, *A. triangulata* van Achterberg & Guerrieri, *A. unicolorata* van Achterberg & Guerrieri, *A. lefti* (Nixon) ve *A. japonica* Belokobylskij (Guerrieri ve ark. 2016), *A. pleuralis* (Ashmead) (Girod ve ark., 2018) ve *A. tabida* (Nees) (Mitsui ve ark., 2007), %35'i ise Ganaspis gibi ökolinlerdir (Figitidae: Eucolilinae) ksantopoda (Ashmead) (Kasuya ve ark., 2013), *Ganaspis brasiliensis* (Ihering) (Hymenoptera: Diapriidae) ve

Leptopilina japonica Novkovic & Kimura (Hymenoptera: Figitidae) türleridir (Girod ve ark., 2018). Ayrıca, Türkiye’den dört hymenopter parazitoit, larval parazitoitler *Leptopilina bouardi* (Barbotin, Carton & Kelner-Pillault, 1979), *Leptopilina heterotoma* (Thomson, 1862) (Figitidae) ve pupal parazitoitler *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani, 1875) (Pteromalidae) ve *Trichopria drosophilae* (Perkins, 1910) (Diapriidae) türleri, meyvelerde bulunan drosophilid türlerinden elde edildiği bildirilmiştir (Kaçar, 2020)

Zararının mücadelesinde olgunlaşmış meyvelerin zamanında hasat edilmesi, yere düşen meyvelerin toplanarak uzaklaştırılması, doğal düşmanlarından yararlanma, kimyasal mücadele konusunda çevresel etkiyi en az düzeyde tutmak için entegre mücadele yönetimi tercih edilmelidir (Silva ve Chreil, 2023).

***Zaprionus tuberculatus* Malloch, 1932**

Kıbrıs’ta Afrika incir sineği ya da posa sineği olarak bilinen *Zaprionus* cinsine ait *Z. ghesquerei* Collart, 1937 ve *Z. tuberculatus* olmak üzere iki türü tespit edilmiştir. *Zaprionus* türleri Palearktik ve Afrotropikal bölgelerde yaygın olarak bulunur (Chassagnard ve Tsacas, 1993).

İstilacı bir tür olan *Z. tuberculatus* Akdeniz Bölgesi’nde yaygındır (Patlar ve ark. 2012). İki adet uzun, baş ve thorax boyunca olan beyaz sırt çizgileri ile ön femurun orta kısımdaki ventral çizgisi ile karakteristik bir yapıya sahiptir (Tsacas ve ark., 1977). Ergin bireylerin boyu 3.5 mm, gözleri kırmızı, baş rengi sarı, sarı – kahverengi olan thoraxda beyaz renkli 3 şerit çizgi bulunur (Markow ve O’Grady, 2006). *Zaprionus tuberculatus* dişileri beslenmeleri sırasında yumurtalarını çiçeklere bırakırlar, yumurtalar birkaç gün içerisinde gelişim gösterir ve larva çıkış yapar. Larvaların beslenmesi sonucunda çiçek solar ve çürür (Buruga 1976). Ergin bireylerin oluşması ile beraber yaşam süresi 5 haftadan fazla sürmektedir (Buruga 1976). Zararının 49 farklı konukçu türü vardır. Bunlardan bazıları; *Artocarpus* sp., *Ficus lutea* Vahl, *F. mucoso* Ficalho, *F. natalensis*, *F. saussureana*, *F. sur*, *Gambeya taiensis*, *Guarea cedrata*, *Hirtella* sp., *Parinari excelsa* Sabinus, *Santiria trimera*, *Spondias mombin*, *Tieghemella heckelii*, *Uncaria* sp.’dir (EPPO, 2020).

Familiya: Tephritidae Newman, 1834

Tephritidae familyası gerçek meyve sinekleri olarak bilinir ve karantina açısından önemli bir gruptur. Genellikle renkli ve benekli kanatlara sahip, subkostal damarı dik açıyla öne doğru kıvrılan 2.5-10 mm vücut boyuna sahip sineklerdir. Dünyada 492 cinsten 4716 türü kaydedilmiş ve bu türlerin yaklaşık 250’si zararlı olarak kabul edilir (Pape ve ark., 2011). Bunların çoğu, yetişkin morfolojilerine göre ayırt edilebilir (White ve Elson-Harris, 1992). Kıbrıs’ta 43 türü kaydedilmiştir (Anonim, 2025).

Zeytin sineği (*Bactrocera olea* (Rossi, 1790))

Zeytin sineği, küresel olarak zeytinin ana zararlısı durumundadır. Afrika, Amerika, Asya ve Avrupa’daki Akdeniz iklimi zeytin meyve sineğinden etkilenmektedir (Burrack ve ark. 2011). Ergin dişilerin boyu ortama 5 mm olup kanat genişliği 10 mm’dir. Kanatlar genellikle şeffaf görünümde, kanat uçlarında kahverengi leke vardır. Thorax siyah renkte, tüyleri gümüş gri ve üst yüzeyi üç paralel siyah çizgiyle ayrılmıştır. Kanat kısmının altında ve üstünde kalan kısım sarı renktedir. Ovipozitör kılıfı siyah renge sahiptir (Weems ve Nation, 2003)

Bactrocera olea dişi yumurtalarını gelişmekte olan zeytin meyvesinin içine bırakır. Yumurtaların 2-3 gün içinde açılması ve sonrasında oluşan larva meyve eti ile beslenir (Fletcher, 1987; Rice, 2000). Larva süresi ortalama 20 gün sürer (Rice, 2000). Pupa süresi meyve içinde ve toprakta gerçekleşebilir. Meyve içindeki pupa süresi yaklaşık 8-10 gün sürer (Vossen ve Kicenik Devarenne, 2006; Heve ve ark., 2016). Ergin bireyler larvaların tam tersine zeytinle değil, kuş pisliği ve ballımsı maddeler ile beslenir (Rice, 2000). Dişi birey altı aydan az süren nesli botunca 500 adet kadar yumurta bırakabilir (Rice, 2000). Ilıman iklimlerde ve konukçusunun geniş olduğu yerlerde *B. olea* yılda 5-6 kadar döl vermektedir (Rice, 2000).

Zeytin sineğinin larvası meyve etinde beslenme suretiyle zarar yapmaktadır. Dişi bireyler yağlanma olgunluğundaki zeytin meyvesinde “V” şeklinde yarık açarak yumurtalarını bırakır. Yumurta

birakılan nokta bir gün sonrasında kahverengi bir renge dönüşür ve buna vuruk denilmektedir. Larvalar gelişmekte oldukları süreçte çekirdeğin etrafında galeriler açmak suretiyle beslenirler. Zararlı ile mücadele yapılmadığı durumlarda %90 oranına varan vuruklar oluşur (Kapatos and Fletcher, 1984) ve %30 oranında verim kaybı oluşur (Katsoyannos, 1992). Gümüştay (1998), Zeytin sineğinin oluşturduğu zararları meyvelerin çürümesi sonucu dökülmesi, zeytinyağı miktarındaki azalma, yağ kalitesindeki tat, koku, dayanıklılık süresi gibi maddelerle sıralamıştır.

Bactrocera olea'nın konukçuları sadece Oleaceae familyasına ait zeytin ağaçlarıdır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda: Hymenoptera takımından *Aprostocetus epicharmus* Walk. (Eulophidae), *Cyrtotypx dacicida* Masi. (Pteromalidae), *Cyrtotypx latipes* Rond. (Pteromalidae), *Eurytoma parvula* (Thom.) (Eurytomidae), *E. strigifrons* (Thom.) (Eurytomidae), *E. tibialis* Boh. (Eurytomidae), *Eupelmus urozonus* Dalm. (Eupelmidae), *Metaphycus silvestrii* Sug. (Encyrtidae), *Opius concolor* Szelp. (Braconidae), *Pnigalio mediterraneus* (Fer. and Del.) (Eulophidae), *Zaglyptus multicolor* Grav. (Ichneumonidae) bulunmuştur (Anonim, 2007). Kuzey Kıbrıs'ta *Bactrocera olea*'nın doğal düşmanlarının varlığı henüz bilinmemektedir. Mücadelesinde Zeytin sineğinin aktif bulunduğu süreçte ergin popülasyon seyri amaçlı ve kitlesel yakalama yöntemleri kimyasal mücadeleye alternatif olarak kullanılmıştır (Kaptan ve ark., 2018). *Bactrocera olea*'yı yakalamada sarı yapışkan tuzaklar torula mayası ile kullanılarak koku ile zararlıyı cezbetmektedir. Ağaçlardaki kurtlanmış zeytinler 3-4 gün aralıklarla kontrol edilerek toplanmalıdır. Hasat sonrası ağaçta meyve bırakılmamalıdır. Kitlesel tuzaklama metodu kullanılarak Zeytin sineği popülasyonunun şekilde yüksek olmadığı alanlarda (en az 5 ha) Zeytin sineği ile başarılı bir mücadele etmek mümkün olmaktadır.

Kimyasal mücadelede ergin çıkış zamanları iklim, toprak karakteri, çeşit vb. etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bölge farklılıkları dikkate alınarak, meyvelerin yumurta koyma olgunluğuna geldiği dönemde vuruk sayımları yapılarak, yeterli vuruk ve tuzaklarda yakalanan Zeytin sineği ergin sayısında artış görülmesi halinde ilaçlanmalıdır. Bu nedenle tuzakların haziran ayının ilk yarısından itibaren asılması gerekmektedir. Vuruk sayımları haftada 1-2 kez, ağaçların güney-doğu kısımlarındaki parlak, yağlanmaya başlamış, flüoresans sarı renkteki en az 1000'er meyvede yapılarak vuruk yüzdesi belirlenir. Yapılan sayımlar sonucunda salamuralık çeşitlerde %1 vuruk, yağlık çeşitlerde ise %6-8 vuruk saptandığında, yer aletleri ile zehirli yem kısmi dal ilaçlaması veya kaplama ilaçlama yapılmalıdır (Anonim, 2007).

Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824))

Ergin bireylerinin rengi sarı-kahverengi olup, kanatlarında ise siyah ve kahverengi şeritler bulunmaktadır (Bergsten ve ark., 1999; De Meyer, 2000; Thomas ve ark., 2004; Demirel, 2007). Dişi bireyde abdomenin sonunda 1-1.5 mm uzunluğa sahip ovipozitör bulunmaktadır (De Meyer, 2000; Thomas ve ark., 2004). Yumurtalarının boyu 1 mm parlak beyaz olup kıvrık şeklindedir. Pupalar fiçi tipte olup, kahverengi renge sahiptir ve 4-4.5 mm boyutundadır (Elekçioğlu, 2009; Demirel, 2007).

Akdeniz meyve sineği yumurtalarının açılması için en düşük sıcaklık 11°C, optimum sıcaklık ise 25°C olduğu saptanmıştır (Shoukry ve ark., 1979; Bergsten ve ark., 1999). Yumurtadan çıkan larvalar 3 dönem meyve etinde galeriler açarak 6-10 gün beslenmesini burada gerçekleştirir. Meyveden sonra pupa dönemi için toprağa atlayan zararlı böylece herhangi bir yerde veya toprak içinde kış mevsimini pupa olarak geçirebildiği saptanmıştır (Bergsten ve ark., 1999; Thomas ve ark., 2001; Demirel, 2007). Pupa dönemi sıcaklık isteği 22-30°C olurken, minimum ve maksimum sıcaklık istekleri ise 9.7-35°C olduğu saptanmıştır. Ergin çıkışlarının ise 26°C'de 6-15 günde gerçekleştiği kaydedilmiştir (Shoukry ve ark., 1979; Bergsten ve ark., 1999; Thomas ve ark., 2001). Ergin dişinin nesli boyunca 250-1200 adet yumurta bırakabildiği ve 30-60 gün yaşadığı bildirilmiştir (Bergsten ve ark., 1999; Thomas ve ark., 2001). *Ceratitis capitata*'nın yumurta, larva ve pupa dönemlerinde sıcaklığın 10°C altına düşmesiyle gelişim durmakla beraber, besinin azlığı ile pupa dönemindeki kuraklık ve yüksek sıcaklar gibi uygun olmayan şartlarda yaşamaya devam ettikleri kaydedilmiştir (Bergsten ve ark., 1999; Thomas ve ark., 2001).

Ceratitis capitata dişilerinin yumurtalarını meyveye bırakması ile birlikte oluşan larvalar meyve etinde galeriler açarak beslenme yaparlar (Demirel, 2016; Demirel ve Akyol, 2017; Demirel et al., 2018;

Demirel, 2019a). Bu da meyvelerde kalite ve kantine kaybına neden olmaktadır. Larvaların beslenmesi sonucu meydana gelen sekonder enfeksiyonlar sonucunda dökülme ve çürümeler meydana gelir (Bergsten ve ark., 1999; Elekçioğlu, 2013). Polifag bir zararlıdır. Dünya’da 65 farklı familyadan 350 konukçuda beslendiği kaydedilmiştir (Weems, 1981; Liquido ve ark., 1990; Liquido ve ark., 1991; Woods ve ark., 2005; Demirel & Akyol, 2017; Demirel ve ark., 2018; Demirel, 2019b; Demirel, 2020; Demirel ve Çardak, 2021; Demirel, 2023a). Akdeniz meyvesineği konukçularının %40’ını oluşturan bitkilerin %6’sı Myrtaceae (mersin, karanfil, yenibahar ve okaliptüs), %10’u Rosaceae (çilek, armut, elma ve badem), %9’u Rutaceae (portakal, mandalina, greyfurt ve limon), %9’u Sapotaceae (yumurta meyvesi, mucize meyve, İspanyol kirazı ve argan) ve %6’sı Solanaceae (domates, patlıcan, patates ve tütün) familyalarında bulunan bitkiler olduğu kaydedilmiştir (Liquido ve ark., 1991; Liquido ve ark., 1995; Demirel ve Akyol, 2017; Demirel et al., 2018; Demirel, 2023b).

Akdeniz meyve sineği parazitoitleri arasında *Fopius arisanus* Sonan, *Diachasma kraussii* Fullaway, *D. tryonii* Camer., *D. fullawayi* Silvestri, *Opius longicaudatus* Ashmead, *O. concolor* Szepligeti, *O. hirtus* Fischer, *O. perproximus* Silvestri, *O. humilis* Silvestri, *O. oophilus* Fullaway, *O. vandenboshi* Fullaway (Hymenoptera: Braconidae), *Coptera occidentalis* Muesebeck (Hymenoptera: Diapriidae) bulunmaktadır. Ayrıca entomopatojen fungus *Metarhizium anisopliae* Metch. (Hypocreales: Clavicipitaceae) zararlının pupalarında patojen olduğu kaydedilmiştir (Moya ve ark., 2000; Falco ve ark., 2006).

Mücadelesinde Zararlının beslenme ve üremesi üzerinde etkili simbiyotik bakterilerin kullanılması gibi biyolojik mücadele yöntemleri amaçlı çalışmalar kaydedilmiştir (Stibick, 2004). Kültürel mücadelede zarar düzeyinin minimuma düşürülmesi için konukçu olan meyve ağaçlarının bir araya dikilmemesi veya birbirlerine yakın yerlerde olmaması ve olgunlaşan meyvelerin toplanması gerekmektedir (Cingöz, 2015). Yere düşen vuruklu meyvelerin imha edilmesi zararlının popülasyonunu düşürmekte etkili bir yöntemdir. İlave olarak ergin çıkışlarının önlenmesinde kış mevsimi sonu – ilkbahar mevsimi başlarında toprak işleme yapılmalıdır (Elekçioğlu, 2012). Ayrıca, biyoteknik mücadele yöntemleri, Akdeniz meyve sineği (*Ceratitidis capitata*) popülasyonlarını kontrol etmek için kimyasal uygulamalara alternatif olarak giderek önem kazanmaktadır (Elekçioğlu, 2012; Demirel ve Akyol, 2017; Demirel, 2019a; Demirel ve Acar, 2024). Bu yöntemler, tuzaklama, kitle yakalama ve cezbedici-insektisit kombinasyonları ile zararlı yoğunluğunu azaltmayı hedefler ve entegre zararlı yönetimi (IPM) programlarında kimyasal kullanımını minimize etme potansiyeline sahiptir (Demirel, 2016; Demirel ve Akyol, 2017; Demirel ve ark., 2018; Demirel, 2019a; Demirel ve Akyol, 2017). Türkiye’de yapılan çalışmalar, bu yaklaşımların etkinliğini desteklemektedir. Demirel ve Akyol (2017), Hatay ilindeki satsuma mandarin bahçelerinde trimedlure içeren tuzaklarla yoğun popülasyon baskısı sağlandığını göstermiştir. Demirel (2020), farklı nar çeşitlerinde %95 trimedlure içeren tuzakların meyve olgunlaşma döneminde en yüksek ergin yakalama oranlarına ulaştığını rapor etmiştir. Ayrıca, Demirel ve ark. (2018) farklı gıda bazlı ve kimyasal cezbedici kombinasyonlarının *C. capitata* yakalama oranlarını yıl ve çeşide bağlı olarak değiştirdiğini bulmuşlardır. Benzer şekilde, Demirel (2023) Trabzon hurması bahçelerinde amonyum asetat ve amonyum karbonat kombinasyonunun sinekler için özellikle çekici olduğunu ve yüksek yakalama oranı sağladığını bildirmiştir. Son olarak, Demirel ve Acar (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, cinsiyete özgü tuzak stratejileri incelenmiş ve amonyum asetat + trimetilamin + putresin kombinasyonunun erkek sinekleri, amonyum asetat tek başına ise dişi sinekleri çekmede etkili olduğu gösterilmiştir. Tuzak yoğunluğu, yerleştirme zamanı ve bakım-yenileme sıklığı gibi uygulama parametreleri, biyoteknik mücadelenin başarısı açısından kritik öneme sahiptir (Demirel & Akyol, 2017; Demirel, 2023a,b; Demirel ve Acar, 2024). Bu nedenle, biyoteknik yöntemler yalnızca tek başına değil, kültürel önlemler, biyolojik kontrol ve gerektiğinde kontrollü kimyasal uygulamalar ile entegre bir şekilde uygulandığında uzun vadeli ve sürdürülebilir kontrol sağlar (Elekçioğlu, 2009; Demirel, 2019b; Demirel ve Çardak, 2021; Demirel, 2023a,b; Demirel & Acar, 2024).

Kabakgil sineği (*Dacus ciliatus* Loew, 1862)

Erginlerin thorax kısmında sarı renkte noktalar olup, vücut rengi kahverengi- turuncu renklindedir. Kanatlarda geniş yapıda koyu kahverengi bant vardır. Olgun larvalar 10 mm

uzunluğundadır (Azab ve ark., 1971). Dişi sinek yumurtasını meyve epidermis dokusunun altına bırakır. Yumurtalar paket şeklinde olup, 5-15 pakettirler (El Nahal ve ark., 1971). Yumurtalar 1-2 günde açılır, meyvede galeriler açarak 5-6 gün beslenmelerini buradan sağlarlar. Larvalar üç dönem geçirirler ve son dönem larva meyveden çıkıp ergin döneme geçene kadar toprakta pupa olarak kalmaktadır (Anonim, 2006). Üçüncü dönem larva toprakta pupa olur ve oluşan ergin birey pupadan çıkar. Ergin ömrü 25°C'de 49-54 gün olarak tamamlanır. Dişi bireyler ergin olduktan 10-13 günün sonrasında yumurta bırakmaya başlarlar (Vayssieres ve ark., 2008). Fakat El Nahal ve ark. (1971), bu durumun mevsime göre değişim gösterebileceğini, Mısır'da ki elde edilen verilerden bu durumun yaz mevsiminde 5-6 gün, kış mevsiminde ise 30 günün üzerinde seyredebileceğini kaydetmiştir. Dişi birey 210 adet kadar yumurta bırakabilmektedir (El Nahal ve ark., 1971). Genellikle yumurtaların rengi beyaz krem rengindedir. Yumurtaların gelişim süreleri 3 gün sürmektedir. Larvalar krem renktedir. Larvalar 4-7 günde gelişim gösterirken, pupa süresi 7-14 gün sürmektedir. Ergin bireyler 45 gün kadar yaşayabilir (El Nahal ve ark., 1971; Patel ve Patel, 1998), fakat Vayssieres ve ark. (2008) ergin bireylerin 17 haftadan fazla yaşayabildiğini kaydetmiştir.

Cucurbitaceae familyasındaki ürünlere zarar veren polifag bir zararlıdır. Larvaların meyvelerde galeri açarak beslenmeleri sonucu funguslar gelişir ve oluşan enfeksiyonlardan dolayı meyvelerde çürümeler meydana gelir (Vayssières ve ark., 2002).

Zararlı ile mücadelede toprak işleminin iyi yapılması, zararlı bitki artıklarının uzaklaştırılarak imhası ve entegre mücadele kapsamında en son başvurulacak olan kimyasal mücadelede ise çevreye yan etkisi en düşük olan bitki koruma ürünleri tercih edilmesi uygundur.

Familiya: Opomyzidae Fallén, 1820

Opomyzidae, yaklaşık olarak 50 tanımlanmış türe sahip Diptera takımının küçük bir familyasıdır. Familyanın bireyleri, sarımsı, kırmızımsı kahverengi veya siyah gövdeli ve uzun, dar ve genellikle lekeli kanatlı, küçük ila çok küçük (2.5-4.5 mm) ve oldukça ince sineklerdir. Biyolojisi bilinen türlerin larvaları fitofagtır ve Poaceae'nin gövdelerinde beslenir ve birkaç tür tarıma ekonomik zarar verir (Drake, 1993; van Zuijlen, 2009). Kıbrıs'ta 3 türü kayıtlıdır (Georghiou, 1977; Gözüaçık ve ark., 2024).

Sarı buğday sineği (*Opomyza florum* (Fabricius, 1794))

Opomyza florum hububatın önemli zararlılarından olup, Bulgaristan'da ise kışlık buğdayda en fazla zarar oluşturan sinek türü olduğu bildirilmiştir (Krusteva 2002; 2003; Krusteva ve ark., 2006; Ventsislavov ve Krusteva 2006; Krusteva ve ark., 2011). Ergin 3.5-4 mm uzunluğunda ve pas sarısı rengindedir. Kanat yapısı oval, şeffaf sarı renkte damar yapısı etrafında kahverengi lekeler mevcuttur. Mesonotumda birkaç sıra koyu seta ve skutellumda 4 kıl bulunur. Abdomen kısmı ise ince olup dişilerde uç kısmı sivri erkek bireylerde ise oval şekildedir (AgroAtlas, 2024). Ergin sinekler kasım ayı sonu ile aralık ayının başlarında uçuşurlar. Dişiler yumurtalarını bitkiye ya da toprağa bırakırlar ve kış mevsimini bu yumurta döneminde geçirir. Larvalar mart sonu ve nisan ortalarında yumurtadan çıkar ve merkez yaprak ile uzama konisini kesmek suretiyle kardeşlenme düğümüne zarar vermeden embriyonik dokuyla beslenirler. Dişi bireyler az gelişmiş yumurtalıklara sahip olduklarından dolayı sonbahara kadar yalan diyapoza halindedirler. Yılda bir nesil vermektedirler (Agro Atlas, 2024).

Buğday, çavdar, arpa ve diğer kışlık tahıllarda beslenir. Buğdayda çıkış dönemlerinde larvaların beslenmesi sonucunda bitkinin zarar görmesine ve düşük dane verimine sebep olmaktadır. Erken ekilen buğday tarlarında popülasyonları fazla olup bitkilerde önemli ölçüde zarar oluşturlar (Zagovora ve ark., 1981; Vickerman 1982; Krusteva ve ark., 2012). Larvaların gelişim döneminde embriyonik doku ile beslenmesinden dolayı gelişim süreci sonunda sürgünler ölmektedir (Krusteva ve ark., 2012). *Opomyza florum*'un beslenmesi sonucunda sapın merkezi yaprağı ve tüm sap sararır sonrasında solar (Agro Atlas, 2024). Sarı buğday sineği ile en etkili mücadele yöntemi ekim tarihinin planlamasıdır. Ekim öncesi hazırlıkların düzgün yapılması ve tohum ilaçlaması mücadele yöntemleri arasındadır (AgroAtlas, 2025).

Sonuç

Bu çalışmada, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti sınırları içinde tarımsal üretimde sorun oluşturabilecek ve halen kültür bitkilerinde zararlı dipter türleri ve bu türlerin bağlı bulunduğu familyalar gözden geçirilmiştir. Ayrıca, Diptera takımının Cecidomyiidae (6 tür), Agromyzidae (2 tür), Anthomyiidae (3 tür), Chloropidae (1 tür), Drosophilidae (2 tür), Opomyzidae (1 tür) ve Tephritidae (3 tür) familyaları ve bu familyalara ait 18 tür hakkında bilgiler verilmiştir (Anonim, 2025). Bu açıklamalarla birlikte kültür bitkilerinde sorun oluşturan türler tanıtılarak ilgililerin ve çiftçilerin dikkatine sunulmuştur. Bu türlerin ekonomik önemi ve mücadelesinde izlenmesi gereken yöntemler belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Ackland, D. M. (1993). Revisionary notes on the genus *Phorbia* (Diptera: Anthomyiidae) with descriptions of three new species from the Czech Republic and Georgia (Palearctic Region). *European Journal Entomology*, 90: 209-226.
- AgroAtlas (2025). http://agroAtlas.ru/en/content/pests/Opomyza_florum/index.html (Erişim tarihi: 08.11.2025).
- Alvarado, M., Durán, J. M., González, M. I., & Serrano, A. (2006). Studies on *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1886) (Diptera: Cecidomyiidae), olive bark midge, in Seville (Spain). <http://agris.fao.org/agris-search> (Access to: 22.02.2025).
- Anonim, (2025). <https://cyarthros.myspecies.info/content/checklist#table2> (Erişim tarihi: 03.11.2025)
- Adler, P. H., & Fottit, R. G. (2009). Introduction. In: R.G. Fottit and Adler, P.H. (eds). *Insect Biodiversity; Science and Society*: 1-6. Blackwell Publishing Ltd. 632pp.
- Anonim, (2007). Zeytincilik Araştırma Enstitüsü internet sitesi. <http://www.zae.gov.tr/bitkisagligi/z1.asp>
- Anonim, (2024). Terrestrial Arthropods of Cyprus. <https://cyarthros.myspecies.info/content/checklist#table2> (Erişim: 14.10.2025)
- Anonim, (2016). Bağ zararlıları. https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2016/BKP404/851261758_incir_bag_zararlilari.pdf (Erişim tarihi:21.10.2025)
- Argyriou, L. C., & Marakis, B. (1974). Some data on olive midge *Clinodiplosis oleisuga* Targ. (Diptera: Cecidomyiidae) in Crete (Kriti, Mediterranean Sea). *Ann. Inst. Phytopath. Benaki*, 10 (1973): 364-368.
- Azab, A. K., El-Nahal, A. K. M. & Swailem, S. M. (1971). The immature stages of the melon fruit fly, *Dacus ciliatus*. *Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte*, 54: 243-247.
- Bächli, G. (2024). TaxoDros: The Database on Taxonomy of Drosophilidae. Available online: <https://www.taxodros.uzh.ch/> (accessed on 10 November 2025).
- Bazyar, Z., Dousti, A.F., Von Tschirnhaus, M. & Fallahzadeh, M. (2015). A first overview of the fauna of Chloropidae of Iran (Diptera, Acalyptratae). *Turkish Journal of Zoology*, 39(6) 1041-1049.
- Bennett, K. V. W., Burkness, E. C., & Hutchison, W. D. (2011). Seed corn maggot. *Vegetable IPM Resource for the Midwest*. University of Minnesota.
- Bergsten, D., Lance, D., & Stefan, M. (1999). Mediterranean Fruit Flies and Their Management in the U.S.A. *The Royal Society of Chemistry*, (10): 207-212.
- Bessin, R. (2004). Corn: Cool soils favor damage by some insect pests. *Kentucky Pest News*. Number 985
- Bircan, B., Koca, A. S. ve Kaçar, G. (2020). Akdeniz Meyvesineği (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin Tanımı, Dağılımı, Biyolojisi, Zararı ve Mücadele Yöntemleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(4): 2353-2365.

- Brogi, P. & Galligani, L. (1987). The bark-sucking olive midge. *Informatore Fitopatologico*, 37: 19-22.
- Burrack, H. J., Bingham, R., Price, R., Connell, J. H., Phillips, P. P., Wunderlich, L., Vossen, P. M., O'Connell, N. V., Ferguson, L. & Zalom, F. G. (2011). Understanding the seasonal and reproductive biology of olive fruit fly is critical to its management. *California Agriculture*, 65, 14-20. <http://dx.doi.org/10.3733/ca.v065n01p14>
- Buruga, J. H. (1976). Breeding sites of some species of *Zaprionus* (Diptera) in Uganda. *Journal of the East Africa Natural History Society and National Museum*, 31: 1-6.
- Caselli, A., Francini, A., Minnocci, A., & Petacchi, R. (2021). *Dasineura oleae*: morphological and physiological characterization following the midge attack on olive leaves. *J Plant Dis Prot* 128, 173–182. <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00380-4>
- Černý, M. (2007a). Description of eight new species of Agromyzidae (Diptera) from North Korea, including new records. *Studia Dipterologica*, 14 (1): 209–229.
- Černý, M. (2005b). “A new species of *Pseudonapomyza* from Egypt. With Notes on Distribution of Some Other Palaearctic Species of the Genus (Diptera: Agromyzidae)”. In: *Dipterologica bohemoslovaca* 11. Kubík (Eds. Š. & M. Barták). Folia Faculty Science National University Masaryk, Brno, 109: 95100 pp.
- Černý, M. (2007b). New faunistic records of Agromyzidae (Diptera) from Andorra including descriptions of three new species. *Boletín Societatis Entomologica Aragon*, 41: 43–51.
- Chassagnard, M.T., & Kraaijeveld, A. R. (1991). The occurrence of *Zaprionus sensu stricto* in the Palearctic Region (Diptera: Drosophilidae). *Annales de la Société Entomologique de France*, 27 (4): 495-496.
- Cingöz, L. (2015). Akdeniz Meyve Sineği *Ceratitis capitata*. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu, Erdemli, Mersin.
- Colless, D. H. & McAlpine, D. K. (1991). Diptera. In: Naumann, I.D. (Ed.), *The Insects of Australia*, vol. 2, second ed. Melbourne University Press, Melbourne, pp. 717–786.
- Courtney, G. W., Pape, T., Skevington, J. H & Sinclair, B. J. (2009). Chapter 9: Biodiversity of Diptera. In: Footitt, R.G., Adler, P.H. (Eds.), *Insect Biodiversity: Science and Society*. Blackwell Publishing, Oxford, pp. 185–222.
- Çatal Özbek, B., Helvacı, M., Keçe Çalışkan, A. F. ve Ulusoy, M. R. (2018). First record of *Drosophila suzukii* in the areas of the Republic of Cyprus not under the effective control of the government of the Republic of Cyprus. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, ISSN 0250-8052. DOI: 10.1111/epp.12464.
- Çıkman, E., & Sasakawa, M. (2001). Contributions to the Agromyzidae (Diptera) fauna of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 35 (1): 71-78.
- Demirel, N. (2007). Behavior paradigms in the Mediterranean Fruit Fly *Ceratitis capitata* Weidemann. *Journal of Entomology*, 4(2), 129-135.
- Demirel, N. (2016). Population density and damage ratios of Mediterranean Fruit Fly *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) on Pomegranate orchards in Turkey. *Entomology And Applied Scienceletters*, 3(5), 1-7.
- Demirel, N., & Akyol, E. (2017). Evaluation of mass trapping for control of Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Satsuma mandarin in Hatay province of Turkey. *International Journal of Environmental Agriculture Research*, 3(12), 32-37.
- Demirel, N., Yıldırım, A. E., Kılıç, G. (2018). Effectiveness of various attractants for Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on pomegranate fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 3191-3198.

- Demirel, N. (2019a). Efficacy of various attractants to Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on persimmon fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(7), 5390-5397.
- Demirel, N. (2019b). Trapping genders of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) and other Dipteran with various attractants on pomegranate fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4), 2937-2941.
- Demirel, N. (2020). Population fluctuation and infestation rates of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on different pomegranate varieties in Hatay (Turkey). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(10), 2144-2147.
- Demirel, N., & Çardak, M. (2021). Seasonal population fluctuations and damage rates of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on Pomegranate orchards in Osmaniye Province. *KSÜ Tarım Ve Doğa Derg*, 24(1), 171-176.
- Demirel, N. (2023a). Comparison of food-based synthetic attractants for capture of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) on persimmon fruits. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 6(3), 302-310.
- Demirel, N. (2023b). Infestation rates of Mediterranean Fruit Fly [*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)] on common guava (*Psidium guajava* L.) fruits. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(3), 649-657.
- Demirel, N., & Acar, M. (2024). Effectiveness of attractants for male and female *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in citrus orchards. *Mustafa Kemal University, Journal of Agricultural Sciences*, 10(1), 45-53.
- Drake, C. M. (1993). A review of the British Opomyzidae (Diptera). *British Journal of Entomology and Natural History*, 6, 159-176.
- Eckenrode, C. J., Gauthier, N. L., Danielson, D. & Webb, D. R. (1973). "Seedcorn maggot: seed treatments and granule furrow applications for protecting beans and sweet corn". *Journal of Economic Entomology* 66: 1191-1194.
- Eckenrode, C. J, Harmon, G. E., & Webb, D. R. (1975). Seed-corn microorganisms stimulate seedcorn maggot egg laying. *Nature* 256: 487-488.
- Elekçioğlu, N. Z. (2009). Akdeniz Meyve Sineği. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(1): 61-65.
- Elekçioğlu, N. Z. (2012). Akdeniz'e Özel Referansla Türkiye'de Ekonomik Öneme Sahip Meyve Sinekleri Meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Wied.). *Tunus Bitki Koruma Dergisi*, 7: 119-119.
- El-Nahal, A. K. M., Azab, A. K. & Swailem, S. M. (1971). Studies on the biology of the melon fly, *Dacus ciliatus* Loew (Diptera: Trypanaeidae). *Bulletin de la Societe Entomologique d'Egypte*, 54: 231-241.
- EPPO, (2020). Mini datasheet on *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae). file:///C:/Users/Digikey/Downloads/minids_ZAPRTU%20(5).pdf (Erişim tarihi: 09.11.2025)
- EPPO, (2021). EPPO Datasheet: *Dacus ciliatus*. file:///C:/Users/Digikey/Downloads/epo_datasheet_DACUCI%20(1).pdf (Erişim tarihi: 09.11.2025)
- Evenhuis, N.L, Pape, T., Pont, A.C. & Hompson, F.C. (2007). Biosystematics Database of World Diptera, version 9.5. (Web page: <http://www.diptera.org/biosys.htm>) (Erişim: Ekim 2025)
- Falco, J., Perez, M., Santiago, S., Mendoza, A., Beitia, F. (2006). Rearing Methods of Two Braconid Parasitoids Used in the Biological Control of *Ceratitis capitata*. *Integrated Control In Citrus Fruits IOBC wprs Bulletin*, Vol. 29(3): 71-74.
- Fletcher, B.S. (1987). The biology of Dacine fruit flies. *Annu. Rev. Entomol.* 32: 115-144.

- Funderburk JE, Pedigo, LP & Berry EC. (1983). Seedcorn maggot (Diptera: Anthomyiidae) emergence in conventional and reduced- tillage soybean systems in Iowa. *Journal of Economic Entomology* 76: 131-134.
- Gagné, R. J., Hatchett, J. H. (1989). Instars of the Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae). *Ann Entomol. Soc Am* 82:73-79.
- Georghiou, G. P. (1977). The Insects and Mites of Cyprus with Emphasis on Species of Economic Importance to Agriculture, Forestry, Man and Domestic Animals, Benaki Phytopathological Institute Kiphissia, Athens, Greece, 347 p.
- Gesell, S. (2000). Seed corn maggot as a pest of field corn. Entomological notes, Department of Entomology, Penn State University.
- Gill, K.H., Goyal, G., Jennifer, L., Kaufman, G. (2013). Seedcorn maggot, *Delia platura* (Meigen) (Insecta: Diptera: Anthomyiidae). UF/IFAS Extension Gainesville, EENY 566.
- Girod, P., Lierhmann, O., Urvois, T., Turlings, T.C.J., Kenis, M. & Haye, T. (2018). Host specificity of Asian parasitoids for potential classical biological control of *Drosophila suzukii*. *Journal of Pest Science*, 91(4) 1241-1250.
- Gough, H. C. (1947). Studies on wheat bulb fly, *Leptohylemyia coarctata* Fall. II. numbers in relation to crop damage. *Bulletin of Entomological Research* 37, 439 454.
- Göçmen, H. ve Keçeci, M. (2001). Yaprak Galeri Sineği *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Dipera: Agromyzidae)' nin Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerine Sıcaklık ve Nemin Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 14(1), 53-56.
- Gözüaçık, C., Konuksal, A., Arap, N., & Hekimhan, H. (2024). Harmful Fly (Diptera) Species on Barley (*Hordeum vulgare* L.) in Northern Cyprus. *International Congress On Sustainable Agriculture* March 01-03, 2024 Iğdır University, Türkiye, 457-463.
- Gözüaçık, C., Güllü, M., Konuksal, A., & Hekimhan, H. (2024). Pupal Parasitoids of the Hessian Fly, *Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae) in Cereal Fields in Northern Cyprus. *Journal of Agriculture*. ISSN: 2636-8757.
- Guerrieri, E., Giorgini, M., Cascone, P., Carpenito, S., & Van Achterberg, C. (2016). Species diversity in the parasitoid genus *Asobara* (Hymenoptera: Braconidae) from the native area of the fruit fly pest *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *PLoS One* 11: e0147382
- Güler, C., Mamay, M., & Sönmez, C. (2024). Akdeniz Meyve Sineği [*Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae)]'nin Şanlıurfa İli Nar Bahçelerindeki Popülasyon Gelişimi ve Bulaşıklık Oranı. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*. 27(2) 392-408.
- Gümüşay, B. (1998). Bazı Böceklerin Zeytin ve Zeytinyağının Kalite ve Kantitesine Etkileri. İçinde: Zeytin Yetiştiriciliği Kursu 24 – 28 Nisan, 1995. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No:61.Bornova- İzmir.175-186 s.
- Griffiths, G. C. D. (1997). Anthomyiid flies (Diptera: Anthomyiidae) of the Yukon. In Danks, H.Y. and Downes, J.A. (eds.), *Insects of the Yukon*, pp. 687-722. Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods), Ottawa.
- Haber, G. & Mifsud, D. (2007). Pests and diseases associated with olive trees in the Maltese Islands (Central Mediterranean). *The Central Mediterranean Naturalist*, I 4 (3): 143-161.
- Hagel G T, Burke D W & Silbernagel M J (1981). “Response of dry bean selections to field infestations of seedcorn maggot in central Washington”. *Journal of Economic Entomology* 74: 441-443.
- Hamby KA ve Becher PG. (2016). Current knowledge of interactions between *Drosophila suzukii* and microbes, and their potential utility for pest management. *Journal of Pest Science*. 89: 621–630.
- Harukawa C, Takato R & Kumashiro S. (1932). Studies on the seed-corn maggot. II Ber. Ohara Institute of Landwirtsch, Forsch 5: 457-478.

- Hepdurgun B. ve Önder F. (1999). *Lasioptera berlesiana* Paoli (Diptera: Cecidomyiidae) (Zeytin kızılkurdu)'nın biyolojisi üzerinde araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 23 (3): 191-202.
- Hepdurgun B. ve Önder F. (2000). *Lasioptera berlesiana* Paoli (Diptera: Cecidomyiidae) (Zeytin kızılkurdu)'nın tanınması ve yayılışı üzerinde araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 24 (2): 133-142.
- Heve, W.K., El-Borai, F.E., Carrillo, D., & Duncan, L.W. (2016). Biological control potential of entomopathogenic nematodes for management of Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* Loew (Tephritidae). Pest Management Science, 73(6), 1220-1228. <https://doi.org/10.1002/ps.4447>.
- Higley LG & Pedigo LP. (1984). Seedcorn maggot (Diptera: Anthomyiidae) population biology and aestivation in central Iowa. Environmental Entomology 13: 1436-1442.
- Hochmüller, C. J. C., Lopes-da-Silva, M., Valente, V. L. S., & Schmitz, H. J. (2010). The drosophilid fauna (Diptera, Drosophilidae) of the transition between the Pampa and Atlantic Forest Biomes in the state of Rio Grande do Sul, southern Brazil: First records. Papéis Avulsos Zool. 50, 285–295.
- Joneidi, M., Mohamadzade Namin, S., Mahdavi & Ortakand, M. (2017). *Delia coarctata* (Diptera: Anthomyiidae), A potential pest of cereals in Iran. Annals of Agricultural & Crop Sciences, 2(1), 1023.
- Jones, T. H., Young J.E.B., Norton, G.A. & Mumford J.D. (1990). An Expert System for Management of *Delia coarctata* (Diptera: Anthomyiidae) in the United Kingdom. J. Econ.Entomol.83(5):2065-207.
- Kaçar, G., Wang, X. G., Stewart, T. J., & Daane, K. M. (2015). Overwintering survival of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) and the effect of food on adult survival in California's San Joaquin Valley. Environmental Entomology, 1–9.
- Kaçar, G. (2018). Zeytin Ağaçlarında Göz Ardı Edilen Bir Zararlı: *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1887) (Diptera: Cecidomyiidae). Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5 (4): 685-690.
- Kaçar, (2020). New records of the parasitoids of *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae) in newly invaded areas in Turkey: molecular identification. Türk. entomol. derg., 2020, 44 (1): 71-79
- Kalyar, H. (2025). Study of the olive fruit fly biology (*Bactrocera oleae*) on its natural host. Journal of Entomology and Zoology Studies, 13(3): 297-302.
- Kanzawa, T. (1935). Research into the fruit-fly *Drosophila suzukii* Matsumura (preliminary report). In: *Yamanashi Prefecture Agricultural Experiment Station Report*.
- Karanfiloğlu, H., Konuksal, A., Hekimhan, H., Arap, N., & Gözüağık, C. (2025). Research on the olive pest, *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1887) (Diptera: Cecidomyiidae) in Cyprus. Munis Entomology & Zoology, 20 (2): 2779-2784.
- Karaöz, B. (2023). Biber gal sineği *Asphondylia gennadii* (Marchal) (Diptera: Cecidomyiidae)'nin Örtü Altı Yetiştiricilikteki Popülasyon Dalgalanması ve Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kapatos, E. T., & Fletcher, B. S. (1984). The Phenology of the olive fly, *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae), in Corfu. *Journal of Applied Entomology*, 97, 360–370. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1984.tb03760.x>
- Kaptan, S., Akşit, T., & Başpınar, H. (2018). Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Rossi), Diptera: Tephritidae) mücadelesinde uygulanan biyoteknik mücadele yöntemleri. Zeytin Bilimi, 8(1), 1-12.

- Kasar, N. and Jha, S. (2021). Biology of Leaf Miner, *Liriomyza trifolii* (Burgess) on Tomato and the Effect of Different Temperature Regimes on its Developmental Period. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 10(02): 2370-2375.
- Kasuya, N., Mitsui, H., Ideo, S., Watada, M. & Kimura, M.T. (2013). Ecological, morphological and molecular studies on *Ganaspis* individuals (Hymenoptera: Figitidae) attacking *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Applied Entomology and Zoology*, 48(1) 87-92.
- Katsoyannos, P. (1992). Olive pests and their control in the Near East. FAO Plant Production and Protection Paper 115, FAO, Rome, 178 p.
- Kienzle, R., Groß, L. B., Caughman, S., & Rohlf, M. (2020). Resource use by individual *Drosophila suzukii* reveals a flexible preference for oviposition into healthy fruits. *Sci Rep.* 10, 3132. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59595-y>
- Keçe Çalışkan, A. F., Ulusoy, M. R., & Çatal Özbek, B. (2019). A new invasive species in Turkey: *Dacus ciliatus* Loew, 1862 (Diptera: Tephritidae). Türkiye’de yeni bir istilacı tür: *Dacus ciliatus* Loew, 1862 (Diptera: Tephritidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 43 (1): 25-30.
- Keçeci, M., Tepe, S., & Tekşam, İ. (2008). Antalya İlinde Örtüaltı Domates ve Fasulye Yetiştiriciliğinde Zararlı Olan Yaprak Galerisineği [*Liriomyza trifolii* (Burgess)] ile Parazitoidlerinin Popülasyon Gelişmesi Üzerine Araştırmalar. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2):13-23.
- Kessing, J. L. M., & Mau, R. F. L. (1991). Seed corn maggot, *Delia platura* (Meigen). Crop Knowledge Master. Department of Entomology, Honolulu, Hawaii (Unpublished).
- Kirschbaum, D. S., Funes, F. C., Biancheri, M J., Suarez, L., & Ovruski, M. S. (2020). The Biology and Ecology of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). Springer Nature Switzerland. gement, https://doi.org/10.1007/978-3-030-62692-1_4 (Erişim tarihi: 07.11.2025)
- Konuksal, A., Güllü, M., Gözüaçık, C., Hekimhan, H., Değirmenci, R., & Karaca, C., (2021). Arpa (*Hordeum vulgare* L.)’da Hesse Sineği [(*Mayetiola destructor* (Say) (Diptera: Cecidomyiidae)]’ne Karşı Tohum İlaçlarının Verim, Morfolojik ve Bazı Agronomik Özelliklerine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(Özel Sayı): 3465-3475.
- Kozulina, N. S., Vasilenko, A. V., Vasilenko, A. A., & Shmeleva, Zh, N. (2021). Effective protection of grain crops from pests. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 677 pp.
- Krusteva, H. & Karadjova, O. (2011). Impacts of triticales crop sowing date on the insect pest species composition and damage caused. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 17: 411-416.
- Krusteva, H., Karadjova, O., & Ventsislavov V. (2012). Monitoring methods and prognosis of *Opomyza florum* Fabr. (Diptera: Opomyzidae) – A Pest Of Wheat In Bulgaria. *Journal Of Plant Protection Research*, 52(4): 472-478.
- Krusteva, H. (2002). Studies on phenology, density dynamics and harmfulness of cereal and grass fly *Opomyza florum* F. (Diptera: Opomyzidae) on wheat in Southwestern Bulgaria. p. 131–134. In: Scientific Conference with International Participation “Stara Zagora 2002”. Stara Zagora, 6–7 June, 2002, 360 pp.
- Liquido, N. J., Cunningham, R., & Nakagawa, S. (1990). Host Plants of Mediterranean FruitFly on the Island of Hawaii (1949–1985 survey). *J. Econ. Entomol.* 83(5): 1863-1878.
- Liquido N., Shinoda L., & Cunningham R. (1991). Host Plants of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) An Annotated World Review, Entomological Society of America, Miscellaneous Publications, 77.
- Markow, T. A., & O’Grady, P. M. (2006). *Drosophila: A Guide of Species Identification and Use*. Academic Press, London.

- Marshall, S. A. (2012). Flies the Natural History & Diversity of Diptera. Firefly Books Ltd, Ontario, Canada 616pp.
- Memari, F., Hakimitabar, M., Mohamadzadeh Namin, S. & Nartshuk, E. P. (2016). Frit flies (Diptera: Chloropidae) fauna of central part of Khorasan Razavi Province. Journal of Insect Biodiversity and Systematics, 2(4): 405-410
- Mitsui, H., Van Achterberg, K., Nordlander, G., & Kimura, M. T. (2007). Geographical distributions and host associations of larval parasitoids of frugivorous Drosophilidae in Japan. J. Nat. Hist. 41, 1731–1738.
- Mohan, M., & Anitha, N. (2017). Management of American Serpentine Leaf Miner, *Liriomyza trifolii* (Burgess) on Tomato. Pest Management in Horticultural Ecosystems, Vol. 23, No. 1 pp 94-96.
- Moya, P., Ibrahim, M., Navarro, V., Primo, J., & Primo-Yufera, E. (2000). Susceptibility of *Ceratitis capitata* to the Control by Entomopathogenic Fungi. Biological Control, 19(3): 201-304.
- Nartshuk, E. P. (2012). A check list of the world genera of the family Chloropidae (Diptera, Cyclorrhapha, Muscomorpha). Zootaxa, 3267, 1-43.
- Nikpay, A., Nartshuk, E. P., & Goebel, F. R. (2017). New record of species complex of Chloropidae (Insecta: Diptera) from sugarcane fields in Iran. Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology, 70:89-94.
- Özbek Çatal, B., Helvacı, M., Çalışkan, A. F., & Ulusoy, M. R. (2018). First record of *Drosophila suzukii* in the areas of the Republic of Cyprus not under the effective control of the government of the Republic of Cyprus. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (2018) 0 (0), 1–3.
- Pakalniskis, S. (2000). New data on the bionomics and distribution of Agromyzidae (Diptera) with the description of a new species. Acta Entomologica Lituanica, 10 (1): 59-62.
- Patlar, B., Koc, B., Yilmaz, M., & Ozsoy, E. D. (2012). First records of *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae) from the Mediterranean Region, Turkey. Drosophila Information Service, 95: 94-96.
- Pape, T., Blagoderov, V., & Mostovski, M. B. (2011). Order Diptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.), Animal Biodiversity: An Out line of Higher-Level Classification and Survey of Taxonomic Richness Zootaxa, vol. 3148. pp. 222–229.
- Patel, R. K., & Patel, C. B. (1998). Biology of fruit fly, *Dacus ciliatus* Loew (Tephritidae: Diptera) infesting little gourd, *Coccinia indica* W. & A. Gujarat Agricultural University Research Journal 23(2): 54-60;
- Redha, S., AL-Jorany, Flaih, S. K., Alhamawandy, S. A., & Al-saffar, H. H. (2016). New Record of *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera; Agromyzidae) in Baghdad, Iraq. Int.J. Curr. Microbiol. App. Sci. 5(5): 205-211.
- Rendón, P., D., McInnis, Lance, D., & Stewart, J. (2004). Medfly (Diptera: Tephritidae) genetic sexing: large-scale field comparison of males-only and bisexual sterile fly releases in Guatemala. J. Econ. Entomol. 97: 1547–1553.
- Rice, R. (2000). Bionomics of the olive fruit fly *Bactrocera (Dacus) oleae*. University of California Plant Protection Quarterly, 10, 1-5.
- Ristich, S. S. (1950). Biology of seed-corn maggot, *Hylemya cilicrura* (Rondani), and preliminary studies on its control. Ph.D. dissertation, Cornell University, Ithaca, New York.
- Rumbos, I. C. (1988). *Cytospora oleina* causing canker and dieback of olive in Greece. Plant Pathology, 37: 441-444.
- Sabrosky, C. W. (1989). Chloropidae. In: Evenhuis N.L., ed. Catalog of the Diptera of the Australasian and Oceanian Regions, 650-665. Bishop Museum Press, Honolulu & E.J. Brill, Leiden.

- Sanborn, S. M. (1981). European corn borer management on snap beans; seedcorn maggot in relation to snap bean root rot; and seedcorn maggot development in relation to temperature. Ph. D. dissertation, University of Wisconsin, Madison. 124 pp.
- Sasakawa, M. (2005). The Neotropical Agromyzidae (Insecta: Diptera). Part 6. New or Little-known Species from El Salvador and Guatemala. *Species Diversity*, 10 (3): 151-169.
- Scheirs, J., L. Bruyn & M. von. Tschirnhaus. (1999). Agromyzidae (Diptera) of the nature reserve "Etang de Virelles": faunistics and life-history aspects. *Bulletin S.R.B.E./K.B.V.E.*, 135: 152-158.
- Shoukry, A., & Vehafez, M. (1979). Studies on the Biology of the Mediterranean Fruit Fly *Ceratitis capitata*, <https://onlinelibrary.wiley.com> (Erişim Tarihi: 21 Ocak 2018).
- Spencer, K. A. (1989). Family Agromyzidae. In: Evenhuis, N.L. [Ed]. Catalog of the Diptera of the Australasian and Oceanian Regions. Bishop Museum Special Publication, 86: 538-547 pp.
- Schmid, R. B., Mccornack, B. P., Knutson, A., & Giles, K. L. (2018). Hessian Fly (Diptera: Cecidomyiidae) Biology and Management in Wheat. *Journal of Integrated Pest Management*, 9(1): 14; 1-12.
- Sertkaya, E., Yiğit, A., & Telli, S. (2006). Antakya ve çevresinde Biber galsineği, *Asphondylia capsici* Barnes (Diptera: Cecidomyiidae)'nin zarar durumu ve parazitotitleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 30 (3): 223-234.
- Silva, M.de & Chreil, R. (2023). Biology and Management of Spotted Wing Drosophila (*Drosophila suzukii*). *Tree Fruit Insects Series*, (1) 32-38.
- Skuhravá, M., Skuhravý, V., & Brewer, J. W. (1984a). Biology of gall midges. In: Anan- thakrishnan T. N. (ed.) *Biology of Gall Insects*. Oxford + IBH Publishing Company, New Delhi, Bombay, Calcutta, pp. 169-222.
- Skuhravá, M., Skuhravý, V. & Brewer, J. W. (1984b). The distribution and long-term changes in population dynamics of gall midges (Cecidomyiidae, Diptera) on cereals in Europe. *Cecidologia Internationale* 5,1-5.
- Skuhravá, M. (1997). Chapter 2.7. Family Cecidomyiidae. In: Papp, L. & Darvas, B. (eds.) *Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera (with special reference to flies of economic importance)*. Nematocera and Lower Brachycera Vol. 2. Science Herald; Budapest, pp. 71-204.
- Skuhravá, M. (2006). Species richness of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) in the main biogeographical regions of the world. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 69, 327-372.
- Smith, I. M., Mcnamara, D. G., Scott, P. R., & Holderness, M. (1997). *Liriomyza bryoniae*. In: *Quarantine Pests for Europe*, 2nd Edition. Wallingford, Oxon, UK, CAB International.
- Stibick, J. N. L. (2004). Natural Enemies of True Fruit Flies (Tephritidae). United States Department of Agriculture (USDA). pp 8-10.
- Strong, F. E., & Apple, J. W. (1958). Studies on the thermal constants and seasonal occurrence of the seed-corn maggot in Wisconsin. *Journal of Economic Entomology* 51: 704-707.
- Taşlıoğlu, B., Tarhanacı, B., & Atay, T. (2024). Two new invasive species for Tokat province: *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 and *Zaprionus tuberculatus* Malloch, 1932 (Diptera: Drosophilidae). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 41(2) 112-116.
- Tochen, S., Dalton, D. T., Wiman, N., Hamm, C., Shearer, P. W., & Walton, V. M. (2014). Temperature-Related Development and Population Parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on Cherry and Blueberry. *Environ Entomol.*43(2): 501-510. (2014); DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/EN13200>.
- Thomas, M. C., Heppner, J. B., Woodruff, R. E., Weems, H. V., Steck, G. J., & Fasulo, T. R. (2010). Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae). University of Florida, IFAS Extension, EENY-214.

- Tsacas, L., Lachaise, D., & David, J. R. (1981). In Genetics and Biology of *Drosophila*, (Ashburner, Tschirnhaus, M. & Nartshuk, E.P. 2012. *Oscinella* Becker, 1909 (Insecta, Diptera, CHLOROPIDAE): proposed conservation by reversal of precedence with *Melanochaeta* Bezzi, 1906 and *Pachychaetina* Hendel, 1907. Bulletin of Zoological Nomenclature, 69, 37-43.
- Van Zuijlen, J. W. A. (2009). *Geomyza hac kmani* (Diptera: Opomyzidae) new for the fauna of Belgium. *Phegea*, 37(2): 79–80
- Vatansever Sakin, G. (2023). Edremit Körfezi zeytinliklerinde *Dasineura oleae* Angelini'nin (Diptera: Cecidomyiidae) bulaşma ve parazitlenme oranları ile parazititlerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.* 27 (1), 159-173.
- Vayssières, J. F., Carel, Y., Coubes, M., & Duyck, P. F. (2008). Development of immature stages and comparative demography of two cucurbit-attacking fruit flies in Reunion Island: *Bactrocera cucurbitae* and *Dacus ciliatus* (Diptera: Tephritidae). *Environmental Entomology*, 37 (2): 307-314.
- Vayssières, J. F. & Da, I F. (2002). "Responses of the Ethiopian fruit fly, *Dacus ciliatus* Loew (Diptera: Tephritidae), to coloured rectangles, spheres and ovoids, 111-116". In: Proceedings of the 6th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance (6-10 May 2002, Stellenbosch, South Africa), 510 pp.
- Ventsislavov, V., & Krusteva, H. (2006). Effect of planting date on density dynamics and damage rate of *Opomyza florum* Fabr. (Diptera: Opomyzidae) in winter wheat. *Plant Prot.* XVII: 54–62.
- Vickerman, G. (1982). Distribution and abundance of adult *Opomyza florum* (Diptera: Opomyzidae) in cereal crops and grassland. *Ann. Appl. Biol.* 101 (3): 441–447.
- Vossen, P.M., & Kicenik Devarenne, A. (2006). Comparison of mass trapping, barrier film, and spinosad bait for the control of olive fruit fly in smallscale orchards and landscapes in coastal California. *Olivebioteq, Marsala*, 2, 267-274.
- Vrdoljak, J.; Padró, J.; De Panis, D.; Soto, I.M.; & Carreira, V.P. (2019). Protein–alkaloid interaction in larval diet affects fitness in cactophilic *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 127, 44–55.
- Yaşarakıncı, N., & Hıncal, P. (2000). İzmir İlinde Örtüaltı Biber Yetiştiriciliğinde Bulunan Zararlılar ile Doğal Düşmanları ve Popülasyon Gelişmeleri Üzerinde Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 40 (3-4), 135-152.
- Yıldırım, E. M., Unay, A., & Civelek, H. S. (2010). The effect of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on some leaf characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8 (3&4):839-841.
- Young, J. E. B., & Ellis, S. A. (1996). Impact of changes in arable agriculture on the biology and control of wheat bulb fly. Home Grown Cereals Authority.
- Walsh, D. B., Bolda, M. P., Goodhue, R. E., Dreves, A. J., Lee, J., Bruck, D. J., Walton, V. M., O'Neal, S. D., & Zalom, F. G. (2011). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive Pest of Ripening Soft Fruit Expanding its Geographic Range and Damage Potential. *J. Integ. Pest Mngmt.* 2(1): 2011; DOI: 10.1603/IPM10010.
- Weintraub, P. G., Scheffer, S. J., Visser, D., Valladares, G., Soares Correa, A., & Shepard, B. M. (2017). The invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): understanding its pest status and management globally. *Journal of insect Science*, 17: 28. doi: 10.1093/jisesa/iew121
- Weems, H. J. (1981). Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Entomology Circular, Fla. Dept. Agric. And Consumer Services*, 8: 230.
- Weems, H. V., & Nation, J. L. (2023). Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Insecta: Diptera: Tephritidae). University of Florida Extension. EENY-113.

- White, I. M., & Elson-Harris, M. M. (1992). Fruit flies of economic importance: their identification and bionomics. Wallingford, CAB International.
- Woods, B., Lacey, I., Brockway, C., & Johnstone, C. (2005). Hosts of Mediterranean Fruit Fly *Ceratit  capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) From Broome and the Broome Peninsula, Western Australia, Australian Journal of Entomology, 44(4): 437–441.
- Woltz, J. M., & Lee, J. C. (2017). Pupation behavior and larval and pupal biocontrol of *Drosophila suzukii* in the field. *Biological Control*, 11062-69.
- Wreikat, B., Ghabeish, I., & Khalif, H. (2025). Epidemiological Prediction Study of Olive Fly *Bactrocera oleae* (Rossi). International Journal of Agriculture and Biosciences, 14(2): 276-282.
- Zagovora, A., Kravchenko, A., & Budennaja, K. (1981). Opomyza on wheat. Zashita Rastanii 10: 44–45.

INTEGRATED PEST MANAGEMENT APPROACHES WITHIN THE FRAMEWORK OF WEED INSECT INTERACTIONS

Mine ÖZKİL^{1*}
Doğancan KAHYA²

Introduction

The continuous and rapid growth of the global population, coupled with the stagnation or even decline of cultivable areas as observed in countries such as Türkiye due to industrialization and urban expansion raises significant concerns about future food security (Mengüç, 2018). Along with the decrease in agricultural land, changes in ecosystems, and the increasing resistance observed in pests (Keçici et al., 2022; Akyol et al., 2024; Arpacı et al., 2024; Türkay et al., 2024), diseases, and weeds encountered during the cultivation of crops, farmers are facing challenges in maintaining the balance between supply and demand (Ziska, 2020). Agricultural production suffers considerable losses due to both biotic (Bozbuga 2022; Yüksel et al., 2023; Bozbuga et al., 2025) and abiotic factors. It is estimated that weeds account for approximately 32% of these losses, pests 18%, and pathogens 15% (Van Evert et al., 2017). Across the world, as well as in Türkiye, diseases, pests, and weeds remain among the most significant factors limiting agricultural productivity. If uncontrolled, these plant protection challenges can result in yield losses of up to 100% (Mengüç, 2018).

Since the dawn of agriculture, weeds have caused major yield and quality losses in cultivated crops (Délye et al., 2013; Jabran and Chauhan, 2018). By competing with crops for essential resources such as water, light, and nutrients, weeds hinder crop growth and are generally defined as plants that grow in undesired locations, causing more damage than benefit (Edwards and Hannah, 2014). In the absence of biotic or abiotic constraints (e.g., humans, animals, microorganisms), weeds can easily dominate the habitats they occupy (Özer et al., 2003). Due to their genetic diversity and competitive ability, weeds can adapt and thrive in a wide variety of environments from agricultural fields and pastures to archaeological sites, railway embankments, and recreational areas (Uygur and Uygur, 2010). The economic losses caused by weeds have reached alarming levels worldwide (Combella, 1987; Pimentel, 2009).

Weeds are increasingly viewed within conceptual frameworks that aim to describe and analyse biodiversity in relation to human activities and the utilization of natural systems (Gerowitt et al., 2017). All agricultural practices carried out by farmers influence the composition and density of weed species present in a given area (Hawes et al., 2010; Flohre et al., 2011). Therefore, in addition to their harmful effects, weeds can contribute to biodiversity, and weed management strategies should aim to minimize economic damage while maximizing biodiversity. Weeds are simultaneously part of biodiversity and among the main limiting factors in agricultural production. Nonetheless, they also play a crucial ecological role in supporting biodiversity within agroecosystems (Marshall et al., 2003; Oerke, 2006; Petit et al., 2011; Navas, 2012; Gerowitt et al., 2017).

Within ecosystems, weeds are plant species capable of adapting to different geographical regions, climates, and soil conditions. They can survive and reproduce even under harsh environmental circumstances (Yıldırım and Ekim, 2003). Their strong competitive ability enables them to directly affect crop performance in agroecosystems (Davis and Webster, 2005). Their adaptability and genetic variability facilitate their spread across both agricultural and non-agricultural environments (Uygur and Uygur, 2010).

¹ Biological Control Research Institute, mine.ozkil@tarimorman.gov.tr

² Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, kahyadogancan@gmail.com

Historically, as agriculture has aimed for economic gain, weeds by reducing yield and profit have been viewed as major obstacles requiring control. A sound understanding of the relationship between weeds and crops is crucial for effective management (Colbach et al., 2014). Weeds are among the main constraints to crop productivity, as their competitive traits and rapid population development allow them to dominate agricultural areas (Işık and Akça, 2018). The fundamental principle of weed control is to optimize land use while minimizing undesirable weed effects. Effective management must simultaneously consider social, environmental, and economic factors to ensure sustainability (Radicetti and Mancinelli, 2021).

Uncontrolled human activities have destroyed many natural habitats, reducing the genetic diversity of cultivated plants (Farmer and Cook, 2013). Intensive farming practices involving excessive soil tillage, fertilizer, and pesticide use have led to a marked decline in biodiversity (Wilson et al., 2003; Radzikowski et al., 2020). To enhance biodiversity in agricultural landscapes, it is essential to adopt agricultural practices that conserve species richness both within and around cultivated areas (Marshall, 2009). Furthermore, the Integrated Weed Management Strategy (IWMS), which combines multiple complementary control methods, offers a sustainable alternative to conventional chemical control by reducing herbicide dependence and promoting biodiversity in agroecosystems (Bastiaans et al., 2008).

Since all food chains are fundamentally based on plants, weeds play an important ecological role by providing food, shelter, and breeding sites for many organisms (Macfadyen et al., 2009; Evans et al., 2011). Consequently, a decline in weed diversity can negatively impact higher trophic levels within the food web (Seibold et al., 2019). In particular, invertebrate species closely associated with specific weed taxa may disappear along with their host plants (Marshall et al., 2003).

Weed biodiversity is essential in all ecosystems but particularly critical in agroecosystems, where it influences the diversity of other living organisms. Therefore, weed management should be conducted with biodiversity conservation in mind, ensuring that the ecological contributions of weeds are recognized alongside their economic impact.

As in many other countries, pesticide use remains the primary method of plant protection in Türkiye, with herbicides representing the largest share of global pesticide consumption. However, excessive and improper use of herbicides has led to herbicide toxicity, which poses risks to the environment, non-target organisms, and human health, threatening future generations (Mengüç, 2018). Continuous reliance on the same control methods has resulted in the emergence of numerous herbicide-resistant weed populations (Heap, 2025), increasing the prevalence of difficult-to-control species and causing biodiversity loss (Vandermeer et al., 1998). Therefore, implementing sustainable agricultural practices is of critical importance. To improve the yield and quality of agricultural products, modern agricultural techniques and inputs must be used responsibly and judiciously (Mengüç, 2018).

Biodiversity and Insects

The origin of insects dates back to the Carboniferous geological period, during which they began a continuous and dynamic process of diversification that has persisted to the present day. Today, insects exhibit an extensive distribution, ranging from the upper layers of the atmosphere to freshwater ecosystems and, to a limited extent, marine environments. Although they primarily inhabit terrestrial ecosystems, insects are profoundly influenced by environmental factors and engage in a wide range of ecological interactions with other organisms. Their ability to adapt to diverse biotopes and ecological niches has not only enhanced their species richness but has also facilitated their widespread dispersal across various habitats (Demirsoy, 1992).

Insects play multifaceted roles within ecosystems. Beyond serving as the primary pollinators for many plant species, they can also function as biological control agents in the suppression of weeds and other pests. Moreover, they constitute a fundamental component of the food web, serving as a key nutritional resource for numerous species such as birds and fish. Insects can also act as bioindicators for assessing environmental pollution due to their sensitivity to ecological changes. However, some insect species are recognized as significant pests, capable of causing severe damage to forest ecosystems and

cultivated crops. From a pollination perspective, bees (Hymenoptera) represent the most important group, accounting for approximately 80% of insect-mediated pollination. Additionally, flies (Diptera) and butterflies (Lepidoptera) make noteworthy contributions to pollination processes (Tüzün and Kekillioğlu, 2003; Kekillioğlu and Bostan, 2023).

There is substantial evidence indicating a strong correlation between insect biodiversity and plant species richness. For instance, Rambo and Faeth (1999) demonstrated that grazing activities reduce plant diversity, which in turn leads to a decline in insect diversity. Similarly, Hartley et al. (2003), in their study on species belonging to the order Hemiptera, emphasized that plant richness directly influences insect biodiversity. The findings of Weisser and Siemann (2004) further revealed that insects play key roles not only in terms of species diversity but also in the formation and maintenance of plant communities and ecosystems, contributing significantly to ecological processes.

Aydın (2011) reported that insect diversity reached its highest levels in afforested areas characterized by greater plant species richness compared to other habitats. In the same study, Aydın (2011) also found that agroecosystems regularly exposed to pesticides exhibited lower biodiversity and higher dominance indices, even during periods when pesticide applications were not conducted, compared to untreated agroecosystems and natural or semi-natural habitats.

These findings collectively underscore the intricate link between plant and insect diversity and highlight the critical importance of sustainable management practices that preserve both groups within agricultural and natural ecosystems.

Relationships Between Weeds and Beneficial or Harmful Insects (Predators and Parasitoids) and Their Importance in Integrated Pest Management

In ecosystems, all living organisms are interconnected through complex trophic relationships. Each organism may serve as both a consumer and a food source for others within the food web. As photosynthetic organisms, weeds constitute an important primary food resource for primary consumers. Consequently, weed biodiversity plays a critical role in supporting the food chain and sustaining ecological processes in agricultural ecosystems (Gürbüz, 2021). Pests may have also symbiotic interactions (Bozbuga et al., 2024) and pathogens (Yüksel and Bozbuga, 2025). In agricultural landscapes, weeds occupy an important niche in the management of plant pests and diseases, acting as either primary or secondary hosts. Weeds provide essential resources such as food, shelter, and breeding sites for both phytophagous insects (Marshall et al., 2003; Thomas et al., 2005; Anwar et al., 2008; Duary et al., 2014; Vásquez et al., 2015; Chandrasena et al., 2016; Singh and Singh, 2016; Htwe et al., 2019) and plant pathogens (Singh et al., 2010; Webb et al., 2012).

The primary goal of weed management in crop systems is not the complete eradication of weeds but rather maintaining their populations below economic threshold levels. Multiple ecological interactions exist between weeds and other organisms in nature such as crop-weed, insect-weed, and microorganism-weed relationships. However, the fundamental ecological mechanism linking these interactions is the flow of energy contributed by weeds to the agroecosystem. Thus, in agro ecology, it is important that not only cultivated crops but also certain levels of weed populations persist in the environment to sustain ecological balance (Norris and Kogan, 2000).

When harmful or beneficial organisms complete their entire life cycle on a particular weed species, that weed is termed a primary host. If only a portion of their life cycle occurs on one or more weed species, these are regarded as secondary hosts. Although farmers generally aim to eliminate weeds completely from agricultural fields to maximize yield, this may inadvertently disrupt the life cycles of beneficial arthropods, including predators, parasitoids, antagonists, and entomopathogens (Norris and Kogan, 2000; Capinera, 2005; Schroeder et al., 2005; Wisler and Norris, 2005; Yüksel et al., 2022; Askar et al., 2023; Akı et al., 2023; Yuksel et al., 2024). Weeds may serve as alternative hosts for pests attacking crop plants, but they can also provide habitats for beneficial organisms, acting as a biological buffer that mitigates pest outbreaks (Schroeder et al., 2005). In the absence of a primary host, both pests and beneficials may continue their development on alternative host species from related plant families

(McMaugh, 2005; Nutter, 2007; Sileshi et al., 2008). Such alternative hosts can serve as epidemiological bridges, transferring pest and pathogen inoculate between cropping seasons (Clementine et al., 2005; Nutter, 2007).

For instance, in cotton-growing areas, the presence of weed species such as *Abutilon indicum* (Link) Sweet, *Chrozophora rotleri* (Geiseler) A. Juss. ex Spreng., *Solanum nigrum* L., and *Abelmoschus ficulneus* (L.) Wight & Arn. can enhance populations of whiteflies (*Bemisia* spp. (Hemiptera: Aleyrodidae)), thereby complicating control measures. Conversely, the availability of certain weed hosts may enhance the abundance of natural enemies, facilitating effective pest suppression (Saeed et al., 2014).

Although weeds serve as essential food resources for phytophagous insects, their presence can exert both positive and negative effects on crop productivity. For example, in the absence of wheat, weeds such as *Tridax procumbens* L., *Ageratum* spp., and *Alternanthera* spp. provide nectar sources for natural enemies (Kumar et al., 2021). While this supports beneficial insect populations and indirectly improves crop performance, the risk remains that certain herbivorous insects may shift from weeds to cultivated crops, causing substantial yield losses. Moreover, weeds may act as reservoirs for beneficial species, while simultaneously facilitating the transmission of plant diseases. Thus, the distribution and abundance of insect populations (both pests and natural enemies) in agricultural fields are closely linked to weed population dynamics.

The host relationships between insects and weeds are diverse and range from highly specialized to broadly generalized feeding behaviours (Capinera, 2005). Most herbivorous insects, including crop pests, exhibit some degree of host specialization, typically feeding on specific plant families. Accordingly, understanding whether these insects are monophagous (feeding on a single plant species), oligophagous (feeding on several species within one family), or polyphagous (feeding on a wide range of hosts) is critical for integrated pest management (IPM). Polyphagous species often feed indiscriminately across available plants within limited areas, whereas monophagous species, though host-specific, tend to have broader spatial distributions (Capinera, 2005).

Feeding patterns in insects can vary with plant phenology, and polyphagous insects expand their diet range primarily in the absence of suitable hosts. These interactions are dynamic and depend on both insect traits (mouthpart morphology) and plant characteristics (allelochemical composition). Consequently, managing weed species that act as primary hosts for key crop pests is crucial. In cultivation practices, disrupting the taxonomic relationship between weeds and crops by controlling weeds closely related to cultivated species can reduce the likelihood of pest migration from weeds to crops and limit the persistence of vector insects transmitting plant diseases.

Among IPM practices, crop rotation, reduced herbicide application, and management of weeds in non-crop habitats are particularly important (Capinera, 2005). Weeds may also serve as refuges for natural enemies. Parasitic wasps and predatory insects can reproduce and build up their populations in weedy habitats before dispersing into adjacent crop fields, where they regulate pest populations (Palumbo, 2013).

For example, surveys in Chinese vegetable fields identified high levels of leaf miner flies such as *Liriomyza sativae* Blanchard, *L. chinensis* Kato, and *Chromatomyia horticola* (Goureau) (Diptera: Agromyzidae). From these hosts, 14 parasitoid species across four Hymenopteran families, Braconidae, Eulophidae, Megaspilidae, and Pteromalidae, were recovered, with *Opius caricivora* Fischer and *Chrysocharis pentheus* (Walker) being dominant. On weeds such as *Veronica undulata* Wall. and *Sonchus oleraceus* L., leaf miners exhibited parasitism rates of 48.5–68.8% in crops and up to 83.7% on weeds (Chen et al., 2003). Similar interactions have been documented for cabbage aphids (*Brevicoryne brassicae* L.), which persist on weeds in the absence of cruciferous crops (Ellis, 1992), and cotton leafhoppers (*Amrasca devastans* Ishida), which complete their development on 24 main host species among 48 total recorded (Saeed et al., 2014). In Pakistan, *Bemisia tabaci* (Genn.) populations and their parasitoids were most abundant on *Gossypium hirsutum* L., *Cucumis melo* L., and *Lantana camara* L. (Naveed et al., 2007).

Weed diversity is positively correlated with insect abundance (Schumacher et al., 2020). Many vertebrate and invertebrate seed predators significantly reduce weed seed banks, thus contributing to natural weed suppression. Increased plant diversity promotes higher insect biodiversity, including beneficial beetles (Coleoptera) (Liu et al., 2015; Koricheva and Hayes, 2018). However, such relationships are strongly influenced by agricultural practices.

In weed management systems, using competitive crop varieties and implementing ecologically informed weed control can enhance the effectiveness of biological control. Within agroecosystems, herbivores, parasitoids, and predators respond differently depending on crop and weed species composition. Weeds help sustain parasitoid and predator populations, thereby contributing to the regulation of pest outbreaks (Poggio and Ghersa, 2010).

Finally, weed seed predation represents a crucial ecological process in reducing weed pressure. The destruction of weed seeds prevents their incorporation into the soil seed bank, thus lowering infestation risks in subsequent growing seasons (Westerman et al., 2003). Seed predators, comprising insects (Kulkarni et al., 2015), birds (Holmes & Froud-Williams, 2005), rodents (Tschumi et al., 2018), and ants (Torra et al., 2016), can consume up to 90% of newly produced weed seeds, playing a vital role in the natural regulation of weed populations (Davis et al., 2011).

Conclusion

Within the scope of this review, the effects of weeds on agricultural production and ecosystem dynamics were evaluated with particular attention to their relationship with biodiversity and insects. It is well established that weeds cause significant yield losses in agricultural areas by competing with cultivated plants. However, their genetic diversity, adaptive capacity, and dispersal potential make them not only an agricultural problem but also an integral component of ecosystem functioning. In this context, weeds represent both a limiting factor for crop productivity and a crucial element in maintaining food chain continuity, supporting soil health, and enhancing biodiversity within agro ecosystems.

The multifaceted interactions between weeds and insects are of critical importance for ecosystem balance and sustainable agricultural practices. Weeds may serve as hosts or food sources for pest species, while simultaneously providing habitats and nutritional resources for beneficial insects such as predators and parasitoids. This dual role must be carefully considered in integrated weed management strategies. Particularly, reducing the use of chemical herbicides, increasing crop diversity, and promoting ecosystem services are key components for maintaining crop productivity while ensuring environmental sustainability.

As demonstrated by the studies referenced in this review, increasing plant diversity leads to greater insect diversity, thereby strengthening natural balance and biological control mechanisms in agricultural landscapes. However, excessive pesticide use disrupts this equilibrium, resulting in declines in both weed and insect biodiversity. This highlights the necessity of transitioning toward more sustainable agricultural systems.

In conclusion, viewing weeds solely as harmful components that cause economic losses represent an incomplete perspective. Weeds should be managed by taking into account their ecosystem services, their symbiotic and antagonistic relationships with insects, and their contributions to biological diversity. Therefore, future agricultural strategies should not only aim to enhance crop yields but also prioritize ecological balance and biodiversity conservation. It is anticipated that this review will serve as a valuable reference and guide for future research and planning efforts in this area.

REFERENCES

- Akı, O., Yüksel, E., İmren, M., Bozbuğa, R., & Canhilal, R. (2023). The role of storage duration and conditions on the survival and pathogenicity of entomopathogenic nematodes. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 9(2), 176-185. <https://doi.org/10.24180/ijaws.1297111>

- Akyol, G. B., Yüksel, E., Elçi, E., Bozbuğa, R., Dababat, A., İmren, M., & Toktay, H. (2024). *Heterodera schachtii* (Nematoda: Heteroderidae) Associated with Cabbage-Cultivation Systems in Anatolia Region of Türkiye. *Horticulturae*, 10(6), 635. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10060635>
- Anwar, S. A., McKenry, M.V., & Yasin, S. I. (2008). Occurrence of rice-root nematode, *Hirschmanniella oryzae* among 11 rice and 10 weed selections. Proceedings of 5th International Congress of Nematology, 13-18 July, p.198, Brisbane, Australia.
- Arpaci, B. B., Bozbuga, R., Güler, P. G., Ates, S. Y., Yildiz, H. N., & Kara, P. A. (2024). Molecular, genetic, and morphological interactions of viruses, viroids, bacteria, insects, and nematodes on pepper. In *Pepper Virome* (pp. 335-370). Academic Press. San Diego, CA 92101, United States.
- Askar, A. G., Yüksel, E., Bozbuğa, R., Öcal, A., Kütük, H., Dinçer, D., Canhilal, R., Dababat, A. A., & İmren, M. (2023). Evaluation of Entomopathogenic Nematodes against Common Wireworm Species in Potato Cultivation. *Pathogens*, 12(2), 288. <https://doi.org/10.3390/pathogens12020288>.
- Aydın, G. (2011). Biyolojik çeşitlilikte bitki-böcek etkileşimi: Tarım alanları, doğal ve yarı doğal habitatlar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 15(3), 178-185.
- Bastiaans, L., Paolini, R., & Baumann, D. T. (2008). Focus on ecological weed management: what is hindering adoption. *Weed Research*, 48, 481-491.
- Bozbuga, R. (2022). Molecular analysis of nematode-responsive defence genes *CRF1*, *WRKY45*, and *PR7* in *Solanum lycopersicum* tissues during the infection of plant-parasitic nematode species of the genus *Meloidogyne*. *Genome*, 65(5): 265-275. <https://doi.org/10.1139/gen-2021-0083>.
- Bozbuga, R., Arıdıci Kara, P., Nilufer Yıldız, H., Gök Güler, P., Haydar Erol, Ü., Özgören, B., Kahya, D., Bülent Arpacı, B. (2025). Plant Breeding for Tolerance to Biotic Stressors Including Nematodes, Diseases, and Insect Pests. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.1011650.
- Bozbuga, R., Haydar Erol, Ü., Bülent Arpacı, B., Gök Güler, P., Arıdıci Kara, P., Nilufer Yıldız, H., & Kahya, D. (2024). Perspective Chapter: Symbiotic Interactions among Plant Pests and Pathogens – Nematodes, Bacteria, Viroids, Viruses, Insects, and Other Organisms. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.1007539
- Capinera, J. L. (2005). Relationships between Insect Pests and Weeds: An Evolutionary Perspective. *Weed Science*, 53(6):892-901.
- Chandrasena, G., Jayawardane, J., Umange, S. D., & Gunawardana, A. (2016). Host range of panicle rice mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) in Sri Lanka. *Universal Journal of Agricultural Research*, 4(1): 21-24.
- Chen, X., Lang, F., Xu, Z., He, J., & Ma, Y. (2003). The occurrence of leafminers and their parasitoids on vegetables and weeds in Hangzhou area, Southeast China. *BioControl*, 48:515-527.
- Clementine, D., Antoine, S., Herve, B., & Kouahou, F. B. (2005). Alternative host plants of *Clavigralla tomentosicollis* Stal (Hemiptera: Coreidae), the pod sucking bug of cowpea in the Sahelian Zone of Burkina Faso. *Journal of Entomology*, 2(1):9-16.
- Colbach, N., Biju-Duval, L., Gardarin, A., Granger, S., Guyot, S. H., Mézière, D., & Petit, S. (2014). The role of models for multicriteria evaluation and multiobjective design of cropping systems for managing weeds. *Weed Research*, 54(6), 541-555.
- Combella, J. H., (1987). Weeds in cropping-their cost to the Australian economy. *Plant Protection Quarterly*, 2:2.
- Davis, A. S., Daedlow, D., Schutte, B. J., & Westerman, P. R. (2011). Temporal scaling of episodic point estimates of seed predation to long-term predation rates: temporal scaling of seed predation rates. *Methods in Ecology and Evolution* 2, 682e890.

- Davis, R.F., & Webster, T. M. (2005). Relative host status of selected weeds and crops for *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis*. *The Journal of Cotton Science*, 9:41-46.
- Délye, C., Jasieniuk, M., & Corre, V. (2013). Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. *Trends in Genetics* (29:11, 649-658, ISSN 0168-9525, <https://doi.org/10.1016/j.tig.2013.06.001>).
- Demirsoy, A. (1992), Yaşamanın Temel Kuralları “Entomoloji” Cilt II Kısım II. 941 SF. Meteksan A.Ş., Ankara,Türkiye.
- Duary, B., Teja, K. C., & Bhowmick, M. K. (2014). Weed problem and management in vegetable crops. *Innovative Horticulture: Concepts for Sustainable Development, Recent Trends* (Munsi, P.S., Ghosh, S.K., Bhowmick, N., Deb P., eds.), p.331-341, New Delhi Publishers, India.
- Edwards, R., & Hannah, M. (2014). Focus on weed control. *Plant physiology*, 166(3), 1087-1089.
- Ellis, P. R. (1992). The influence of weed vegetation on populations of aphids and their natural enemies. *Phytoparasitica*, volume 20:71-75.
- Evans, D. M., Pocock, M. J., Brooks, J., & Memmott, J. (2011). Seeds in farmland food-webs: Resource importance, distribution and the impacts of farm management. *Biological Conservation*, 144(12), 2941-2950.
- Farmer, G. T.; & Cook, J. (2013). Climate Change Science: A modern synthesis. In *The Physical Climate*, 1st ed.; Springer: New York, NY, USA, 2013.
- Flohre, A., Fischer, C., Aavik, T., Bengtsson, J., Berendse, F., Bommarco, R., Ceryngier, P., Clement, L.W., Dennis, C., Eggers, S., Emmerson, M., Geiger, F., Guerrero, I., Hawro, V., Inchausti, P., Liira, J., Morales, M. B., Onate, J. J., Part, T., Weisser, W. W., Winqvist, C., Thies, C., Tschamtkke, T. (2011). Agricultural intensification and biodiversity partitioning in European landscapes comparing plants, carabids, and birds. *Ecol. Appl.*, 21, 1772e1781. <https://doi.org/10.1890/10-0645.1>.
- Gerowitt, B., Bàrberi, P., Darmency, H., Petit, S., Storkey, J., & Westerman, P. (2017). Weeds and Biodiversity: *Expanding Horizons*. pp. 115–147.
- Gürbüz, R., (2021). Yabancı Otların Biyoçeşitlilik Açısından Önemi, Yabancı Ot Biliminde Güncel Konular (Mennan H ve Pala F, Editör), Iksad Publications, Ankara, s. 295-326, ISBN: 978-625-8061-67-3.
- Hartley, S. E., Gardner, S. M. & Mitchell, R. J. (2003). Indirect Effects of Grazing and Nutrient Addition on the Hemipteran Community of Heather Moorlands. *Journal of Applied Ecology*, 40: 793-803.
- Hawes, C., Squire, G. R., Hallett, P. D., Watson, C. A., & Young, M. (2010). Arable plant communities as indicators of farming practice. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 138(1-2), 17-26.
- Heap, I. (2025) The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. 28.09.2025 Available www.weedscience.org.
- Holmes, R. J., & Froud-Williams, R. J. (2005). Post-dispersal weed seed predation by avian and non-avian predators. *Agriculture, Ecosystem and Environöemt*, 105, 23e27. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.06.005>.
- Htwe, N. M., Singleton, G. R., & Johnson, D. E. (2019). Interactions between rodents and weeds in a lowland rice agro-ecosystem: the need for an integrated approach to management. *Integrative Zoology*, 14(4):396-409.
- Işık, D., & Akça, A. (2018). Assessment of weed competition critical period in sugar beet. *Journal of Agricultural Sciences*, 24(1), 82-89.
- Jabran, K., & Chauhan, B. S. (2018). Overview and significance of non-chemical weed control. In *Non-Chemical Weed Control* (pp. 1-8). Academic Press.

- Keçici, A. İ., Bozbuğa, R., Öcal, A., Yüksel, E., Özer, G., Yildiz, Ş., Lahlali, R., Slaats, B., Dababat, A. A., & İmren, M. (2022). Diversity and Identification of Plant-Parasitic Nematodes in Wheat-Growing Ecosystems. *Microorganisms*, 10(8), 1534. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081534>
- Kekillioğlu, A., & Bostan, Ö. E. (2023). Polinatör Hymenopterler (Arthropoda: Insecta). *Uluslararası İleri Doğa Bilimleri ve Mühendislik Araştırmaları Dergisi*, 7(6), 402-409.
- Koricheva, J., & Hayes, D. (2018). The relative importance of plant intraspecific diversity in structuring arthropod communities: A meta-analysis. *Functional Ecology*, 32(7), 1704-1717.
- Kulkarni, S. S., Dosdall, L. M., & Willenborg, C. J., (2015). The role of ground beetles (Coleoptera: carabidae) in weed seed consumption: a review. *Weed Science*, 63, 335e376. <https://doi.org/10.1614/WS-D-14-00067.1>.
- Kumar, S., Bhowmick, M. K., & Ray, P. (2021). Weeds as alternate and alternative hosts of crop pests. *Indian Journal of Weed Science*, 53(1):14-29.
- Liu, Y., Duan, M., Zhang, Xuzhu, Zhang, Xin, Yu, Z., & Axmacher, J. C., (2015). Effects of plant diversity, habitat and agricultural landscape structure on the functional diversity of carabid assemblages in the North China Plain. *Insect Conservation and Diversity*, 8, 163e176. <https://doi.org/10.1111/icad.12096>.
- Macfadyen, S., Gibson, R., Polaszek, A., Morris, R. J., Craze, P. G., Planqué, R., & Memmott, J. (2009). Do differences in food web structure between organic and conventional farms affect the ecosystem service of pest control? *Ecology letters*, 12(3), 229-238.
- Marshall, E. J. P. (2009). The impact of landscape structure and sown grass margin strips on weed assemblages in arable crops and their boundaries. *Weed Research*, 49: 107-115.
- Marshall, E. J. P., Brown, V. K., Boatman, N. D., Lutman, P. J. W., Squire, G. R., Ward, L. K. (2003). The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research*, 43(2):77-89.
- McMaugh, T. (2005). Guidelines for surveillance for plant pests in Asia and the Pacific. ACIAR Monograph No. 119, Australian Centre for International Agricultural Research.
- Navas, M., (2012). Trait-based approaches to unravelling the assembly of weed communities and their impact on agro-ecosystem functioning. *Weed Research*, 52, 479–488.
- Naveed, M., Salam, A., & Saleem, M. A. (2007). Contribution of cultivated crops, vegetables, weeds and ornamental plants in harboring of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) and associated parasitoids (Hymenoptera: Aphelinidae) in cotton agroecosystem in Pakistan. *Journal of Pest Science*, 80(4), 191-197.
- Norris, R. F., & Kogan, M. (2000). Interactions between weeds, arthropod pests, and their natural enemies in managed ecosystems. *Weed Science*, 48:94-158.
- Nutter, F. W. (2007). The role of plant disease epidemiology in developing successful integrated disease management programs. General Concepts in Integrated Pest and Disease Management (Ciancio, A., Mukerji K.G., eds.), p.45-79, Springer, The Netherlands.
- Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1): 31-43.
- Özer Z., Kadioğlu İ., Önen H., & Tursun N. (2003). Herboloji (Yabancı Ot Bilimi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:20 Kitaplar Serisi No:10, Genişletilmiş 3. Baskı 409 s., Tokat.
- Palumbo, J. C. (2013). Insect Weed Interactions in Vegetable Crops. VegIPM Update, 10 July, 4(13).
- Petit, S., Boursault, A., Le Guilloux, M., Munier-Jolain, N., & Reboud, X. (2011). Weeds in agricultural landscapes. A review. *Agronomy for sustainable development*, 31(2): 309-317.

- Pimentel, D. (2009). Invasive plants: Their role in species extinctions and economic losses to agriculture in the USA. In *Management of invasive weeds* (pp. 1-7). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Poggio, S. L., & Ghera, C. M. (2010). Species richness and evenness as a function of biomass in arable plant communities. *Weed Research*, 51: 241-249.
- Radicetti, E., Mancinelli, R. (2021). Sustainable weed control in the agro-ecosystems. *Sustainability*, 13(15): 8639.
- Radzikowski, P., Matyka, M., & Berbeć, A. K. (2020). Biodiversity of Weeds and Arthropods in Five Different Perennial Industrial Crops in Eastern Poland. *Agriculture*, 10(12): 636. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120636>.
- Rambo, J. L. & Faeth, S. H. (1999). Effect of Vertebrate Grazing on Plant and Insect Community Structure. *Conservation Biology*, 13 (5): 1047-1054.
- Saeed, R., Razaq, M., & Hardy, I. C. W. (2014). The importance of alternative host plants as reservoirs of the cotton leaf hopper, *Amrasca devastans*, and its natural enemies. *Journal of Pest Science*, 88(3): 517-531.
- Schroeder, J., Thomas, S. H., & Murray, L. W. (2005). Impacts of crop pests on weeds and weed-crop interactions. *Weed Science*, 53(6): 918-922.
- Schumacher, M., Dieterich, M., & Gerhards, R. (2020). Effects of weed biodiversity on the ecosystem service of weed seed predation along a farming intensity gradient. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01316.
- Seibold, S., Gossner, M. M., Simons, N. K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarlı, D., Ammer, C., Bauhus, J., Fischer, M., Habel, J. C., Linsenmair, K. E., Nauss, T., Penone, C., Prati, D., Schall, P., Schulze, E. D., Vogt, J., Wollauer, S., & Weisser, W. W. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature* 574, 671e674.
- Sileshi, G., Schroth, G., Rao, M. R., & Girma, H. (2008). Weeds, diseases, insect pests, and tri-trophic interactions in tropical agroforestry. *Ecological Basis of Agroforestry* (Batish, D.R., Kohli, R.K., Jose, S. Singh, J.P., eds.), p.73-94, CRC Press.
- Singh, R., & Singh, G., (2016). Aphids and their biocontrol. *Ecofriendly Pest Management for Food Security* (Omkar eds.). p.63-108, Academic Press.
- Singh, S. K., Khurma, U. R., & Lockhart, P. J. (2010). Weed hosts of root-knot nematodes and their distribution in Fiji. *Weed Technology*, 24(4): 607-612.
- Thomas, S. H., Schroeder, J., & Murray, L. W. (2005). The role of weeds in nematode management. *Weed Science*, 53(6): 923-928.
- Torra, J., Atanackovic, V., Blanco-Moreno, J. M., Royo-Esnal, A., & Westerman, P. R., (2016). Effect of patch size on seed removal by harvester ants. *Weed Research*, 56, 14e21.
- Tschumi, M., Ekroos, J., Hjort, C., Smith, H. G., & Birkhofer, K. (2018). Rodents, not birds, dominate predation-related ecosystem services and disservices in vertebrate communities of agricultural landscapes. *Oecologia*, 188(3): 863- 873.
- Türkay, S., Yüksel, E., Bozbuğa, R., Dinçer, D., Öcal, A., Ulaş, F., Sameeullah, M., Dababat, A., & İmren, M (2024). Occurrence and biodiversity of cyst nematodes in wheat and barley cultivation areas of Uşak Province, Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 48 (6): 947-956. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3232>.
- Tüzün, A., & Kekillioğlu, A. (2003). Ankara Vespidae (Insecta, Hymenoptera) Türleri Üzerine Faunistik Çalışmalar ve Ekolojik Gözlemler. *S.Ü. Fen-Edebiyat Fak. Fen Dergisi*, Vol 22: 97-105.
- Uygur, S., & Uygur, F. N. (2010). Yabancı otların biyolojik mücadelesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(1): 79-95.

- Van Evert, F. K., Fountas, S., Jakovetic, D., Crnojevic, V., Travlos, I., & Kempenaar, C. (2017). Big Data for weed control and crop protection. *Weed research*, 57(4): 218-233.
- Vandermeer, J., van Noordwijk, M., Anderson, J., Ong, C., & Perfecto, I. (1998). Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 67(1): 1-22.
- Vásquez, C., Colmenárez, Y., Morales-Sánchez, J., Valera, N., Sandoval, M. F., & Balza, D. (2015). Current and Potential Use of Phytophagous Mites as Biological Control Agent of Weeds. *Weed Biology and Control*, Vytutas Pilipavičius, IntechOpen.
- Webb, S. E., Adkins, S., & Reitz, S. R. (2012). Semi-persistent whitefly transmission of squash vein yellowing virus, causal agent of viral watermelon vine decline. *Plant Disease*, 96(6): 839-844.
- Weisser, W. W., & Siemann, E. (2004). Insect and Ecosystem Function (Weisser, W.W.; Siemann, E. editors). The Various Effects of Insects on Ecosystem Functioning. *Ecological Studies*, 173: 1-24
- Westerman, P. R., Hofman, A., Vet, L. E. M., & Van Der Werf, W. (2003). Relative importance of vertebrates and invertebrates in epigeic weed seed predation in organic cereal fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 95(2-3): 417-425.
- Wilson, W. L., Abernethy, V. J., Murphy, K. J., Adam, A., McCracken, D. I., Downie, I. S., & Ribera, I. (2003). Prediction of plant diversity response to land-use change on Scottish agricultural land. *Agriculture, ecosystems & environment*, 94(3): 249-263.
- Wisler, G. C., & Norris, R. F. (2005). Interactions between weeds and cultivated plants as related to management of plant pathogens. *Weed Science*, 53(6): 914-917.
- Yıldırım, A., & Ekim, T. (2003). Orta Anadolu bölgesi yabancı ot florası. *Bitki Koruma Bülteni*, 43(1-4): 1-98.
- Yüksel, D., & Bozbuğa, R. (2025). Plant Resistance Genes Against Nematodes: Mechanisms and Genetic Resources in Crop Protection. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 140: 102962. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2025.102962>.
- Yüksel, E., Gümüş Askar, A., Susurluk, A., Bozbuga, R., Dinçer, D., İmren, M. (2024). Genetic diversity of *Steinernema feltiae* Filipjev, 1934 (Rhabditida: Steinernematidae) and *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae) in potato production areas of Türkiye. *Turkish Journal of Entomology*, 48(2): 229-238. <https://doi.org/10.16970/entoted.1475232>.
- Yüksel, E., Imren, M., Özdemir, E., Bozbuğa, R., & Canhilal, R. (2022). Insecticidal effect of entomopathogenic nematodes and the cell-free supernatants from their symbiotic bacteria against different larval instars of *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1): 54. <https://doi.org/10.1186/s41938-022-00555-1>.
- Yüksel, E., Imren, M., Özer, G., Bozbuğa, R., Dababat, A. A., & Canhilal, R. (2023). Occurrence, identification, and diversity of parasitic nematodes in apple (*Malus domestica* Borkh.) orchards in the Central Anatolia Region of Türkiye. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 130(6): 1331-1346. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00782-0>.
- Zandstra, B. H., & Motooka, P. S. (1978). Beneficial effects of weeds in pest management-A Review. *Tropical Pest Management*, 24(3): 333-338.
- Ziska, L. H. (2020). Climate change and the herbicide paradigm: Visiting the future. *Agronomy*, 10(12), 1953.

MUZ ALANLARINDA HASTALIKLAR VE NEMATODLARA KARŞI ENTEĞRE MÜCADELE

Adem ÖZARSLANDAN¹

Giriş

Bitki paraziti nematodlar, muz plantasyonlarında yaygın olarak bulunmakta olup, tüm muz zararlıları arasında en zararlıları nematodlar olarak bilinmektedir. Bu nematodlar, ticari ihracata yönelik muz plantasyonlarında ciddi ürün kayıplarına yol açmakta ve aynı zamanda diğer muz türlerinin üretimini ve sürdürülebilirliğini önemli ölçüde kısıtlamaktadır. Muzlarda nematodlara ilişkin birçok çalışma yürütülmüştür (Wardlaw, 1961; Gowen, 1995; Sarah ve Fallas, 1996; Gowen ve ark., 2005; Wang ve Hooks, 2009). Muzlarda nematod zararı sonucu verim kaybına ilişkin ilk bulgu Ürdün Vadisi'nde elde edilmiştir (Minz ve ark., 1960). Çeşitli araştırmalar, muz plantasyonlarında önemli ekonomik kayıplara neden olan bitki paraziti nematod türleri arasında *Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne, 1949 (Tylenchida: Pratylenchidae); spiral nematod *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb, 1893) (Tylenchida: Hoplolaimidae); lezyon nematodları *Pratylenchus* spp. (Tylenchida: Pratylenchidae) ve kök-ur nematodları *Meloidogyne* spp. (Tylenchida: Meloidogynidae) türlerinin bulunduğunu bildirmiştir (Mant ve Hina, 1996; Brooks, 2004; Chavez ve Araya, 2010).

Türkiye'de yürütülen muz plantasyonu çalışmalarında *H. multicinctus*, *Helicotylenchus dihystra* (Cobb, 1893) (Tylenchida: Hoplolaimidae), *Meloidogyne incognita* (Kofoid ve White, 1919) ve *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) (Tylenchida: Meloidogynidae) türleri tespit edilmiştir (Elekcioglu, 1992; Elekcioglu ve Uygun, 1994; Özarslandan ve Elekcioglu, 2010; Özarslandan ve Dinçer, 2015). Mersin İli Bozyazı İlçesi'ndeki muz seralarında yapılan araştırmalarda, *H. multicinctus* popülasyonlarının, *Meloidogyne incognita* ve *M. javanica* popülasyonlarından daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Kasapoğlu ve ark., 2015). Ayrıca, Türkiye'deki muz plantasyonlarında spiral nematodların, kök-ur nematodlarına kıyasla daha yaygın olduğu belirlenmiştir (Özarslandan ve Dinçer, 2015; Özarslandan, 2019; Özarslandan ve ark., 2020).

Muz üretimi Güney Amerika, Güneydoğu Asya ve Afrika'nın gelişmekte olan ülkelerinde 400 milyondan fazla insan için temel gıda maddesidir ve özellikle Latin Amerika ve Karayip ülkelerinde hem uluslararası hem de yerel ticarete önemli üründür (Chabi ve ark., 2018). Bu ürünler dünyanın en değerli tarımsal ürünleri arasında yer almakta ve yıl boyunca meyve üretebildikleri ve farklı ortamlarda yetiştirilebildikleri için gıda güvenliği açısından önemli kabul edilmektedir (Ntui ve ark., 2020). Afrika'da muzlar 70 milyondan fazla insan için gıda güvenliğinin sağlanmasında ve gelir elde edilmesinde çok önemli bir rol oynamaktadır (Viljoen ve ark., 2020; Rocha ve ark., 2021). Dünya çapında farklı muz çeşitleri üretilip tüketilmesine rağmen, meyve ihracat pazarındaki önemleri göz önüne alındığında Cavendish alt grubunun çeşitleri oldukça öne çıkmaktadır.

Muz alanlarında nematodlar ana zararlı konumundadırlar. Ülkemizde muz alanlarında Spiral nematodu (*Helicotylenchus multicinctus* Cobb, 1893) ve Kök ur nematodları (*Meloidogyne incognita* (Kofoid ve White, 1919) ve *M. javanica* (Treub, 1885)) sorun olmaktadır. Spiral nematod bitki köklerinde yüzeysel kırmızımsı kahverenginden siyaha değişen renklerde lezyonlar oluşturmaktadır. Morumsu siyah lezyonlar kökte veya rizomda görülebilmekte ve kökteki lezyonlar birleşerek tüm kökü öldürebilmektedir. Kök ur nematodları ise ana ve ikincil köklerde ur oluşturmakta belirtileri düzensiz şişkinlikler şeklinde olmaktadır. Fakat kalın etli birincil köklerde ur oluşumu her zaman görülmemektedir. Nematodlar bitkinin kök vermesini engellemekte ve kök hacminin azalmasına neden olmaktadır. Nematodların doğrudan zararı yanında dolaylı olarak beslendiği alanlardan fungal

¹ Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin Üniversitesi, Silifke Mersin, Türkiye

hastalıkların (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp.) giriş yapmasına neden olarak bitki kökünün ölmesine sebep olmaktadır. Nematodların muz bitkisinin köklerinde oluşturdukları zarardan dolayı bitkilerin yeterli besin ve su alımı engellenmektedir. Dolayısıyla bitkide kök kuvvetli gelişemediği için yıkılmalar görülmekte, bitkide bodurluk, gövdede incelme, yapraklarda sarılık, yaprak sayısı ve büyüklüğünde azalma, geç çiçeklenme, hasatta gecikme, ürün döngüsünde uzama, hevenk ağırlığında azalma, meyve iriliği ve ağırlığının düşmesi gibi belirtiler görülmekte ve önemli verim kayıplarına yol açmaktadır. Nematod zararı sonucu bitkide yapraklar üst üste çıkar ve bitkide yığılma görülür. Bu bitkilerde ya çiçeklenme olmaz veya verim kaybına neden olurlar. Nematodlar zararı sonucu pazarlanamaz meyve oluşumuna neden olurlar. Muz alanlarında bitki paraziti nematodlar tarafından zaten zarar görmüş olan kök sistemi su ve besin alamadığından kayıplar daha şiddetli hale gelir ve bitkilerin devrilmesine neden olurlar. Dolaylı olarak nematodlardan dolayı zarar görmüş köklere fungal hastalıklar içinde giriş kapısı açarak muz bitkisinin mantar patojenleri için bir besin temeli görevi görerek istilalarını kolaylaştırır ve *Fusarium* solgunluğu da dahil olmak üzere çoklu enfeksiyonlara neden olurlar (Rocha ve ark., 2020).

Muz bahçelerinde nematod yönetimi esas olarak kimyasal nematisitlerin kullanımına dayanır. Bununla birlikte, pahalı olmalarının yanı sıra, nematisitler çevresel bozulmaya neden olabilir, meyvelerde kalıntı bırakma, yeraltı sularını kirletme ve hedef olmayan organizmaları etkileme potansiyeline sahip olabilir ve uygulayıcılar için toksisite riski oluşturabilir (Sankar ve ark., 2020).

Mikoriza kökte kolonizasyon olduğunda nemli tropikal bölgelerde köklerin büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan fosfor ve kritik besin maddesi başta olmak üzere besin alımını iyileştirdiğini bildirmişlerdir (Govindarajulu ve ark., 2005). Mantarlar ve bitki kökleri arasındaki bu simbiyotik ilişki, kök gelişimine ve genel bitki sağlığına yardımcı olmuş, bu da artan büyüme oranları ve potansiyel olarak daha yüksek meyve verimi ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Kahiluoto ve ark., 2005) Mikorizanın fotosentetik aparatı koruduğunu ve su kullanım verimliliğini artırdığını, olumsuz koşullar altında yaprakların en iyi şekilde çalışmasını sağladığını ve böylece daha güçlü büyümeyi teşvik ettiğini ortaya koymuştur (Bowles ve ark., 2016). Mikorizanın simbiyotik ilişkisinin su ve besin alımını iyileştirdiği ve bunun da muz biticilerinin büyümesini artırdığı açıktır. Daha önceki çalışmalar, örneğin, Marzban ve ark. (2017) ve Ebbisa (2022) AMF ile nitrojen sabitleyici bakteriler gibi diğer faydalı toprak mikroorganizmaları arasındaki etkileşimin, besin kazanımı üzerinde sinerjik etkilerle sonuçlandığını bildirmektedir. Bu simbiyotik ilişki, stres koşulları altında bitki direncini ve verimini artırmak için hayati öneme sahip olduğu bildirilmiştir (Khaliq ve ark., 2022). Benzer şekilde, AMF-bitki konukçu simbiyotik ilişkisi, stres toleransını teşvik ederek ve ikincil metabolizmayı iyileştirerek daha fazla bitki verimliliğine katkıda bulunur, böylece ürünün besin değerini artırdığı bildirilmiştir (Marzban ve ark., 2017). Özellikle AMF'nin besin alımını ve genel bitki sağlığını artırma üzerindeki etkisi, onları özellikle organik tarım sistemlerinde sürdürülebilir tarım uygulamaları için vazgeçilmez olarak konumlandırıyor. AMF'nin bitkilere sağladığı birçok önemli fayda arasında kök hastalıklarını korumak, topraktan su ve besin maddelerini (özellikle P) emme yeteneklerini artırmak ve aşırı sıcaklık, pH ve nem stresinin etkisini azalttığı bilinmektedir. Mikoriza aşılmasının muz meyvesi verimini artırırken hasat süresini kısalttığını ortaya koydu. Muz bitkisinin büyümesinde gözlenen artışa, ürün süresinin kısalmasına ve meyve veriminin artmasına mikorizanın etkisinin olduğu görülmektedir. Muhtemel bir neden, mikorizanın genel besin konsantrasyonlarını artırmak yerine üreme dokularına daha fazla besin alımını artırarak verimi artırdığı saptanmıştır (Cheng ve ark., 2022). Mikorizanın bitki P gereksinimlerinin %90'ına kadar katkıda bulunabileceğini gözlemledi. Örneğin, mikorizal olmayan köklerin etrafındaki P tükenme bölgesi sadece 1-2 mm'ye, neredeyse bir kök kılının uzunluğuna kadar uzanırken, AMF'nin ekstra radikal hifleri kökün 8 cm veya daha fazla ötesine uzanır ve bu daha büyük toprak hacmindeki P'yi konukçuya aşılannmış bitkiler için kullanılabilir hale getirir. (Zhang ve ark., 2019). AMF, doğal mikoriza olmadan steril toprakta yetiştirilen aşılannmamış bitkilere kıyasla, aşılannmış tüm bitkilerin bitki dokusunda yüksek seviyelerde N, P ve K bulunduğundan, bitki beslenme durumunu iyileştirdiği bildirilmiştir (Bowles ve ark., 2016; Sahodaran ve ark., 2019), AMF'nin süttan kesme ve sertleşme aşamalarında muz bitkisinin büyümesini iyileştirmedeki yeni rolünü göstermektedir. AMF aşılması sadece bitki büyümesini hızlandırmakla kalmaz, aynı zamanda hasat süresini de kısaltarak üretim maliyetlerini düşürmeye yardımcı olur. AMF, hasat süresini kısaltarak ve daha güçlü kök sistemlerini

teşvik ederek, ticari doku kültürü laboratuvarlarının daha dayanıklı muz bitkilerini üretmesini sağlar. Bu yaklaşım, kaynak kullanım verimliliğini artırarak, kimyasal girdileri azaltarak ve toprak sağlığını iyileştirerek sürdürülebilir tarıma katkıda bulunur ve muz yetiştiriciliğine hem ekonomik hem de çevresel faydalar sunmaktadır.

Toprak sağlığını iyileştirmeyi amaçlayan diğer yönetim alternatifleri, temel olarak uygun agronomik uygulamaların uygulanmasına, örtü bitkilerinin kullanımına veya organik değişikliklerin ve biyolojik kontrol ajanlarının (BCA) uygulanmasına dayanmaktadır (Dita ve ark., 2018). Bu anlamda, toprak mikroorganizmaları, besin alımını, hastalık direncini, bitki savunma tepkisini ve çeşitli biyotik ve abiyotik streslere toleransı artırarak, özellikle rizosfer bölgesini kolonize edenler, bitki sağlığı ve korunmasında temel bir role sahiptir (Raaijmakers ve ark., 2009; Liu ve ark., 2021).

Organik madde ve yenilenmesi, toprak sağlığı yönetimi programlarının önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin çoğu, organik madde içeriği ve kalitesinin bir fonksiyonudur. Toprağa organik madde eklenmesi çeşitli ve önemli biyolojik aktiviteleri etkiler. Serbest yaşayan ve bitki paraziti nematodların çeşitliliği ve sayısı, dönüşümlü bitkiler, örtü bitkileri, yeşil gübreler ve diğer organik madde kaynakları tarafından değiştirilir. Toprak yönetimi programları, toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik parametrelerini iyileştirmek ve bitki paraziti nematodları ve toprak kaynaklı patojenleri baskılamak için uygun organik malzemelerin kullanımını içermelidir. Organik madde ilavelerinin üretim sistemindeki büyük ve küçük bitki paraziti nematodların faaliyetleri üzerindeki etkilerini izlemek kritik öneme sahiptir (Widmer ve ark., 2002). Organik maddenin hastalık yönetimi seçeneği olarak yıllık olarak kullanıma sunulması, toprak sağlığı ve verimliliğinin genel sürdürülebilir yönetiminde önemli bir bileşen haline gelmiştir. Yüksek seviyelerde organik maddenin, özellikle toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini büyük ölçüde iyileştireceği ve böylece verimliliği artıracığı iyi bilinmekte ve belgelenmektedir. Ancak, çeşitli organik madde kaynaklarının topraktaki genel biyolojik aktiviteler üzerinde ve özellikle belirli patojenler ve bunların yol açtığı hastalıklar üzerinde farklı etkileri vardır. Toprak nematodları ve bitki paraziti nematodları, özellikle münavebe ve örtü bitkisi artıkları, yeşil gübreler, kompostlar veya diğer toprak düzenleyicileri şeklinde eklenen organik maddelerden etkilenir. Toprak yönetim programları, toprak kalitesini iyileştirmek ve nematodlar da dahil olmak üzere toprak kaynaklı patojenleri baskılamak için uygun organik düzenleyicilerin kaynağını ve kalitesini içermelidir. Üretim sistemindeki ana ve ikincil bitki paraziti nematodların ve diğer toprak kaynaklı patojenlerin aktiviteleri üzerindeki organik madde ilavelerinin etkilerinin izlenmesi kritik öneme sahiptir. Bitki hastalıkları yönetimi karmaşık ve zorlu bir bilimdir. Genel olarak, yönetim stratejileri hem zamana hem de konuma göre değişen çok sayıda faktörden etkilenir. Uygun bir yönetim stratejisi seçerken, yalnızca söz konusu hastalık değil, aynı zamanda hastalığı doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen faktörler de dikkate alınmalıdır. Örneğin, bir hastalığı sınırlayan ancak başka bir hastalığı teşvik eden münavebe bir ürün seçmek, bir yerde uygun bir seçenek olmayabilir, ancak başka bir yerde uygun hastalık kontrolü sağlayabilir. Ürün çeşitleri, farklı iklim koşulları, toprak koşulları veya hastalık baskısı seviyeleri altında öngörülemeyen tepkiler verebilir. Çoğu zaman, bir patojenin patotipleri veya ırkları bir çeşit tarafından kolayca kontrol edilebilirken, bir diğeri tarafından kontrol edilemeyebilir. Bazı durumlarda, bir ürün performans hedefine ulaşmak için yüksek gübreleme gerekebilir, ancak ilave azot, ürünün bir veya daha fazla hastalığa veya böceğe karşı duyarlılığını artırabilir. Sonuç olarak, ekonomik ve yetiştirici endişeleri dikkate alınmalıdır. Bunlar, sürdürülebilir bir toprak yönetim programının bir bileşeni olarak etkili bir hastalık yönetim stratejisi geliştirirken dikkate alınması gereken birçok faktörden sadece birkaçıdır. Başarılı yönetim stratejileri genellikle birden fazla bileşene sahiptir ve entegre zararlı yönetimi (IPM) ilkelerini kullanır. Böyle bir toprak-IPM stratejisi, hastalığı azaltmak, verimi artırmak, çevresel hasarı en aza indirmek, dirençli patojen türlerinin oluşumunu önlemek ve yüksek kaliteli ürünler üretmek için farklı hastalık kontrol yöntemlerinin bir kombinasyonunu kullanır. Ancak, IPM programları, zararlı biyolojisi hakkında daha yoğun bilgi ve daha fazla yönetim çabası gerektirdiğinden pahalı olabilir. Nematod yönetimi, IPM stratejileri kullanan alternatif kontrol yöntemlerinin kullanımından büyük ölçüde yararlanabilir. Nematod dirençli çeşitlerin seçilmesi, uygun örtü bitkilerinin kullanılması ve antagonistik yeşil gübre ve kalıntıların uygulanması, baskılayıcı toprakların ve sürdürülebilir tarım

uygulamalarının geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Baskılayıcı topraklar, aşırı kimyasal kullanımı olmadan ve yetiştiriciye daha az maliyetle nematod seviyelerini zarar eşiği yoğunluğunun altında tutabilir. Baskılayıcı toprakların geliştirilmesiyle sağlanan nematod kontrolü genellikle kimyasalların sağladığından daha uzun ömürlüdür, çevre için daha güvenlidir ve gıda arzının kirlenme riski daha düşüktür.

Sonuç olarak bir muz serasına doku kültüründe üretilmiş hastalık ve zararlılardan arı bitkiler dikilmelidir. Başka seralarda üretilen fidanlar dikilirse hastalık ve zararlılarda seramıza bulaştırmış oluruz. Bu hastalık ve zararlıları seradan temizlemek imkansız olur. Bu bitkiler dikilirken mikoriza ve trichoderma ya batırılarak dikilmelidir. Kök patojenlerine karşı korurken aynı zamanda su ve besin alımını artırarak verim ve kaliteyi artırır. Hasat süresini kısaltır ürün verimliliğini ve kaliteyi artırır. Hayvan gübresi her yıl vermeliyiz. Çünkü toprak yapısını iyileştirmenin yanı sıra toprak patojenleri de azaltıyor. Hayvan gübresi verilen yerde daha iyi kök gelişimi var. Çünkü nematod bitkinin kök vermesini engelliyor kök hacmini azaltıyor. Nematodlar hayvan gübresinin içerisinde rahat hareket edemezler aynı zamanda hayvan gübresinin içerisindeki yararlı mikroorganizmalar nematodları öldürücü etkileri vardır. Nisan ayında veya bazen mart sonuna doğru sıcaklıklar yükseldiğinde sera içerisi 40°C nin üzerine çıktığında bitkiler strese girmektedir. Sera içi sıcaklığı 40°C üstünde olduğu dönemde yaprak kenarları yanmakta, bitki iyi gelişemediğinden nematod zararı daha fazla olmaktadır. Bu bitkiler nematod zararını tolere edemediklerinden dolayı haziran ayında bitkilerde yığma görülür. Yığma yaprakların üst üste binerek çıkmasıdır. Bu bitkiler ya hevenk oluşturamaz ya da hevenkleri küçük olur. Bundan dolayı nisan ayı başlarında seralara gölge tozu atılmalıdır. Üretici sıcaklık zararını haziran ayında gördüğü için zarar oluştuktan sonra bu bitkileri kurtulamamaktadır. Sera içerisindeki sıcaklığı 36 °C üzerine çıkarılmamalıdır. Sıcaklığı düşürmek için gölge tozu kullanılmalı ve sera içerisindeki sislemeler açılarak bitkiler serinletilmelidir. Nisan ayı içerisinde oyma fidan için yavru fidan bırakılmalıdır. Temmuz ayı içerisinde oyma yapılmalıdır. Bu yeni gelişen fidana oyma fidan denilmektedir. Gelecek yıl meyve verecek yavru fidan ana bitkiden ne kadar uzakta olursa o kadar daha iyi kök verir. Bitki gelişimi ve verimi daha yüksek olur. Temmuz ayının sonunda elde edilen oyma fidan haziran ayında bırakılan fidandan daha kaliteli olmaktadır. Bunun nedeni ana bitkiden uzaklaştıkça nematod popülasyonunun düşmesidir. Nematod popülasyonu en yoğun gövdenin 0-20 cm çevresindedir. Her yıl oyma fidan yapılarak ana bitkiden uzaklaşmakta ve devamlı nematod popülasyonunu düşürmeye gidilmektedir. Eylül ayında ikinci ürün için de Nisan ayında fidan bırakılmalıdır. Bu fidanlar bırakılırken gölgede kalmayacak şekilde bırakılmalıdır. Fidan gölgede kaldığında iyi gelişmez, bitki çalışmadığı için fazla sudan dolayı fusariumdan bitki ölür. Gübreleme ve bakım işleri doğru yapıldığında nematodları tolere edebilirler. Nematod popülasyonun yüksek olduğu seralarda bitki gelişim döneminde bitkinin kök verdiği nisan ve haziran ayı başında nematod ilacı verildiğinde bitki nematodu zararını baskılayabilmektedir. Nematod zararı olmadığı seralarda hevenkler çok büyük olmakta, verim ve kalite artmaktadır. Nematod zararında verim ve kalite düşmektedir. Ürünün hasat dönemi uzamakta Kasım ayında hasat edilmesi gereken hevenk mart ayında hasat edilebilir. Sulamalar mümkün olduğu kadar sabahları yapılmalıdır. Seralar mutlaka havalandırılmalıdır. Yaz aylarında gece sıcaklığı 20°C üzerinde olduğunda sera havalandırmaları açık kalmakta bundan dolayı yaprak ve puro hastalığı oluşmamaktadır. Sonbahardan gece sıcaklığı 20°C altına düşmeye başladığı dönemde seralar gece kapalı kaldığı için nem oranı %92'nin üzerine çıkmaktadır. Bundan dolayı yaprak ve puro hastalığı oluşmaktadır. Sera sulamaları sabah yapılmalı ve sera havalandırılmalıdır. Kışın seralar kapalı kaldığında puro ve alt yapraklardan hastalıklar başlamaktadırlar. Bazen tüm yapraklar hastalandığı için fotosentez yapacak yaprak kalmadığından dolayı hevenkler kalitesiz ve pazarlanamaz ürün ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda sera nemini kontrol edemeyen üreticiler sonbaharda oluşan hevenklerin parmak ucundaki çiçekleri koparmaları da bir mücadele metodudur. İlkbaharda kırmızı örümcek zararını önlemek için seralarımızı sabahları nemlendirmemiz gerekiyor. Seralar günlük nemlendirilirse Kırmızı örümcek sorunu yaşanmaz. Sera kuru olduğunda nem oranı %50'nin altına düştüğü zaman kırmızı örümcek ciddi şekilde zarar vermektedir. Boş seraya dikimler sonbahar ve ilkbaharda dikim yapılır. Haziran ayında serada bitki varsa araya dikim yapılır.

Bitki kökleri sağlıklı olduğunda kök uzunluğu iyi olmakta su ve besin almakta sorun olmamaktadır. Bundan dolayı gövde kalınlığı artmakta, yaprak sayısı ve büyüklüğü artmakta, hevenk büyüklüğü ve ağırlığı artmakta, parmaklar uzun, kalın olmakta ve ağırlıkları artmakta, verim ve kalite artmakta, pazarlanabilir ürün ortaya çıkmaktadır (Şekil 1).



a



b



c



d

Şekil 1. Sağlıklı bitkilerdeki hevenk büyüklükleri (Fotoğraflar: Adem ÖZARSLANDAN)

KAYNAKLAR

- Bowles, T. M., Barrios-Masias, F. H., Carlisle, E. A., Cavagnaro, T. R., & Jackson, L. E. (2016). Effects of arbuscular mycorrhizae on tomato yield, nutrient uptake, water relations, and soil carbon dynamics under deficit irrigation in field conditions. *Science of the Total Environment*, 566, 1223-1234.
- Brooks, F. E. (2004). Plant-parasitic nematodes of banana in American Samoa. *Nematropica*, 65-72.
- Chabi, M. C., Dassou, A. G., Dossou-Aminon, I., Ogouchoro, D., Aman, B. O., & Dansi, A. (2018). Banana and plantain production systems in Benin: ethnobotanical investigation, varietal diversity, pests, and implications for better production. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 14(1), 78.
- Chávez, C., & Araya, M. (2010). Spatial-temporal distribution of plant-parasitic nematodes in banana (Musa AAA) plantations in Ecuador. *Journal of Applied Biosciences*, 33, 2057-2069.
- Cheng Y, Zhang L, & Li M. (2022). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and nutrient absorption of banana plants. *Front Plant Sci.* 13: 805658.
- Dita, M., Barquero, M., Heck, D., Mizubuti, E. S., & Staver, C. P. (2018). Fusarium wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research needs toward sustainable disease management. *Frontiers in plant science*, 9, 1468.
- Ebbisa, A. (2022). Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in optimizing nutrient bioavailability and reducing agrochemicals for maintaining sustainable agroecosystems. In *Arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture-new insights*. IntechOpen.
- Elekcioglu, H. (1992). Untersuchungen zum Auftreten und zur Verbreitung phytoparasitaerer Nematoden in den landwirtschaftlichen Hauptkulturen des ostmediterranen Gebietes der Tuerkei. *Plits*, 10.
- Elekçiöğlü, İ. H., & Uygun, N. (1994). Occurrence and distribution of plant parasitic nematodes in cash crops in eastern Mediterranean region of Türkiye, 409-410. In *Proceedings of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union (18-24 September 1994, Kuşadası, Aydın, Türkiye)*, 567pp.
- Govindarajulu, M., Pfeffer, P. E., Jin, H., Abubaker, J., Douds, D. D., Allen, J. W., ... & Shachar-Hill, Y. (2005). Nitrogen transfer in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Nature*, 435(7043), 819-823.
- Gowen, S. R. (1995). Pests. In 'Bananas and plantains'. (Ed SR Gowen) pp. 383–402.
- Gowen, S. R., Quénehervé, P., & Fogain, R. (2005). Nematode parasites of bananas and plantains. In *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture* (pp. 611-643). Wallingford UK: CABI publishing.
- Kasapoğlu, E. B., Yoraz, G., & Elekçiöğlü, İ. H. (2015). Investigation on population dynamics of important plant parasitic nematodes (*Helicotylenchus multicinctus*, *H. dihystra* and *Meloidogyne* spp.) (Nemata) in banana greenhouses grown in Bozyazı (Mersin).
- Khaliq, A., Perveen, S., Alamer, K. H., Zia Ul Haq, M., Rafique, Z., Alsudays, I. M., ... & Attia, H. (2022). Arbuscular mycorrhizal fungi symbiosis to enhance plant–soil interaction. *Sustainability*, 14(13), 7840.
- Liu, H., Li, J., Carvalhais, L. C., Percy, C. D., Prakash Verma, J., Schenk, P. M., & Singh, B. K. (2021). Evidence for the plant recruitment of beneficial microbes to suppress soil-borne pathogens. *New Phytologist*, 229(5), 2873-2885.
- Mani, A., & Al Hinai, M. S. (1996). Population dynamics and control of plant parasitic nematodes on banana in the Sultanate of Oman. *Nematologia Mediterranea*, 295-299.

- Marzban, Z., Faryabi, E., & Torabian, S. (2017). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and Rhizobium on ion content and root characteristics of green bean and maize under intercropping. *Acta agriculturae Slovenica*, 109(1), 79-88.
- Minz, G., Ziv, D., & Strich-hararl D, S. H. D. (1960). Decline of banana plantations caused by spiral nematodes, in the Jordan valley, and its control by DBCP.
- Ntui, V. O., Tripathi, J. N., & Tripathi, L. (2020). Robust CRISPR/Cas9 mediated genome editing tool for banana and plantain (*Musa* spp.). *Current Plant Biology*, 21, 100128.
- Elekcioglu, İ. H & Özarslandan.. A. (2010). Identification of the Root-knot nematode species (*Meloidogyne* spp.)(Nemata: Meloidogynidae) collected from different parts of Turkey by molecular and morphological methods. *Turkish Journal of Entomology*, 34(3), 323-335.
- Özarslandan, A., & Dinçer, D. (2015). Türkiye’de muz alanlarında bulunan bitki paraziti nematodlar. *Bitki Koruma Bülteni*, 55(4), 361-372.
- Özarslandan, A. (2019). New approaches for sucker selection in greenhouse banana to reduce nematode number in subtropics. *Indian Journal of Horticulture*, 76(1), 75-79.
- Özarslandan, A., Dinçer, D., & Ünlü, M. (2020). Nematode damage and management in banana in Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 44(1), 3-12.
- Raaijmakers, J. M., Paulitz, T. C., Steinberg, C., Alabouvette, C., & Moënne-Loccoz, Y. (2009). The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms.
- Rocha, A. D. J., Ferreira, M. D. S., Rocha, L. D. S., Oliveira, S. A., Amorim, E. P., Mizubuti, E. S., & Haddad, F. (2020). Interaction between *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense and *Radopholus similis* can lead to changes in the resistance of banana cultivars to Fusarium wilt. *European Journal of plant pathology*, 158(2), 403-417.
- Rocha, A. D. J., Soares, J. M. D. S., Nascimento, F. D. S., Santos, A. S., Amorim, V. B. D. O., Ferreira, C. F., ... & Amorim, E. P. (2021). Improvements in the resistance of the banana species to Fusarium Wilt: A systematic review of methods and perspectives. *Journal of Fungi*, 7(4), 249.
- Sahodaran, N. K., Arun, A. K., & Ray, J. G. (2019). Native arbuscular mycorrhizal fungal isolates (*Funneliformis mosseae* and *Glomus microcarpum*) improve plant height and nutritional status of banana plants. *Experimental Agriculture*, 55(6), 924-933.
- Sankar, C., Soorianathasundaram, K., Kumar, N., Karunakaran, G., & Sivakumar, M. (2020). Evaluation of Host Plant Resistance to *Meloidogyne incognita* in Banana Hybrids. *IRJPAC*, 21, 221-228.
- Sarah, J. L., & Fallas, G. (1996). Biological, biochemical, and molecular diversity of *Radopholus similis*. *Dirk De Waele, editors*. 1996, 50.
- Viljoen, A., Mostert, D., Chiconela, T., Beukes, I., Fraser, C., Dwyer, J., ... & Molina, A. B. (2020). Occurrence and spread of the banana fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense TR4 in Mozambique. *South African Journal of Science*, 116(11-12), 1-11.
- Wang, K. H., & Hooks, C. R. (2009). Plant-parasitic nematodes and their associated natural enemies within banana (*Musa* spp.) plantings in Hawaii. *Nematropica*, 57-74.
- Widmer, T. L., Mitkowski, N. A., & Abawi, G. S. (2002). Soil organic matter and management of plant-parasitic nematodes. *Journal of nematology*, 34(4), 289.
- Zhang, S., Lehmann, A., Zheng, W., You, Z., & Rillig, M. C. (2019). Arbuscular mycorrhizal fungi increase grain yields: a meta-analysis. *New Phytologist*, 222(1), 543-555.

DOMATES VE BİBER BİTKİLERİNDE VİROİD HASTALIK ETMENLERİ

Pakize GÖK GÜLER¹

Giriş

Viroidler yapı, işlev ve evrimsel köken gibi özellikler bakımından virüslerden farklılık göstermektedirler. Viroidler, günümüze kadar tanımlanmış olan en küçük genoma sahip (250–430 nükleotid aralığında) küçük dairesel RNA’lardan oluşan replikonlardır (Diener, 2003; Flores ve ark., 2005, 2015; Tsagris ve ark., 2008; Ding, 2009; Kovalskaya ve Hammond, 2014; Hadidi ve ark., 2017; Steger ve Riesner, 2018). Bitki virüslerinin genomları (RNA veya DNA), daha büyüktür ve replikasyonlarını, hareketlerini ve konukçu antiviral yanıtlarının baskılanmasını sağlayan en az bir veya birkaç protein kodlayabilirken, viroidler herhangi bir protein kodlama özelliğine sahip değildir (Flores ve ark., 2021). RNA virüsleri ve viroidler konukçu hücreye bağımlı biçimde çoğalmaktadırlar. Virüsler, konukçu translasyon mekanizmasını, viroidler ise transkripsiyon mekanizmasını kullanarak çoğalmalarını gerçekleştirmektedirler. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, viroid RNA’sının, konukçu RNA polimeraz II tarafından tanınarak kopyalandığını ortaya çıkarmıştır (Navarro ve ark., 2021).

Evrimsel açıdan bakıldığında, viroidler ile RNA virüslerinin farklı kökenlerden geldiği, viroidlerin, DNA ve protein temelli günümüz biyolojik sistemlerinden önce de var olduğu ve “RNA dünyasının” kalıntıları oldukları düşünülmektedir (Flores ve ark., 2014). Bazı viroidler, “ilkel dünyanın” veya başka bir deyişle “RNA dünyasının” temel imzası olan ribozimleri içermektedir. Ayrıca, son yıllarda yapılan çalışmalar, ribozim benzeri yapıların viroidlerin kökenine dair alternatif hipotezler olduğunu da gündeme getirmiştir (Flores ve ark., 2022).

Ekolojik açıdan bakıldığında ise virüslerin, mikoplazmalar ve prokaryotların da (bakteri ve arkeler) dahil olduğu birçok hücre tipini enfekte edebilirken, viroidlerin günümüze kadar yalnızca monokotiledon ve dikotiledon bitki türlerinde varlıkları belirlenmiş ve bu konukçularda virüs enfeksiyonlarına benzer semptom oluşturdıkları bildirilmiştir. İlk tanımlanan viroid olan Potato spindle tuber viroid (PSTVd)’nin, patatesten hastalığa neden olan bir virüs olduğu düşünülürken, virüsten daha küçük yapıya sahip olan bir viroid olduğu belirlenmiştir (Diener, 1971; Diener, 1972). PSTVd’nin keşfinden sonra, ikinci viroid olan Citrus exocortis viroid (CEVd)’in varlığı da keşfedilmiş ve bu keşifler kültür bitkilerinde bulunan viroidlerin bulunması açısından yapılan çalışmalara öncü olmuştur (Semancik ve Weathers, 1972).

Virüsler ve viroidlerin bitkide neden olduğu fenotipik belirtilerin benzer olması, konukçuların makroskobik düzeydeki tepkilerinin de türe özgü olmayacağını düşündürmüştür. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar, her iki etmenin de konukçu savunma mekanizmasını, özellikle de RNA susturma (RNA silencing) mekanizmasını etkileyerek bu tepkilere neden olduğu belirtilmiştir (Flores ve ark., 2022). Yapılan çalışmalar, viroid RNA’larının, bitki RNA susturma mekanizmaları tarafından küçük interferans RNA’lara (sRNA’lara) parçalanarak, konukçu gen ifadesini bozarak hastalık belirtilerini tetikleyebildiğini ortaya çıkarmıştır (Navarro & Flores, 2021).

Bu kitap bölümünde domates ve biber bitkilerinde sorun oluşturan bazı viroidlerin yapıları, sınıflandırılması, taksonomisi, taşınma şekilleri, vektörleri, epidemiyolojisi, kontrol ve hastalık yönetimi hakkında bilgiler verilmiştir.

Viroidlerin Yapı ve Sınıflandırması

¹ Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü, Yüreğir, Adana. pakize.gokguler@tarimorman.gov.tr

İlk tanımlanan viroidlerden biri olan PSTVd ile benzer özellikler taşıyan diğer viroidlerde, bazı ortak yapısal özellikler ortaya konmuştur. Bu yapılardan in vitro koşullarda çubuk benzeri ikincil yapı (Gross ve ark., 1978) ve merkezî korunmuş bölge (Central Conserved Region, CCR) viroidlerin en dikkat çeken yapısal özellikleri olmuştur (Keese & Symons, 1985). *Avocado sunblotch viroid* (ASBVd)'inin keşfi (Symons, 1981) ile viroidlerin ikinci bir yapısal gruba ayrıldığı belirlenmiştir. ASBVd'in ilk keşfinden sonra, gerçek bir viroid olmayıp viroid benzeri bir satelit RNA olabileceği düşünülsede, ASBVd'inin en dikkat çekici yönü, her iki polaritedeki RNA ipliklerinin “çekiç başı ribozim” (hammerhead ribozyme) yapıları aracılığıyla kendi kendine kesilmesi (self-cleavage) özelliğidir. Bu özelliğin, başka viroidlerde de olduğu belirlenmiştir (Hernández & Flores, 1992; Flores ve ark., 2000). Viroid replikasyonunun evrimsel kökeni açısından, kendi kendine kesilme mekanizmasının, viroidlerin “RNA dünyası” hipotezindeki evrimsel konumuna da kanıt sağladığı düşünülmektedir (Flores ve ark., 2022). Viroidler yapısal olarak iki ana grupta toplanmaktadır ve iki ayrı taksonomik aile olarak sınıflandırılmaktadırlar:

1. *Pospiviroidae* familyası: Rod-benzeri yapı ve merkezi korunmuş bölgeye (Central Conserved Region, CCR) sahip viroidler
2. *Avsunviroidae* familyası: Çekiç başı ribozim aracılığıyla kendini keserek çoğalan viroidler

Bu iki familyanın üyesi olan viroidler, yalnızca yapısal olarak farklı olmaları ile değil; aynı zamanda replikasyon bölgeleri (çekirdek ve/veya kloroplast), konukçu spektrumu ve simptom oluşturma potansiyelleri açısından da farklılıklar göstermektedirler (Navarro & Turina, 2024).

Viroidlerden farklı olarak, viroid benzeri satelit RNA'lar, viroidlerle benzer şekilde küçük, dairesel RNA molekülleri olmalarına rağmen, enfeksiyon döngülerini tamamlayabilmek için mutlaka bir yardımcı virüse bağımlı olmaktadır. Satelit RNA'lar, viroidlerle moleküler benzerlikler taşımalarına rağmen, fonksiyonel olarak bağımsız olmamaları nedeni ile viroidlerden ayrılmaktadırlar (Kalantidis ve ark., 2025).

Viroidlerin Taksonomik Sınıflandırması

Viroidler, yapısal ve fonksiyonel farklılıklarına bağlı olarak, *Pospiviroidae* ve *Avsunviroidae* olarak iki temel taksonomik ailede sınıflandırılmaktadırlar. Bu taksonomik sınıflandırma, viroidlerin RNA yapısı, replikasyon stratejileri, korunmuş gen dizileri ve hücre içindeki lokalizasyonlarına göre gerçekleştirilmiştir (Flores ve ark., 2005; Di Serio ve ark., 2014).

1. *Pospiviroidae* familyası; Yapısal olarak; Rod-benzeri ikincil yapı ve merkezî korunmuş bölge (CCR) içerirler, Asimetrik olarak “rolling-circle” mekanizması ile çekirdekte çoğalırlar. Özellikle; domates, biber ve patatesteki ciddi verim ve kalite kayıplarına yol açan ekonomik anlamda zarar oluşturan etmenlerdir. Domates ve biber yetiştiriciliğinde öne çıkan patojenler arasında; *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd), *Tomato apical stunt viroid* (TASVd), *Tomato chlorotic dwarf viroid* (TCDVd) *Columnea latent viroid* (CLVd), *Pepper chat fruit viroid* (PCFVd) etmenleri yer almaktadır. Bu viroidlerin, konukçu RNA polimeraz II'ları tarafından tanındığı ve RNA susturma mekanizmaları üzerinde ciddi gen ekspresyon bozuklukları oluşturduğu belirlenmiştir (Navarro & Flores, 2021).

2. *Avsunviroidae* familyası; Yapısal olarak; “Çekiç başı ribozim” (hammerhead ribozyme) motifine sahip, kendi kendini kesebilen RNA dizilerinden oluşmaktadırlar. Simetrik olarak “rolling-circle” mekanizması ile kloroplastlarda çoğalırlar. *Avocado sunblotch viroid* (ASBVd) ve *Chrysanthemum chlorotic mottle viroid* (CChMVd) *Avsunviroidae* familyasının en bilinen üyeleridir. Ekonomik olarak, bu grubun en bilinen üyesi avokado üretiminde ciddi kayıplara neden olan ASBVd'dir. *Avsunviroidae* familyası üyelerinin ribozim aracılı kendi kendini kesme mekanizması hem viroid biyolojisinin anlaşılması hem de RNA dünyası hipotezine kanıt sağlama açısından kritik önemdedir (Flores ve ark., 2022).

Son yıllarda yapılan filogenetik analizler, her iki familyanın üyelerinin de birbirinden bağımsız evrimsel soy hatlarına sahip olduğunu göstermektedir (Gago-Zachert, 2015). Metagenomik yaklaşımlar

sayesinde, daha önce bilinmeyen birçok viroid benzeri RNA dizisi tanımlanmıştır. Bu bulgular; mevcut sınıflandırmanın ileride genişletilebileceğini düşündürmektedir (Sabanadzovic & Abou Ghanem-Sabanadzovic, 2018; Stobbe & Roossinck, 2022).

Taksonomi: Familya, Cins ve Türler

International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV)'e göre viroidler *Avsunviroidae* ve *Pospiviroidae* olarak 2 farklı familya, 7 cins ve 44 türde sınıflandırılmıştır. *Pospiviroidae* ve *Avsunviroidae* familyalarına dahil türlerin adları, iki terimli tür adları benimsenerek değiştirilmiştir (Di Serio ve ark., 2023). Bitki patojeni olan bu viroidlere ait sınıflandırma Çizelge 1.'de verilmiştir. ICTV'nin tanıdığı tür sayısı metagenomik çalışmaların yaygınlaşmasıyla artış göstermiştir.

Çizelge 1. Bitki patojeni viroidlerin sınıflandırılması

Grup	Familya	Cins	Türlerin Binomial Adı	Tür Adı	Kısaltma
Riboviria	<i>Avsunviroidae</i>	<i>Avsunviroid</i>	<i>Avsunviroid albamaculaperseae</i>	<i>Avocado sunblotch viroid</i>	ASBVd
		<i>Pelamoviroid</i>	<i>Pelamoviroid malleusmali</i>	<i>Apple hammerhead viroid</i>	AHVd
			<i>Pelamoviroid maculachrysanthemi</i>	<i>Chrysanthemum chlorotic mottle viroid</i>	CChMVd
			<i>Pelamoviroid latenspruni</i>	<i>Peach latent mosaic viroid</i>	PLMVd
			<i>Pelamoviroid latensmelongenae</i>	<i>Eggplant latent viroid</i>	ELVd
	<i>Pospiviroidae</i>	<i>Apscaviroid</i>	<i>Apscaviroid fossulamali</i>	<i>Apple dimple fruit viroid</i>	ADFVd
			<i>Apscaviroid cicatricemali</i>	<i>Apple scar skin viroid</i>	ASSVd
			<i>Apscaviroid maculamali</i>	<i>Apscaviroid aclsvd</i>	ACFSVd
			<i>Apscaviroid etacitri</i>	<i>Apscaviroid cvd-VII</i>	CVd-VII
			<i>Apscaviroid dendrobii</i>	<i>Apscaviroid dvd</i>	DVd
			<i>Apscaviroid latensvitis</i>	<i>Apscaviroid glvd</i>	GLVd
			<i>Apscaviroid litchis</i>	<i>Apscaviroid lvd</i>	LVd
			<i>Apscaviroid latenspruni</i>	<i>Apscaviroid plvd-I</i>	PIVd-I
			<i>Apscaviroid diospyri</i>	<i>Apscaviroid pvd</i>	PVd
			<i>Apscaviroid betadiospyri</i>	<i>Apscaviroid pvd-2</i>	PVd-2
			<i>Apscaviroid austravitis</i>	<i>Australian grapevine viroid</i>	AGVd
			<i>Apscaviroid curvifoliumcitri</i>	<i>Citrus bent leaf viroid</i>	CBLVd
			<i>Apscaviroid nanocitri</i>	<i>Citrus dwarfing viroid</i>	CDVd
			<i>Apscaviroid epsiloncitri</i>	<i>Citrus viroid V</i>	CVdV
			<i>Apscaviroid zetacitri</i>	<i>Citrus viroid VI</i>	CVdVI
			<i>Apsaviroid alphaflavivitis</i>	<i>Grapevine yellow speckle viroid 1</i>	GYSVd1
			<i>Apsaviroid betaflavivitis</i>	<i>Grapevine yellow speckle viroid 2</i>	GYSVd2
			<i>Apscaviroid pustulapyri</i>	<i>Pear blister canker viroid</i>	PBCVd
		<i>Cocadviroid</i>	<i>Cocadviroid rimocitri</i>	<i>Citrus bark cracking viroid</i>	CBCVd
			<i>Cocadviroid cadangi</i>	<i>Coconut cadang-cadang viroid</i>	CCCVd
			<i>Cocadviroid tinangajae</i>	<i>Coconut tinangaja viroid</i>	CTVd
			<i>Cocadviroid latenshumuli</i>	<i>Hop latent viroid</i>	HLVd
		<i>Coleviroid</i>	<i>Coleviroid alphacolei</i>	<i>Coleus blumei viroid 1</i>	CbVd1
			<i>Coleviroid betacolei</i>	<i>Coleus blumei viroid 2</i>	CbVd2
			<i>Coleviroid gammacolei</i>	<i>Coleus blumei viroid 3</i>	CbVd3
			<i>Coleviroid epsiloncolei</i>	<i>Coleviroid cbvd-5</i>	CbVd-5
			<i>Coleviroid zetacolei</i>	<i>Coleviroid cbvd-6</i>	CbVd-6

	<i>Coleviroid</i>	<i>Hostuviroid latensdahliae</i>	<i>Dahlia latent viroid</i>	DLVd
		<i>Hostuviroid impedihumuli</i>	<i>Hop stunt viroid</i>	HSVd
	<i>Pospiviroid</i>	<i>Pospiviroid impedichrysanthemi</i>	<i>Chrysanthemum stunt viroid</i>	CSVd
		<i>Pospiviroid exocortiscitri</i>	<i>Citrus exocortis viroid</i>	CEVd
		<i>Pospiviroid latenscolumnae</i>	<i>Columnnea latent viroid</i>	CLVd
		<i>Pospiviroid alphairesinis</i>	<i>Iresine viroid 1</i>	IrVd1
		<i>Pospiviroid parvicapsici</i>	<i>Pepper chat fruit viroid</i>	PCFVd
		<i>Pospiviroid portulacae</i>	<i>Pospiviroid plvd</i>	PoLVd
		<i>Pospiviroid fusituberis</i>	<i>Potato spindle tuber viroid</i>	PSTVd
		<i>Pospiviroid apicimpeditum</i>	<i>Tomato apical stunt viroid</i>	TASVd
		<i>Pospiviroid chloronani</i>	<i>Tomato chlorotic dwarf viroid</i>	TCDVd
		<i>Pospiviroid machoplantae</i>	<i>Tomato planta macho viroid</i>	TPMVd

*Di Serio ve ark., (2023)

Başlangıçta, ICTV viroid sınıflandırması dizi benzerliğine göre yapılmaktaydı. Bunun için, türler arasındaki ayrımı belirlemek için %90 dizilim benzerliği eşiği benimsenmiş ve iki viroidin %90'dan daha az benzerlik göstermesi durumunda farklı tür, %90'dan fazla benzerlik gösteriyorsa aynı türün varyantı olarak kabul edilmesi sözkonusu iken, daha sonra ikinci ölçüt olarak; doğal ve deneysel konukçu aralığı ile semptom farklılıkları da dikkate alınarak sınıflandırma yapılmaya başlanmıştır. Bir aday viroid için, bu iki bağımsız ölçütün de karşılanmaması durumunda “geçici (tentative) viroid türü” olarak adlandırılması kabul edilmektedir (Flores ve ark., 2021).

Yapısal ve işlevsel farklılıklar temelinde viroidler iki büyük aileye ayrılmaktadır:

1. *Pospiviroidae* Familyası; Bu familya, CCR (merkezi korunmuş gen bölgesi) tipine ve TCR (terminal korunmuş gen bölgesi) veya TCH (terminal korunmuş saç tokası) yapılarının varlığı/yokluğuna göre beş cinse ayrılmaktadır (Çizelge1):

- *Pospiviroid*; *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd)
- *Hostuviroid*; *Hop stunt viroid* (HSVd)
- *Cocadviroid*; *Coconut cadang-cadang viroid* (CCCVd)
- *Apscaviroid*; *Apple scar skin viroid* (ASSVd)
- *Coleviroid*; *Coleus blumei viroid 1* (CbVd-1)

Bu familyaya dahil olan türler, bitki sağlığı açısından en fazla ekonomik öneme sahip viroid türleridir. Özellikle domates, patates, biber ve elma üretiminde karantina etmeni olan patojenler arasında yer almaktadırlar (EPPO, 2023). Bu familyanın üyeleri, bitkilerin epigenetik düzenleyici mekanizmalarını bozarak gen susturulmasına neden olmaktadır (Adkar-Purushothama & Perreault, 2018).

2. *Avsunviroidae* Familyası; RNA'nın yapısal özellikleri ve ribozim aktivitelerine göre iki cinse ayrılmaktadırlar:

Avsunviroid; *Avocado sunblotch viroid* (ASBVd), diğer viroidlerden farklı olarak %38 gibi düşük G+C içeriğine sahip, termodinamik olarak kararsız çekiçbaşı yapıları ve çubuk benzeri RNA yapıları içerir.

Pelamoviroid; *Peach latent mosaic viroid* (PLMVd), *Chrysanthemum chlorotic mottle viroid* (CChMVd), *Apple hammerhead viroid* (AHVd), %50'nin biraz üzerinde G+C içeriği, dallanmış ikincil yapıya sahip RNA yapıları içerir.

Bu familyanın üyeleri, RNA ribozim aktiviteleriyle yalnızca bitki patojeni olarak değil, aynı zamanda RNA dünyası hipotezine dair güçlü kanıtlar sunmaları nedeni ile de önem arz etmektedirler (Flores ve ark., 2022).

Konukçu İçinde Taşınma ve Sistemik Yayılım

Viroidler, enfekte ettikleri bitkilerde dokularda yalnızca lokal olarak çoğalmakla kalmaz, aynı zamanda sistemik olarak taşınarak tüm dokuları da enfekte edebilirler. Bu taşınım, bitkideki floem ve plasmodesmata aracılığı ile gerçekleşir ve viroidlerin yayılmasında kritik bir rol oynarlar (Di Serio ve ark., 2014; Flores ve ark., 2022).

1. Hücreler Arası Taşınım; Viroid RNA'ları, komşu hücelere plasmodesmata aracılığıyla geçer. Bu süreç: Küçük RNA motifleri ve konukçu proteinleri tarafından yönlendirilmektedir (Ding ve Itaya, 2007).

Pospiviroidae familyası üyelerinde, çekirdekten sitoplazmaya taşınım ve ardından plasmodesmata aracılığı ile komşu hücelere geçiş, RNA motiflerine bağlıdır. Örneğin, PSTVd'deki CCR ve terminal döngüler, taşınım sinyalleri olarak görev yapmaktadır (Zhong ve ark., 2008). *Avsunviroidae* familyası üyelerinde, çekiçbaşı ribozimler ve dallanmış RNA yapıları, hücreler arası taşınımın doğruluğunu ve hızını etkilemektedir (Flores ve ark., 2022).

2. Sistemik (Floem aracılığı ile) Taşınım; Viroidlerin floem aracılığıyla bitki dokularına ulaşmasını sağlar.

Bazı viroidler, konukçu bitkideki belirli proteinler ile kompleks oluşturarak diğer bitki dokularına taşınmaktadır. Bu kompleks yapılar, viroidlerin floemden geçişini ve yapısal bütünlüğünü koruyarak diğer bitki organlarına taşınmasını sağlar (Di Serio ve ark., 2014). Sistemik olarak taşınma, enfeksiyonun tüm bitki organlarına taşınmasını ve belirgin semptomların ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Örneğin, Pospiviroidae familyası üyelerinden olan PSTVd, patatesin yumruları da dahil tüm vejetatif organlarında sistemik semptomlar oluşturmaktadır (Takeda ve ark., 2011).

Hücre İçi, Hücreden Hücreye ve Diğer Bitki Organlarına Taşınım

Viroidler, duyarlı konukçu hücreye girdikten sonra, replikasyonun başlayacağı organelere ulaşmak için önce hücre sitoplazmasından geçerler. Örneğin, PSTVd gibi pospiviroidler RNA-protein kompleksi şeklinde çekirdeğe, ASBVd ve benzeri viroidler ise kloroplasta doğru hareket ederler. Replikasyon tamamlandıktan sonra, yeni sentezlenen viroid RNA'ları önce plasmodesmata aracılığıyla komşu hücelere, ardından floem aracılığıyla bitkinin kaynak organlarından hedef organlarına taşınır ve vasküler sistemden çıkarak daha genç ve enfekte olmamış dokulara ilerleyerek sistemik enfeksiyonu sürdürürler (Flores ve ark., 2021). Hücreden hücreye taşınmada ise, PSTVd'nin plasmodesmata aracılığıyla hareketi nükleotid dizilimleri veya ikincil yapı motifleri ile düzenlenebilmektedir (Ding ve ark., 2007). Bazı PSTVd varyantlarının, protoplastlarda çoğaldığı, bununla birlikte mekanik inokulasyon sonrası sistemik yayılım göstermediği belirlenmiştir. Bu varyantların, hücreden hücreye veya uzun mesafeli taşınımında kusurlu oldukları düşünülmektedir (Flores ve ark., 2021). Bu taşınım özelliklerinin yanı sıra PSTVd'nin, bir Pelamoviroid olan PLMVd'nin aksine, sürgün ucu apikal meristeminde hızla bölünen hücelere giremediği bildirilmiştir (Zhu ve ark. 2001). Bu durum, farklı viroid gruplarının hücre içi taşınım ve doku tropizmi açısından belirgin farklılıklar sergilediğini göstermektedir (Flores ve ark., 2021).

Uzun Mesafeli Taşınım (Floem Taşınımı); viroidler, floem aracılığıyla bitkinin diğer organlarına sistemik olarak taşınabilmektedir. Yeni sentezlenen viroid RNA'ları, inokule yapraklardan birkaç gün sonra floem aracılığıyla sürgün ucu ve kök apikal bölgelerine ulaşarak enfeksiyonu aktif büyüme bölgelerine taşıyabilirler (Palukaitis, 1987). Floem, sadece bitki besin elementleri ve metabolitleri taşımakla kalmaz, aynı zamanda bilgi akışı işlevini de üstlenerek proteinler, mRNA'lar ve küçük düzenleyici RNA'lar gibi büyük molekülleri de taşımada görev alır (Lough & Lucas, 2006). Floem taşınımı, viroidlerin patojenik potansiyelini belirlemekte; yüksek taşınım kapasitesi, bitkilerde daha şiddetli sistemik semptomların oluşumuna neden olmaktadır (Flores ve ark., 2022).

Viroid Türleri ve Familyaları Arasındaki Konukçu Aralığı Farklılıkları

Avsunviroidae familyasına giren türler daha çok plastidlerde replike olarak çoğalmaları nedeni ile dar bir konukçu aralığına sahiptir. Konukçu spesifikliği, genellikle viroidlerin RNA dizilimindeki küçük değişikliklerle ve ikincil yapı motifleri ile belirlenmektedir. Bu familyaya giren türler genellikle ilk tanımlandıkları bitki türlerini ve yakın akraba türleri enfekte ederler (Flores ve ark., 2022).

Pospiviroidae familyası üyeleri ise genellikle geniş bir konukçu aralığına sahiptirler ve genellikle bu viroidler hem otsu hem de odunsu bitki türlerini enfekte edebilmektedirler. Spesifik konukçu enfeksiyonu, yalnızca tek bir nükleotidin değişimi gibi küçük değişikliklere bağlı olarak (PSTVd etmeninde olduğu gibi) *Nicotiana tabacum* için etmenin enfeksiyöz hale gelmesine neden olabilmektedir (Wassenegger ve ark., 1996).

Konukçu Savunma Mekanizmaları; viroid enfeksiyonları durumunda bitkilerde spesifik ve sistemik savunma mekanizmalarını tetiklemekte ve RNA temelli patojenlere karşı RNA silencing (RNA baskılama) ve hücrel savunma yollarını tetikleyerek savunma mekanizmasını tetiklemektedir (Flores ve ark., 2022; Di Serio ve ark., 2014).

Hücrel ve Sistemik Savunma Mekanizmaları; viroid enfeksiyonu durumunda, hücrel stres tepkileri, özellikle salisilik asit ve jasmonik asit gibi hormonal değişimleri ve sistemik sinyal iletimini tetikleyebilmektedir (Zhang ve ark., 2025; Devi ve ark., 2025). Viroid kaynaklı kloroz, nekroz ve bodurluk gibi belirtiler, genellikle RNA silencing ve hormon metabolizmasını temel alan konukçu savunma mekanizmalarının tepkileri sonucunda ortaya çıkmaktadır (Flores ve ark., 2022). *Pospiviroidae* familyasındaki türler genellikle hücre çekirdeğinde replike oldukları için, konukçu hücrenin çekirdeği ve sitoplazma arasındaki RNA susturma sinyal odaklarına daha duyarlıdır (Flores ve ark., 2022).

Simptomatoloji: Viroid enfeksiyonlarında, konukçu bitkilerde morfolojik ve fizyolojik olarak gözle görülebilir semptom gelişimi söz konusudur. Bu belirtiler, viroid türü, konukçu türü, enfeksiyon yoğunluğu ve çevresel koşullara bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Flores ve ark., 2022; Di Serio ve ark., 2014). Morfolojik olarak gözlenen belirtiler; Yaprak belirtileri; kloroz (sararma), nekroz, yaprak deformasyonları (buruşuk ve/veya kıvrılmış yapraklar), mozaik desenler veya renk açılmaları, Sürgün ve gövde etkileri; Sürgünlerde kısalma veya düzensiz büyüme, bodurlaşma, odunsu bitkilerde kabuk çatlaması veya yarık belirtileri (CBCVd gibi viroidlerde), çiçek ve meyve belirtileri; çiçek deformasyonları, küçülmüş çiçek organları, meyve boyutunda küçülme ve renk bozulmaları, (ASBVd enfeksiyonunda avokado meyvelerinde “güneş yanığı” lezyonları) oluşturmaktadır (Saucedo Carabez, 2019).

Fizyolojik etkiler; viroid enfeksiyonları, karbon ve azot metabolizmasını, hormon sinyalizasyonunu ve fotosentez döngüsünü etkilemektedir (Di Serio ve ark., 2014). Beltiler, aynı viroid türü için farklı konukçularda ve çevresel koşullarda değişebilmektedir. Beltilerin şiddeti, viroid RNA dizilimindeki küçük değişiklikler, konukçu RNA susturma kapasitesi ve floem taşınımı ile doğrudan etkilenmektedir (Flores ve ark., 2022).

Viroidlerin Bulaşmasını Önleme ve Kontrol Yöntemleri

Viroid enfeksiyonları, bitki sağlığı ve tarımsal verim açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır. Mevcut mücadele stratejileri önleme, kültürel uygulamalar, sertifikalı viroidten arı üretim materyali kullanımı ve RNAi ve genetik direnç stratejileri gibi biyoteknolojik yaklaşımlar üzerine odaklanmaktadır (Flores ve ark., 2022; Owens ve Hammond, 2009). Ayrıca, kültürel işlemler sırasında kullanılan alet ve ekipmanların dezenfekte edilmesi, mekanik bulaşmayı önlemektedir (Hadidi ve ark., 2017). Kültürel tedbirler olarak; düşük yoğunluklu ekim ve aralıklı dikim, enfeksiyonun yayılmasını yavaşlatabilmektedir. Vektör kontrolü, viroidlerin doğrudan vektörle taşınmadığı durumlarda sınırlı etkiye sahip olmasına rağmen, bazı viroidlerin böcek vektörleri aracılığıyla yayılması nedeni ile vektörlerle mücadele çok önem taşımaktadır. *Pospiviroidae* familyası üyeleri, geniş konukçu aralığı ve sistemik taşınım yetenekleri nedeniyle, mücadelelerinde kombine önleme yöntemleri ve kültürel uygulamaların birlikte kullanılması gerekmektedir. Bazı viroid türleri doğal konukçularda sürgün apikal

meristeminin bölünme hızına ulaşamazlar ve infekte edemezler. Bu durumda, sürgün ucu ve/veya meristem kültürü ile viroidden arı bitki eldesi mümkün olabilmektedir (Matsushita ve ark., 2018).

Viroid ve RNA susturma mekanizması; RNA susturma mekanizması, bitkiler ve omurgasız canlılarda viral enfeksiyona karşı bir immün yanıt oluşturabilmektedir. Viroid-konukçu etkileşimlerinde, RNA susturmanın rolü, çekirdek ve kloroplast replikasyonlu viroidlerde vd-sRNA birikimi ile açıklanmıştır (Itaya ve ark., 2001). PSTVd, güçlü bir susturma baskılayıcı viroid olmaması nedeni ile ve RNA susturmayı engelleyememektedir (Itaya ve ark., 2007). Ancak, viroidlerin bazı gizli baskılama aktiviteleri ile, etkin replikasyonla birlikte konukçu savunma mekanizmalarını aşabildikleri öne sürülmektedir (Flores ve ark., 2022). Di Serio ve ark. (2010), RNA'ya bağımlı RNA polimeraz 6 (RDR6), ikincil siRNA'ların çift sarmallı öncüllerini üreten bir amplifikasyon devresini katalize ettiğini ve son zamanlarda, RDR6'nın belirli RNA virüslerinin sistemik yayılmasını kısıtlamada ve apikal büyüme ucuna yayılmalarını engellemede önemli bir role sahip olduğunu belirtmişlerdir. RDR6 susturulmuş *Nicotiana benthamiana* (NbRDR6i) bitkileri kullanılarak, RDR6'nın PSTVd seviyelerini düzenlemede rol oynadığını belirlemişlerdir. İn situ hibridizasyon çalışmalarında, RDR6'nın generatif ve vejetatif meristemlere PSTVd'nin erişimini kısıtlamada rol oynadığını ortaya koymuşlar ve antiviroid RNA susturma mekanizması için sağlam bir genetik kanıt sağlamışlardır. Bu durum, RNA silencing tabanlı bir savunma sisteminin bitki içerisinde viroid hareketini sınırlayabileceğini göstermektedir (Di Serio ve ark., 2010).

Patogenez ve Simptom Oluşumu

Birçok viroid türü viroid, bitki patojenleri olarak simptom oluşturma yetenekleri nedeniyle tanımlanmışlardır. Ancak günümüzde yapılan birçok çalışmada, birçok viroidin konukçuları enfekte edebildiğini, fakat herhangi bir simptom oluşturmadağını göstermektedir. Bu tür latent enfeksiyonlar, özellikle turuncgil türlerinde bildirilmiştir. Bazı turuncgil türlerinde fark edilmeden yedi farklı viroidin bulunabildiğini, simptomların yalnızca infekteli sürgünlerin hassas anaçlara aşılandığında ortaya çıktığını bildirmişlerdir (Vernière ve ark., 2004). Geniş konukçu aralığına sahip bazı pospiviroid ve hostuviroid türlerinde, bilinen toleranslı doğal ve deneysel konukçuların sayısı sürekli artmaktadır. Bunun nedeni, PSTVd, CEVd, *Tomato apical stunt viroid* (TASVd) ve *Tomato chlorotic dwarf viroid* (TCDVd)'in *Solanaceae* ve süs bitkilerinde yaygın olarak bulunduğu raporlarda meydana gelen artıştır. Simptomsuz konukçular, viroidlerin hayatta kalmasını sağlayan kaynak görevi yaparak, viroidlerin diğer duyarlı konukçulara kolayca taşınmasını mümkün kılmaktadır (Flores ve ark., 2022). Duyarlı konukçularda viroidlerin neden olduğu simptomlar, hem tüm bitkiyi (bodurluk gibi) hem de belirli organları (yapraklarda epinasti, kloroz, gövdede kısılma ve kalınlaşma, kabukta soyulma, zamklanma, meyvelerde boyut, renk ve şekil bozuklukları, abortif tohum oluşumları, yumru deformasyonları vb.) etkileyebilmektedir. Enfekteli bitkide bulunan varyantlara göre simptomlar çok hafiften şiddetliye ve hatta ölümcül düzeylere kadar ulaşabilmektedir. Yüksek sıcaklık ve ışık yoğunluğu, bitki dokularında viroid birikimini artırarak simptomların ortaya çıkmasında etkili olmaktadır (Carbonell ve ark., 2008). Bodurlaşma ve epinasti gibi viroid kaynaklı birçok simptom, hormon dengesizliğinden kaynaklanmaktadır. PSTVd'nin domatesin sürgün ucu apikal meristemine girmesi ve etkin bir replikasyon yeteneğinin sözkonusu olmadığı gözlenmiştir (Zhu ve ark., 2001). PSTVd ile infekteli domateslerde bodurlaşmanın, hücre bölünmesinin veya farklılaşmasının engellenmesinden daha çok hücre büyümesinin sınırlanmasıyla ilişkili olduğu ve bu bodurlaşmanın, genç hücrelerin hücre duvarı yapısında gevşeme sağlayan LeExp2 ekspansiyon geninin düşük regülasyonu ile pozitif korelasyon göstermesi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Qi ve Ding, 2003). Viroid patogenezinin, enfekte RNA (veya türevleri) ile belirli konukçu faktörleri arasındaki özel etkileşimlerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Aynı viroidin minimal dizilim farklılıkları olan varyantları, benzer seviyelerde birikim gösterse bile, ortak bir konukçuda çok farklı patojenik yanıtlar oluşturabilmektedir. Örneğin, PLMVd varyantlarında belirli mutasyonların patojenik özellikleri değiştirdiğini ve bu varyantlardan türeyen vd sRNA'ların konukçu mRNA'larını hedef alarak simptom oluşumunda artışa neden olduğu belirlenmiştir (Navarro ve ark., 2012). Bu durum, simptom oluşumunda viroid genomunun belirli bölgelerinin rol oynadığını göstermektedir.

Viroidlerin Taşınma Şekilleri

Vektörlerle taşınım; Uzun yıllar boyunca, viroidlerin enfekteli bitki materyalinin vejetatif çoğaltımı yoluyla veya budama aletleri ile mekanik olarak etkin bir şekilde yayılması nedeni ile viroidlerin devamlılığı ve yayılmasında böcek vektörlerinin rolü göz ardı edilmiştir. PSTVd ve TPMVd'in *Myzus persicae* ve *Macrosiphum euphorbiae* yaprak bitleri ile bulaşması durumu yapılan çalışmalarla doğrulanmıştır (Hadidi ve ark., 2022). TPMVd'in, *Myzus persicae* ile doğal olarak bulaştırıldığı ve yabancı konukçular olan *Physalis* aff. *foetens* ve *Solanum rostratum* gibi bitkilerden %97'ye varan oranlarda persistent olarak aktarılabilirdiği bildirilmiştir (Galindo ve ark., 1989).

Mekanik ve insan kaynaklı taşınım; Viroidler, vejetatif çoğaltım ve budama aletleri yoluyla mekanik olarak da taşınabilir. Özellikle domates, patates ve turuncgiller gibi ekonomik önemi yüksek bitkilerde, budama, aşılama ve diğer insan müdahaleleri sırasında aletlerin viroid ile kontamine olması, bulaşmanın başlıca yollarındandır. Viroidlerin dış ortamda dayanıklılığı oldukça yüksektir; bazı pospiviroidler, kuru ve uygun olmayan koşullarda bile birkaç gün boyunca bulaşıcı olarak kalabilmektedir. Bu durum, aletlerin ve ekipmanların yetersiz dezenfeksiyonu durumunda bulaşmanın kolayca gerçekleşmesine neden olur. Özellikle alet ekipmanlara, sodyum hipoklorit, trisodyum fosfat veya diğer dezenfektanların uygulanması, mekanik bulaşmayı önlemede etkili olabilmektedir (Li ve ark., 2015). Ayrıca, işçi hareketleri ve insan müdahaleleri de, viroidlerin seralar ve/veya tarlalar arasında yayılmasına da neden olmaktadır (Hammond ve Owens, 2006).

Tohum ve polenle taşınım; Bazı viroid türlerinde farklı oranlarda tohumla taşınım bildirilmiştir. Özellikle Pospiviroidae familyası üyelerinde, yüksek oranda tohumla bulaşmanın sözkonusu olduğu (Singh ve ark., 1991), özellikle, PSTVd, TCDVd, TASVd ve CEVd etmenlerinin domates tohumlarında bulunduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Singh ve ark., 2009; Dall ve ark., 2019). *Chrysanthemum stunt viroid* (CSVd)'in de krizantem ve domateste tohum yoluyla bulaştığı rapor edilmiştir (Chung ve Pak, 2008). Polen aracılığıyla bulaşmanın da, çiçek tozunda bulunan bazı pospiviroidlerin, tozlanma ve döllenme sırasında yeni bitkilere düşük oranda da olsa aktarılabilirdiği, doğal yayılımında sınırlı rol aldığı bildirilmiştir (Flores ve ark., 2022). *Peach latent mosaic viroid* (PLMVd)'in de deneysel olarak tozlama ile sağlıklı bitkilere taşındığı bildirilmiştir (Barba ve ark., 2007; Matsushita ve ark., 2018).

Modern Tarımın Viroid Ekolojisindeki Rolü

Kökenleri çoğunlukla bilinmese de, birçok viroid hastalığının ve bunların tespiti modern tarım uygulamalarının istenmeyen bir sonucu olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Diener (1979), viroidlerin genellikle bitkilerde ağır semptomlar oluşturduğunu, bu nedenle gözden kaçmalarının zor olduğunu ve 20.yy'dan önce tek bir viroid hastalığının rapor edilmediğini bildirmiştir. Kültür bitkilerini etkileyen birçok viral hastalığın tanımı yüzyıllar öncesine kadar uzanmaktadır (Flores ve ark., 2022). Son 100 yılda kültür bitkilerinin genetik özellikleri ve çoğaltım tekniklerinin değişmesi ile yerel, küçük ölçekte yetiştirilen ve genetik çeşitliliğe sahip olan bitki popülasyonlarının, genetik olarak büyük ölçekli monokültür olarak yetiştirilmesi ile kitlesel olarak çoğaltılır hale gelmiştir. Böylece, viroid hastalıkları insan müdahalesi ile yayılmaya başlamıştır. PSTVd etmeninin, kültür patatesinin (*Solanum tuberosum* L.) köken merkezi olan And dağlarında yetişen yabancı patates türlerinden hiç izole edilmediği bildirilmiştir. Ayrıca, kültür patateslerinde PSTVd enfeksiyonuna karşı bilinen genetik direnç kaynaklarının yokluğu, bu viroid ile konukçunun birlikte evrimleşmediğini göstermektedir (Diener, 1987; Sano, 2021; Naoi ve Hataya, 2021; Avina-Padilla ve ark., 2022).

PSTVd'nin kültür patateslerine ne zaman ve nasıl geçtiği kesin olarak bilinmemektedir. Ancak Martínez-Soriano ve ark. (1996), Meksika'da yetişen birkaç *Solanum cardiophyllum* bitkisinin *Mexican papita viroid* (MPVd) ile latent olarak enfekte olduğunu belirlemişlerdir. MPVd, daha önce varlığı bilinmeyen ve TPMVd ile yakından ilişkili bir viroid olarak belirlenmiştir. On dokuzuncu yüzyılın sonlarında, ticari olarak yetiştirilen patateslerde, MPVd'nin, bu genetik materyal üzerinden geçtiği düşünülmektedir. PSTVd'nin kültür bitkisi konukçularına geçişi göreceli olarak yakın bir tarihte belirlenmiştir. Son yıllarda, domates ve diğer sebze türleri ile süs bitkilerinin, örtü altında yetiştiriciliği artış göstermiştir. Süs bitkileri ile sebzelerin aynı serada yetiştirilmesi durumunda, türlerden biri semptomsuz bir konukçu ise, aynı anda yetiştirilen sebze türlerinde viroid kaynaklı hastalık salgını

çıkabilmektedir (Flores ve ark., 2022). PSTVd gibi viroidler mekanik olarak bulaşabildiğinden, sera çalışanları veya ziyaretçilerin elleri, kıyafetleri veya ekipmanları aracılığıyla potansiyel konukçu bitkilere aktarılabilir. Serada viroid enfeksiyonunun tespit edilmesi durumunda, seranın tüm bölümleri ayrıntılı olarak temizlenmelidir. Sulama boruları ve damlatıcılar fosforik asitle temizlenmeli, sera ve ekipmanlar temizlendikten sonra, bir dezenfektan yardımı ile dezenfeksiyon tamamlanmalıdır (Flores ve ark., 2022).

Viroidlerin Epidemiyolojisi ve Kontrolü

Viral etmenleri tanımlamak ve karakterize etmek için kullanılan Yüksek verimli dizileme (High-throughput screening = HTS) teknolojileri gibi yeni araçlar ile, milyonlarca DNA veya cDNA kütüphanesinden veri dizileri elde edilmekte ve bu sayede, bitkileri enfekte eden virüs ve viroidlerin tanımlanması ve karakterize edilmesi söz konusu olmaktadır (Wu ve ark., 2015; Barba ve Hadidi, 2017; Villamor ve ark., 2019; Hadidi, 2019). Bu teknolojinin bitkilerden elde edilen nükleik asit dizilerini analiz etmedeki etkinliğine ilişkin birçok çalışma mevcuttur. Al Rwahnih ve ark. (2009) tarafından asmada, bir virüs kompleksi ile birlikte, AGVd, HSVd ve GYSVd viroid etmenlerinin varlığı belirlenmiş ve bu sayede birçok yeni viroid veya viroid-benzeri RNA'lar tanımlanmıştır. Daha yakın zamanda, elma ağaçlarında muhtemel yeni bir apscaviroid olan *Apple chlorotic fruit spot viroid* (ACFSVd)'i tanımlamış ve böylece tek bir taksona ait yeni viroidlerin aranması için bir strateji sağlamıştır (Leichtfried ve ark., 2019). *Japanese grapevine viroid*, *Lychee viroid-like RNA* ve *Persimmon viroid 2* bu strateji ile belirlenmiştir. Ayrıca, elmada otonom olarak replike olabilen bir RNA belirlenmiş ve *Apple hammerhead viroid* (AHVd) olarak adlandırılan viroid, *Avsunviroidae* familyası *Pelamoviroid* cinsinde sınıflandırılmıştır (Serra ve ark., 2018).

HTS ile tanımlanan çoğu yeni viroid ve viroid-benzeri RNA, bitkilerdeki belirtilerle ilişkilendirilmemiştir. Dizileme teknolojilerinden önce, viroidler çoğunlukla aşı veya mekanik olarak bulaşan hastalık belirtileri gösteren bitkilerde tanımlanmıştır. Viroid-benzeri RNA'ların varlığı, poliakrilamid jel elektroforez gibi yöntemlerle, küçük dairesel RNA'ları aynı boyuttaki diğer lineer konukçu RNA'larından ayırarak gözlemlenmiştir (Hanold ve Vadmalai, 2017). HTS yöntemi ile bu yaklaşım tersine dönmüştür. Günümüzdeki çalışmalarla, bir bitkide yeni viroid veya viroid-benzeri RNA'ların varlığının ilk kanıtı, nükleotid dizisinden elde edilmekte ve bunu takiben, elde edilen RNA'ların daireselliği, enfektivitesi ve patojenikliği üzerine çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Viroid-benzeri RNA'nın enfektivitesinin doğrulanması ve Koch postulatlarının tamamlanması, viroidin doğası ve patojenisitesinin değerlendirilmesi açısından gereklidir (Di Serio ve ark., 2018). HTS protokolleri viroid varyantlarının farklı konukçu bitkilerde tanımlanmasını sağlayarak viroidin doğal konukçu yelpazesini genişletmiştir. İncirde *Apple dimple fruit viroid* (ADFVd), *Vitis gigas*, *V. lambrusca*, *V. flexuosa*, *Ampeopsis heterophylla* ve *Cicer arietinum*'da HSVd, (Fajardo ve ark., 2018), şerbetçiotu ve antep fıstığında CBCVd etmenlerinin varlığı belirlenmiştir (Al Rwahnih ve ark., 2018).

Son yıllarda, farklı yeni nesil dizileme (Next-Generation Sequencing =NGS) tekniklerine dayalı çalışmalar sayesinde domates ve biber bitkilerini enfekte eden çok sayıda virüs ve viroid etmeni tanımlanmıştır (Jo ve ark., 2017; Xu ve ark., 2017). Choi ve ark., (2020)'nın Vietnam'da domates ve biber bitkilerinde RNA-Seq (Metatranscriptom) yöntemi kullanılarak gerçekleştirdikleri çalışmada, domateste 13 virüs, 2 viroid, biberde 12 virüs, 2 viroid olmak üzere farklı viral etmenlerin varlığını tanımlamışlardır. Araştırmacılar anımladıkları, CaCV (*Capsicum chlorosis virus*), PCSV (*Pepper chlorotic spot virus*), TNRV (*Tomato necrotic ringspot virus*), CLVd (*Columnea latent viroid*) ve LAYVV (*Lettuce aphid yellows virus*) etmenlerinin varlığını yaptıkları metatranskriptom çalışmaları kapsamında belirlemişlerdir. Araştırmacılar, bu çalışma kapsamında dünya genelinde domateste; PCSV, TNRV ve LAYVV etmenlerinin ilk kayıt raporunu gerçekleştirmişlerdir. Biber bitkilerinde ise, sekiz virüs PVY (*Potato virus Y*), ChiVMV (*Chilli veinal mottle virus*), CMV (*Cucumber mosaic virus*), CaCV (*Capsicum chlorosis virus*), PCSV (*Pepper chlorotic spot virus*), PCV-2 (*Pepper cryptic virus 2*), TNRV (*Tomato necrotic ringspot virus*) ve TMGMV (*Tobacco mild green mosaic virus*) ile iki viroidin CLVd (*Columnea latent viroid*), PCFVd (*Pepper chat fruit viroid*) Vietnam'da varlığını ilk defa rapor etmişlerdir (Choi ve ark., 2020). Metatranskriptomik analizlerle tanımlanan bu virüs ve viroid

etmenlerinin domates ile biber bitkilerinde çoklu viral enfeksiyon halinde ve yaygın olarak bulunduğu birçok araştırmacı tarafından belirlenmiştir (Choi ve ark., 2020). Dias ve ark., (2023), Tennessee’de açık alanda yetiştirilen domates ve biber bitkilerinde, gerçekleştirdikleri RNA-Seq virom analizi çalışmaları ile domateste; *Potato leafroll virus* (PLRV), *Red clover vein mosaic virus* (RCVMV), *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) ve yeni bir rhabdovirüse ait kontigler ve biberde ise *Bell pepper endornavirus* (BPEV) ve *Pepper cryptic virus 2*’ye (PCV-2) ait kontigler tespit etmişlerdir. Bu viral etmenlere ek olarak hem domates, hem biber bitki örneklerinde; *Solanum nigrum ilarvirus 1* (SNIV-1), *Southern tomato virus* (STV), *Tobacco vein-clearing virus* (ToVCV), *Tomato mosaic virus* (ToMV) ve *Tomato ringspot virus* (ToRSV) etmenlerinin varlığını da saptamışlardır. Ayrıca, hem domates hem biber örneklerinden potansiyel olarak yeni bir tobamovirüse ait kontiglerin varlığı da araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. PLRV, STV, ToVCV ve yeni tobamovirüse ait dizilerin domates örneklerinde; BPEV, PCV-2, ToMV ve ToRSV’nin ise biber örneklerinde bulunduğunu RT-PCR ve Sanger sekans analizleri ile doğrulanmıştır. Ayrıca, çalışma kapsamında belirlenen, SNIV-1, STV ve ToVCV etmenleri dünya genelinde biber bitkileri ile ilk defa ilişkilendirilmiştir (Dias ve ark., 2023). Her iki çalışmada da belirtildiği gibi domates ve biber bitkilerinde, dünya genelinde gerçekleştirilen birçok çalışmada üretim alanlarında viral etmenlerin karışık enfeksiyon halinde bulunabildiği bildirilmiştir. Türkiye’de de her iki bitki grubunda gerçekleştirilen viral etmenlerle ilgili çalışmalarda etmenlerin karışık enfeksiyon halinde bulunduğu belirlenmiştir. Yakın bir zamanda, Türkiye’de biber üretim alanlarında üç ilde gerçekleştirilen (Gaziantep, Kahramanmaraş ve Adana’da) bir çalışmada, sararma, beneklenme ve bodurluk gibi virüs benzeri belirtiler gösteren bitkilerden yapılan örneklemede bir pospiviroid olan PCFVd’in biber bitkisinde ülkede varlığı ilk kez tespit edilmiştir (Balsak, 2025). PCFVd’in biber üretim alanlarında %20 oranında belirlenmesi, viroidin Türkiye’deki biber çeşitlerinde yaygın olabileceğini ve biber üretimini önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermesi açısından önem taşımaktadır (Balsak, 2025).

Dünya genelinde birçok tarımsal üründe ciddi kayıplara neden olan viroidlerin kontrolünde; 1) Etmenin mekanik olarak taşınmasını önlemek için daha sıkı hijyen ve sanitasyon tedbirlerinin alınması, 2) Hassas ve spesifik moleküler yöntemler ile viroidden arı olduğu testlenip sertifikalandırılmış üretim materyallerinin üretimde kullanılması, 3) Termoterapi veya soğuk terapi ile birlikte meristem ucu kültürü kombinasyonu kullanılarak viroidden arı bitki eldesi ve 4) Viroid kontrolü için hafif bir varyantla bitkilerin önceden aşılınması ile bitkinin şiddetli bir varyanta karşı korunması ile çapraz koruma sağlanarak direnç mekanizması tetiklenerek viroid replikasyonu baskılanabilmektedir (Hammond, 2024). Ayrıca son yıllarda, CRISPR/Cas temelli biyoteknolojik yaklaşımlar, viroidlerle mücadelede geleceğin en güçlü biyoteknolojik aracı olarak aday gösterilmektedir. Özellikle Cas13 sisteminin RNA hedefleme kapasitesi, viroidlerin doğrudan hedeflenmesini mümkün kılmakta ve konukçu faktörlerinin CRISPR ile düzenlenmesi ile bitkilerde uzun vadeli, stabil dayanıklılık sağlanabilmektedir (Abudayyeh ve ark., 2017). Son yıllarda, RNA’yı hedef alan ve teorik olarak RNA bazlı viroidlerle savaşan gen düzenleme teknolojileri ve özellikle CRISPR-Cas13a sistemi ile, RNA virüslerine dirençli bitkilerin yetiştirilmesinde umut verici sonuçlar elde edilmiştir. Domateste, CRISPR-Cas13a ve crRNA ekspresyonu ile PSTVd birikiminin önemli ölçüde azaldığı ve hastalık belirtilerinin hafiflediği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar, CRISPR-Cas13a sisteminin kompakt yapılarına rağmen viroid RNA’larını etkili bir şekilde hedefleyebileceğini ve onlarla savaşabileceğini göstermiştir (Khoo ve ark., 2024).

Sonuç

Modern tarım uygulamaları, doğal dengeyi oldukça değiştirmiş ve bu durumda viral ajanların (virüs ve viroid) ekolojisinde önemli rol oynamıştır. Üretim materyallerinin sürekli değişimi, viroidlerin ekonomik öneme sahip olan bitki türlerinde yaygınlaşmasına ve ciddi ekonomik kayıplara yol açmasına neden olmaktadır. Ancak, viroidlerin farklı bulaşma yolları ve virüs/viroid etkileşimleri günümüzde yeterince araştırılmamıştır. Mevcut tespit yöntemleri sayesinde, tarımsal öneme sahip bitkilerde hastalığa neden olan birçok viroid tanımlanmıştır. Son yıllarda Yeni nesil dizileme teknolojilerinin kullanılmasıyla yeni viroidlerin keşfi söz konusu olmuştur. Özellikle latent (simptomsuz) olarak bulunan ve/veya düşük düzeyde enfeksiyon gösteren türlerde, RNA-seq temelli metatranskriptomik yöntemler,

geleneksel RT-PCR veya ELISA tabanlı yöntemlerle tespit edilemeyen virüs/viroidlerin belirlenmesini sağlamıştır. Bu çalışmalarda, örneklerdeki virüs/viroid miktarı düşük bile olsa, etmenlerde gözlemlenecek çeşitliliği belirlemek mümkün olabilmektedir. Tek bitkide birden fazla patojenin bulunması, hastalık şiddeti ve semptom oluşumu üzerinde potansiyel etkileşimler yaratabilir., Bu da çoklu enfeksiyonların fenotipik etkilerini, patojen-patojen ve patojen-konukçu etkileşimlerini anlamak için yapılacak çalışmalara yol açabilir. Bu, entegre hastalık yönetimi stratejilerinde önemli rol oynar. Özellikle sebze ve süs bitkilerinde birçok viral etmenin semptomsuz bulunabilmesi nedeni ile enfeksiyonların potansiyel tehlikesi söz konusudur. Bu nedenle, üretim alanlarında düzenli olarak kontrol ve gözlemlerin yapılması çok önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Abudayyeh, O. Ö., Gootenberg, J. S., Essletzbichler, P., Han, S., Joung, J., Belanto, J. J., Verdine, V., Cox, D.B.T., Kellner, M.J., Regev, A., Lander, E.S., Voytas, D.F., Ting, A.Y. & Zhang, F. (2017). RNA targeting with CRISPR-Cas13. *Nature*, 550 (7675): 280–284. doi: 10.1038/nature24049.
- Adkar-Purushothama C. R., Perreault J. P. (2018). Alterations of the viroid regions that interact with the host defense genes attenuate viroid infection in host plant. *RNA Biol.* 15 955–966. 10.1080/15476286.2018.1462653.
- Al Rwahnih, M., Daubert, S., Golino, D., and Rowhani, A. (2009). Deep sequencing analysis of RNAs from a grapevine showing Syrah decline symptoms reveals a multiple virus infection that includes a novel virus. *Virology*, 387: 395–401.
- Al Rwahnih, M., Rowhani, A., Westrick, N., Stevens, K., Diaz-Lara, A., Trouillas, F.P., Preece, J., Kallsen, C., Farrar, K., Golino, D. (2018). Discovery of viruses and virus-like pathogens in pistachio using high-throughput sequencing. *Plant Dis.* 2018 Jul;102(7):1419-1425. doi: 10.1094/PDIS-12-17-1988-RE.
- Avina-Padilla, K., Zamora-Macorra, E.J., Ochao-Martinez, D.L., Alcantar-Aguirre, F.C., Hernandez-Rosales, M., Calderon-Zamora, L., and Hammond, R. (2022). Mexico: A Landscape of Viroid Origin and Epidemiological Relevance of Endemic Species. *Cells*, 2022, 11(21), 3487; <https://doi.org/10.3390/cells11213487>
- Balsak, S.C., (2025). First molecular characterization of pepper chat fruit viroid infecting pepper crops in Turkey. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Volume 132, article number 96, 2025.
- Barba, M., Ragozzino, E., and Faggioli, F. (2007). Pollen transmission of peach latent mosaic viroid. *J Plant Pathol.* 89: 287–289. <https://www.jstor.org/stable/41998392>.
- Barba, M. and Hadidi, A. (2017). Application of next generation sequencing technologies to viroids. In: Viroids and Satellites (eds. A. Hadidi, R. Flores, J.W. Randles and P. Palukaitis), 401–412. Academic Press.
- Carbonell, A., Martínez de Alba, A.E., Flores, R., and Gago, S. (2008). Double-stranded RNA interferes in a sequence-specific manner with infection of representative members of the two viroid families. *Virology*. 371: 44–53. DOI: 10.1016/j.virol.2007.09.031.
- Choi, H.; Jo, Y.; Cho, W.K.; Yu, J.; Tran, P.-T.; Salaipeth, L.; Kwak, H.-R.; Choi, H.-S.; Kim, K.-H. (2020). Identification of Viruses and Viroids Infecting Tomato and Pepper Plants in Vietnam by Metatranscriptomics. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(20), 7565.
- Chung, B.N. and Pak, H.S. (2008). Seed transmission of chrysanthemum stunt viroid in chrysanthemum. *Plant Pathol J.*, 24: 31–35.
- Côté, F., Lévesque, D., and Perreault, J.P. (2001). Natural 2',5'-phosphodiester bonds found at the ligation sites of peach latent mosaic viroid. *J. Virol.*, 75: 19–25.

- Dall, D., Penrose, L., Daly, A., Constable, F., 2019. Prevalences of Pospiviroid Contamination in Large Seed Lots of Tomato and Capsicum, and Related Seed Testing Considerations. DOI:10.3390/v11111034
- Devi, N., Sharma, V., Kaushik, N.K., Devi, N., Igiraneza, P., Kaushik, A., Nagraik, R., Gupta, S., Kaushal, A., Kala, D., Noorani, S., Dhir, S., Walia, Y., (2025). An insight into the viroid-induced immune signaling pathways in plants. *Discover Plants* 2:117. <https://doi.org/10.1007/s44372-025-00191-7>
- Dias, N.P., Hu, R., Frank, A.H., Hansen, Z.R., Wszelaki, A., Domier, L.L., and Hajimorad, M. R., (2023). Viromes of Field-Grown Tomatoes and Peppers in Tennessee Revealed by RNA Sequencing Followed by Bioinformatic Analysis. *APS Publication, Plant Health Progress*, Vol. 24, No. 2, 2023. <https://doi.org/10.1094/PHP-10-22-0107-RS>
- Di Serio, F., Martinez de Alba, M.E., Navarro, B., Gisela, A., Flores, R., (2010). RNA-dependent RNA polymerase 6 delays accumulation and precludes meristem invasion of a viroid that replicates in the nucleus. *J Virol.* . 2010 Mar;84(5):2477-89. doi: 10.1128/JVI.02336-09. Epub 2009 Dec 16.
- Di Serio, F., Flores R., Verhoeven J. Th. J., Li S.F., Pallás V., Randles J. W., Sano T., Vidalakis G., Owen R.A., (2014a). Current status of viroid taxonomy. *Arch Virol* 2014 Dec;159 (12): 3467-78. doi: 10.1007/s00705-014-2200-6. Epub 2014 Sep 13.
- Di Serio, F., Owens, R. A., Li, S. F., Matoušek, J., Pallás, V., Randles, J. W., Sano, T., Verhoeven, J. T. J., Vidalakis, G., & Flores, R. (2014b). Viroids: The smallest known infectious agents. *Advances in Virus Research*, 86, 1–62. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800098-4.00001-8>
- Di Serio, F., Ambrós, S., Sano, T., Flores, R. And Navarro, B. (2018). Viroid diseases in pome and stone fruit trees and Koch’s postulates: a critical assessment. *Viruses* 10: 612; <https://doi.org/10.3390/v10110612>.
- Di Serio, F., Owens, R.A., Li, S.F., Matoušek, J., Pallás, V., Randles, J.W., Sano, T., Verhoeven, J.T.J., Flores, R. (2023a). ICTV Virus Taxonomy Profile: Pospiviroidae and Avsunviroidae. *Journal of General Virology*, 104 (3), 001846. DOI: 10.1099/jgv.0.001846
- Di Serio, F., Li, S., Pallás, V., Randles, J.W., Sano, T., Vidalakis, G., Owens, R.A. (2023b). Rename all existing species to comply with the binomial species format (Viroids: Pospiviroidae). ICTV 2023.032P, Pospiviroidae and Avsunviroidae Study Group.
- Diener, T.O. (1971). Potato spindle tuber “virus”. IV. A replicating, low-molecular weight RNA. *Virology* 45: 411–428.
- Diener, T.O. (1972). Potato spindle tuber viroid VIII. Correlation of infectivity with a UV- absorbing component and thermal denaturation properties of the RNA. *Virology*, 50: 606–609.
- Diener, T.O. (1979). Viroids and Viroid Diseases. New York: Wiley-Interscience.
- Diener, T. O. (ed.) (1987). Biological properties. The Viroids. Plenum Press, New York, pp. 9–35.
- Diener, T.O. (1989). Circular RNAs: relics of precellular evolution? *Proc Natl Acad Sci U S A* 86: 9370–9374. doi: 10.1073/pnas.86.23.9370.
- Diener, T.O. (2003). Discovering viroids – a personal perspective. *Nat Rev Microbiol*, 1: 75–80.
- Ding, B. (2009). The biology of viroid-host interactions. *Annu Rev Phytopathol*, 47: 105–131.
- Ding, B., & Itaya, A. (2007). Viroid: A useful model for studying the basic principles of infection and RNA biology. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 20 (1), 7–20. <https://doi.org/10.1094/MPMI-20-0007>
- EPPO (2023). EPPO Global Database – Viroids of economic importance (Pospiviroidae). European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). Erişim adresi: <https://gd.eppo.int>

- Fajardo, T.V.M., Eiras, M., and Nickel, O. (2018). First report of hop stunt viroid infecting *Vitis gigas*, *V. flexuosa* and *Ampelopsis heterophylla*. *Australas Plant Dis. Notes*, Vol:13, N: 3.
- Flores, R., Daròs, J.A., and Hernández, C. (2000). The Avsunviroidae family: viroids with hammerhead ribozymes. *Adv Virus Res*, 55: 271–323. DOI: 10.1016/s0065-3527(00)55006-4.
- Flores, R., Hernández, C., Martínez de Alba, A.E., Daros, J.A. and Di Serio, F. (2005). Viroids and viroid-host interactions. *Annu Rev Phytopathol*, 43: 117–139. DOI: 10.1146/annurev.phyto.43.040204.140243.
- Flores, R., Gago-Zachert, S., Serra, P., Sanjuan, R. and Elena, S.F. (2014). Viroids: survivors from the RNA world? *Annu Rev Microbiol*, 68: 395–414. DOI: 10.1146/annurev-micro-091313-103416.
- Flores, R., Minoia, S., Carbonell, A., Gisel, A., Delgado, S., Lopez-Carrasco, A., Navarro, B. And Di Serio, F. (2015). Viroids, the simplest RNA replicons: how they manipulate their hosts for being propagated and how their hosts react for containing the infection. *Virus Res*. 209: 136–145. DOI: 10.1016/j.virusres.2015.02.027.
- Flores, R., Di Serio, F., Navarro, B., Duran-Vila, N., Owens, R.A. (2021). Viroids And Viroid Diseases Of Plants. *Studies in Viral Ecology*, Second Edition, Chapter 7. <https://doi.org/10.1002/9781119608370.ch7>
- Flores, R., Navarro, B., Serra, P., DiSerio, F. (2022). A scenario for the emergence of protoviroids in the RNA world and for their further evolution into viroids and viroid-like RNAs by modular recombinations and mutations. *Virus Evol.* 2022 Jan 15; 8(1):veab107. DOI: 10.1093/ve/veab107
- Gago-Zachert, S. (2015). Viroids, infectious long non-coding RNAs with autonomous replication. *Virus Research*, (), S0168170215300502–. DOI:10.1016/j.virusres.2015.08.018
- Galindo, J.A., Lopez, C., and Aguilar, T. (1989). Discovery of the transmitting agent of tomato planta macho viroid. *Rev Mex Fitopatol* 7: 61–65.
- Gross, H.J., Domdey, H., Lossow, C., Jank, P., Raba, M., Alberty, H. and Sanger, H. L. (1978). Nucleotide sequence and secondary structure of potato spindle tuber viroid. *Nature*, 273: 203–208. DOI: 10.1038/273203a0.
- Hadidi, A., Flores, R., Randles, J.W., and Palukaitis, P. (2017). *Viroids and Satellites*, 716. London Academic Press.
- Hadidi, A. (2019). Next-generation sequencing and CRISPR/Cas13 editing in viroid research and molecular diagnostics. *Viruses*, 11: 120. DOI:10.3390/v11020120
- Hadidi, A., Sun, L., and Randles, J. W. (2022). Modes of Viroid Transmission. *Cells*, 2022, 11(4), 719; <https://doi.org/10.3390/cells11040719>
- Hammond, R.W. and Owens, R.A. (2006). Viroids: New and Continuing Risks for Horticultural and Agricultural Crops. APS, DOI: 10.1094/APSnetFeature-2006-1106.
- Hammond, R.W. (2024). Viroid disease control and strategies. *Fundamentals of Viroid Biology*, 2024, Chapter 17, p: 323-335, Academic Press.
- Hanold, D. and Vadamalai, G. (2017). Gel electrophoresis. In: *Viroids and Satellites* (eds. A. Hadidi, R. Flores, J.W. Randles and P. Palukaitis), Chapter 34; 357–367. London Academic Press.
- Hernández, C. and Flores, R. (1992). Plus and minus RNAs of peach latent mosaic viroid self- cleave in vitro via hammerhead structures. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 89: 3711–3715.
- Itaya, A., Folimonov, A., Matsuda, Y., Nelson, R.S., and Ding, B. (2001). Potato spindle tuber viroid as inducer of RNA silencing in infected tomato. *Mol. Plant Microbe Interact*, 14: 1332–1334. doi: 10.1094/MPMI.2001.14.11.1332.
- Itaya, A., Zhong, X., Bundschuh, R., Bundschuh, R., Qi, Y., Wang, Y., Takeda, R., Haris, A.R., Molina, C., Nelson, R.S. and Ding, B. (2007). A structured viroid RNA is substrate for Dicer-like

- cleavage to produce biologically active small RNAs but is resistant to RISC-mediated degradation. *J. Virol* 81: 2980–2994. DOI: 10.1128/JVI.02339-06.
- Jo, Y., Choi, H., Kim, S.-M., Kim, S.-L., Lee, B.C., Cho, W.K. (2017). The pepper virome: Natural co-infection of diverse viruses and their quasispecies. *BMC Genomics*, Volume 18, article number 453, (2017). DOI 10.1186/s12864-017-3838-8.
- Jo, Y., Lian, S., Chu, H., Cho, J.K., Yoo, S.H., Choi, H., Yoon, J.Y., Choi, S.K., Lee, B.C. and Cho, W.K. (2018). Peach RNA viromes in six different peach cultivars. *Scientific Reports*, volume 8, Article number: 1844 (2018). doi: 10.1038/s41598-018-20256-w.
- Kasschau, K.D., Xie, Z.X., Allen, E., Llave, Chapman, E.J., Krizan, K.A. and Carrington, J.C. (2003). P1/HC-Pro, a viral suppressor of RNA silencing, interferes with Arabidopsis development and miRNA function. *Dev Cell*. 2003 Feb;4(2):205-17. doi: 10.1016/s1534-5807(03)00025-x.
- Kalantidis, K., Tselika, M., Kallemi, P., Bardani, E., Kryovrysanaki, N. And Katsarou, K., (2025). Derailing the host machinery to achieve replication: how viroid and viroid-like RNAs successfully copy their genomes in hostile territory. *Rna Biology*, 2025, Vol. 22, No.1, 1–19. doi.org/10.1080/15476286.2025.2538269.
- Keese, P. and Symons, R.H. (1985). Domains in viroids: evidence of intermolecular RNA rearrangements and their contribution to viroid evolution. *Proc Natl Acad Sci., U S A* 82: 4582–4586. doi: 10.1073/pnas.82.14.4582.
- Khoo, Y.W., Wang, Q., Liu, S., Zhan, B., Xu, T., Lv, W., Liu, G., Li, S., Zhang, Z. (2024). Resistance of the CRISPR-Cas13a Gene-Editing System to Potato Spindle Tuber Viroid Infection in Tomato and Nicotiana benthamiana. *Viruses*, 2024. 31;16(9):1401. doi: 10.3390/v16091401.
- Kovalskaya, N. and Hammond, R.W. (2014). Molecular biology of viroid-host interactions and disease control strategies. *Plant Sci.*, 228: 48–60. doi: 10.1016/j.plantsci.2014.05.006.
- Leichtfried, T., Dobrovolny, S., Reisenzein, H., Steinkellner, S. and Gottsberger, A. (2019). Apple chlorotic fruit spot viroid: a putative new pathogenic viroid on apple characterized by next-generation sequencing. *Arch Virol.*, 2019 Dec;164(12):3137-3140. doi: 10.1007/s00705-019-04420-9. Epub 2019.
- Li, R., Baysal-Gurel, F., Abdo, Z. (2015). Evaluation of disinfectants to prevent mechanical transmission of viruses and a viroid in greenhouse tomato production. *Virol J.*, 12, 5 (2015). <https://doi.org/10.1186/s12985-014-0237-5>
- Lough, T. J., & Lucas, W. J. (2006). Integrative plant biology: role of phloem long-distance macromolecular trafficking. *Annu Rev Plant Biol.*, 2006;57:203-32. doi: 10.1146/annurev.arplant.56.032604.144145.
- Martínez-Soriano J.P., Galindo-Alonso J., Maroon C.J., Yücel İ., Smith D.R. & Diener T.O. (1996). “Mexican papita viroid: putative ancestor of crop viroids.” Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 93(18), 9397-9401. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.18.9397>.
- Matsushita Y., Yanagisawa H., & Sano T. (2018). Vertical and Horizontal Transmission of Pospiviroids. *Viruses*, 10(12), 706. DOI: 10.3390/v10120706.
- Naoi, T., and Hataya, T., (2021). Tolerance Even to Lethal Strain of Potato Spindle Tuber Viroid Found in Wild Tomato Species Can Be Introduced by Crossing. *Plants*, 2021, 10(3), 575. doi: 10.3390/plants10030575.
- Navarro, B., Gisela, A., Rodio, M.E., Delgado, S., Flores, R. and Di Serio, F. (2012). Small RNAs containing the pathogenic determinant of a chloroplast-replicating viroid guide the degradation of a host mRNA as predicted by RNA silencing. *Plant J.*, 70: 991–1003. doi: 10.1111/j.1365-3113.2012.04940.x. Epub 2012 Apr 4.
- Navarro B., Flores R., Di Serio F. (2021). Advances in viroid-host interactions. *Annual Review of Virology*, 8: 305–325. <https://doi.org/10.1146/annurev-virology-091919-092331>.

- Navarro, B. and Turina, M. (2024). Viroid and viroid-like elements in plants and plant-associated microbiota: a new layer of biodiversity for plant holobionts. *New Phytol.*, 2024; 244(4):1216–1222. doi: 10.1111/nph.20156.
- Owens, R., Hammond, R.W. (2009). Viroid Pathogenicity: One Process, Many Faces. *Viruses*. 2009 Sep 10;1(2):298–316. doi: 10.3390/v1020298.
- Palukaitis, P. (1987). Potato spindle tuber viroid: investigation of the long-distance, intra-plant transport route. *Virology*, 158: 239–41. DOI: 10.1016/0042-6822(87)90260-1.
- Qi, Y. and Ding, B. (2003). Inhibition of cell growth and shoot development by a specific nucleotide sequence in a noncoding viroid RNA. *Plant Cell*, 15: 1360–1374. doi: 10.1105/tpc.011585.
- Sabanadzovic, S., & Abou Ghanem-Sabanadzovic, N. (2018). Viroids and viroid-like RNAs: Current status and future perspectives. In: Hadidi A., Flores R., Randles J.W., Palukaitis P. (Eds.), *Viroids and Satellites*. Elsevier Academic Press, pp. 75–87.
- Sano, T., (2021). Progress in 50 years of viroid research Molecular structure, pathogenicity, and host adaptation. *Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci.*, 2021 Jul 31;97(7):371–401. doi: 10.2183/pjab.97.020
- Semancik, J.S. and Weathers, L.G. (1972). Exocortis disease: evidence for a new species of “infectious” low molecular weight RNA in plants. *Nature New Biology*, volume; 237, pages; 242–244 (1972).
- Serra, P., Messmer, A., Sanderson, D., James, D. and Flores, R. (2018). Apple hammerhead viroid-like RNA is a bona fide viroid: autonomous replication and structural features support its inclusion as a new member in the genus Pelamoviroid. *Virus Res.* 249: 8–15. doi: 10.1016/j.virusres.2018.03.001. Epub 2018 Mar 3.
- Singh, R.P. (1970). Seed transmission of potato spindle tuber virus in tomato and potato. *American Potato Journal*, 47: 225–227.
- Singh, R.P., Boucher, A., and Singh, A. (1991). High incidence of transmission and occurrence of a viroid in commercial seeds of coleus in Canada. *Plant Dis.*, 75: 184–187.
- Singh, R.P., Dilworth, A.D., Ao, X., Singh, M. (2009). Citrus exocortis viroid transmission through commercially-distributed seeds of Impatiens and Verbena plants. *Eur J Plant Pathol.*, 124: 691–694. DOI:10.1007/s10658-009-9440-4.
- Steger, G. and Riesner, D. (2018). Viroid research and its significance for RNA technology and basic biochemistry. *Nucleic Acids Res*, 46: 10563–10576. doi: 10.1093/nar/gky903.
- Stobbe, A.H., & Roossinck, M.J. (2022). Plant virus metagenomics: what we know and how we can learn more. *Current Opinion in Virology*, 52, 173–179. doi: 10.1016/j.coviro.2021.11.006
- Symons, R.H., 1981. Avocado sunblotch viroid: primary sequence and proposed secondary structure. *Nucleic Acids Res.* 1981 Dec 11;9(23):6527-37. doi: 10.1093/nar/9.23.6527.
- Takeda, R., Petrov, A. I., Leontis, N. B., & Ding, B. (2011). A three-dimensional RNA motif in Potato spindle tuber viroid mediates trafficking from palisade mesophyll to spongy mesophyll in *Nicotiana benthamiana*. *The Plant Cell*, 23(7), 258–272. <https://doi.org/10.1105/tpc.111.086132>
- Tsagris, E.M., Martínez de Alba, A.E., Gozmanova, M., and Kalantidis, K. (2008). Viroids. *Cellular Microbiology*, Volume 10, Issue 11 pp. 2168-2179, <https://doi.org/10.1111/j.1462-5822.2008.01231.x>
- Verhoeven, J.T.J., Jansen, C.C.C., and Roenhorst, J.W. (2008). First report of pospiviroids infecting ornamentals in the Netherlands: citrus exocortis viroid in *Verbena* sp., Potato spindle tuber viroid in *Brugmansia suaveolens* and *Solanum jasminoides*, and Tomato apical stunt viroid in *Cestrum* sp. *Plant Pathology*, Volume 57, Issue 2 p. 399. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01662.x>

- Verhoeven, J.T.J., Jansen, C.C.C., Roenhorst, J.W., Flores, R. And Pena, de la M. (2009). Pepper chat fruit viroid: biological and molecular properties of a proposed new species of the genus Pospiviroid. *Virus Research*, Volume 144, Issues 1–2, Sept. 2009, Pages 209-214. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2009.05.002>.
- Vernière, C., Perrier, X., Dubois, C., Dubois, A., Botella, L., Chabrier, C., Bove, J.M., and Duran Vila, N. (2004). Citrus viroids: symptom expression and effect on vegetative growth and yield on clementine trees grafted on trifoliate orange. *Plant Dis.* 2004 Nov;88(11):1189-1197. doi: 10.1094/PDIS.2004.88.11.1189.
- Villamor, D.E.V., Ho, T., Al Rwahnih, M., Martin, R.R. and Tzanetakis, I.E. (2019). High throughput sequencing for plant virus detection and discovery. *Phytopathology*. 2019 May;109(5):716-725. doi: 10.1094/PHYTO-07-18-0257-RVW.
- Wassenegger, M., Spieker, R.L., Thalmeir, S., Gast, F.U., Riedel, L. and Sanger, H.L. (1996). A single nucleotide substitution converts potato spindle tuber viroid (PSTVd) from a noninfectious to an infectious RNA for *Nicotiana tabacum*. *Virology*, 226: 191–197. doi: 10.1006/viro.1996.0646.
- Wu, Q., Ding, S.W., Zhang, Y., and Zhu, S. (2015). Identification of viruses and viroids by next-generation sequencing and homology-dependent and homology-independent algorithms. *Annu Rev Phytopathol*, 53: 425–444. doi: 10.1146/annurev-phyto-080614-120030.
- Xu, C., Sun, X., Taylor, A., Jiao, C., Xu, Y., Cai, X., Wang, X., Ge, C., Pan, G., Wang, Q., Fei, Z., and Wang, Q. (2017). Diversity, Distribution, and Evolution of Tomato Viruses in China Uncovered by Small RNA Sequencing. *Journal of Virology*, 2017, 91, <https://doi.org/10.1128/jvi.00173-17>
- Xu, Y., Li, S., Na, C., Yang, L. and Lu, M. (2019). Analyses of virus/ viroid communities in nectarine trees by next- generation sequencing and insight into viral synergisms implication in host disease symptoms. *Scientific Reports*, Vol. 9, Art. Numb.: 12261. doi: 10.1038/s41598-019-48714-z.
- Zhang, P., Jackson, E., Li, Xin and Zhang, Y. (2025). Salicylic acid and jasmonic acid in plant immunity. *Horticulture Research*, 2025, <https://doi.org/10.1093/hr/uhaf082>
- Zhong, X., Archual, A. J., Amin, A. A., & Ding, B. (2008). A genomic map of viroid RNA motifs critical for replication and systemic trafficking. *The Plant Cell*, 20(1), 35–47. <https://doi.org/10.1105/tpc.107.056606>
- Zhu, Y., Green, L., Woo, Y.-M., Owens, R. A., & Ding, B. (2001). Cellular basis of potato spindle tuber viroid systemic movement. *Virology*, 279(1), 69–77. <https://doi.org/10.1006/viro.2000.0710>

NEMATODES ASSOCIATED WITH CARROT PRODUCTION IN BEYPAZARI DISTRICT IN ANKARA PROVINCE

Ayşegül YAMAN¹

Nagihan DUMAN²

Mustafa İMREN¹

Introduction

Nematodes, classified under the phylum Nematoda within the kingdom Animalia, exhibit remarkable diversity in their feeding behavior, encompassing plant-parasitic, bacterial-feeding, fungal-feeding, predatory, and omnivorous. There are 4.100 characterized species of plant-parasitic nematodes and there are three main divisions of plant parasitism; i.e., examples, endoparasitic (*Meloidogyne* spp. and *Heterodera* spp.), ectoparasitic (*Trichodorus* spp. and *Rotylenchus* spp. etc.), and semiendoparasitic (*Tylenchulus* spp.) nematodes (Decraemer and Hunt, 2013).

The sedentary endoparasitic nematodes are among the most destructive agricultural pests, attacking an extensive variety of crops (Williamson and Gleason, 2003). Second-stage juveniles (J2) hatch from eggs in the soil and subsequently enter roots and start the infection (Milligan et al., 1998; Sharon et al., 2001). All life stages of migratory endoparasitic nematodes can be found inside host tissues (Moens and Perry, 2009) and have great negative impact on crop production all over the world (Ganguly and Ganguly, 2008). Plant-parasitic nematodes can significantly diminish crop yield and quality. They are estimated to cause on average up to 14.6% crop production losses in agriculture and forestry worldwide, which is equal to 118 billion U.S. dollars annually, but sometimes leading to complete loss of marketable yield (Koenning and Barker, 1998; Nicol et al., 2011). Chemical control has proven to effectively control plant-parasitic nematodes in many cases (Koenning and Barker, 1998). However, because of their high cost, toxicity to livestock, plants, biodiversity (Beketova et al., 2013), chemical soil disinfestation for nematode control banned in many countries, chemical control of nematode diseases is limited today. Moreover, since chemical control is prohibited in organic farming, it is essential to develop and apply alternative management strategies such as development of resistance against nematode pathogen populations (Viglierchio and Gleason, 1989; Yamashita et al., 1986), and.

Carrot (*Daucus carota* L.) cultivation represents a major component of vegetable production in the Beypazarı district, generating an estimated value of around 7 million USD in 2022. However, plant-parasitic nematodes remain one of the most serious constraints on carrot yield and quality across Türkiye, including Beypazarı. These microscopic, unsegmented roundworms typically measuring between 0.5 and 2.5 mm are often called “hidden enemies” because they live in soil and attack plant roots using a needle-like feeding structure known as a stylet. Although nematodes have limited natural mobility, moving only a few centimetres in soil, they can easily spread over long distances via contaminated soil, infested plant material, or agricultural machinery. Endoparasitic nematodes that invade and feed within plant tissues, mostly in the roots, usually cause more severe physiological damage to plants. In root crops such as carrots, sweet potatoes, and beets, nematode infections deform and impair the taproot, leading to substantial losses in marketable yield and appearance. In the Beypazarı region, several localities are dedicated to carrot production for both fresh consumption and processing industries. Among the nematode species recorded, root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are particularly prevalent and recognized as the primary cause of serious damage. Other groups, such as stubby-root nematodes (*Paratrichodorus*, *Nanidorus* spp.) and root-lesion nematodes (*Pratylenchus*

¹ Bolu Abant İzzet Baysal University, ayseegulyaman1@gmail.com

² Bolu Abant İzzet Baysal University, nagihanduman@ibu.edu.tr

¹ Bolu Abant İzzet Baysal University, mustafaimren@ibu.edu.tr

spp.), have also been detected, although their specific pathogenic impact on carrot crops in this area has yet to be fully determined.

The objectives of this research were to characterize the plant-parasitic nematodes associated with carrot in Beypazarı district in Ankara Province.

Materials and Methods

Nematode survey

This study aimed to determine the presence and distribution of common plant-parasitic nematode genera in carrot cultivation areas of the Beypazarı District, Ankara Province. Soil and carrot root samples were randomly taken from representative sites across the major carrot-producing regions (Table 1).

Table 1. Location information of soil samples taken from Beypazarı district.

	Location	Longitude	Latitude
1	Sopçaalan	40°10'48.4"N	31°57'18.8"E
2	Acısu	40°10'17.3"N	31°57'51.8"E
3	Acısu	40°10'16.2"N	31°57'50.5"E
4	Kızılcasöğüt	40°10'53.8"N	32°00'56.1"E
5	Kızılcasöğüt	40°10'56.3"N	32°01'10.6"E
6	Kızılcasöğüt	40°10'38.1"N	32°01'31.6"E
7	İncepelit	40°10'30.4"N	32°03'26.9"E
8	İncepelit	40°10'28.8"N	32°03'27.4"E
9	İncepelit	40°10'53.8"N	32°02'34.8"E
10	İncepelit	40°11'06.5"N	32°03'10.6"E
11	Akçakavak	40°07'11.8"N	32°03'16.6"E
12	Akçakavak	40°07'05.5"N	32°03'19.3"E
13	Dikmen	40°00'32.9"N	32°00'30.8"E
14	Dikmen	40°00'16.9"N	32°00'40.4"E
15	Beypazarı	40°05'35.1"N	31°54'19.7"E

During the field inspections, several carrot plots showing symptoms such as wilting, reduced growth, stunted development, and leaf yellowing were noted. Samples were obtained from the rhizosphere soil at depths of approximately 10–15 cm, following the general method described by Barker, (1985). For each field, at least ten composite root and soil subsamples were taken and placed in polyethylene bags for laboratory analysis. In total, 40 soil and root samples were collected from 15 separate locations within the Beypazarı district of Ankara Province (Table 1).

Nematode Extraction from Soil

Soil samples were processed to recover nematodes using the **Baermann funnel** and **sieving–decanting** procedures following the general principles of Hooper et al. (2005). **Baermann funnel method:** This approach was applied to obtain *motile* nematodes from soil samples. Approximately 200 mL of homogenized soil was used for extraction through a modified Baermann funnel system. After an incubation period of 24 hours, the nematode suspension was collected into a 100 mL cylinder,

concentrated, and transferred into 2 mL Eppendorf tubes. The number of nematodes present was determined using a stereomicroscope.

Sieving–decanting method

This method was employed to isolate *sedentary* or *cyst-forming* nematodes. About 250 cm³ of thoroughly mixed soil was subjected to a modified sieving and decantation technique (Fenwick, 1940). The cysts retained on a 250 µm mesh sieve were manually picked using a dissecting needle under a stereo-binocular microscope (Zeiss V20) at 12× magnification and subsequently counted.

Nematode Extraction from Roots

Root samples were processed within 48 hours of field collection. A modified Baermann funnel method was used to extract nematodes from carrot tissues. Fresh carrot roots were washed, lightly peeled, and sliced into small fragments (approximately 3–5 cm). The fragments were evenly spread on tissue paper placed over a sieve and kept undisturbed for 24 hours. The nematode suspension collected beneath the sieve was poured into 100 mL cylinders, allowed to settle, and then concentrated by removing excess water before transferring into 2 mL Eppendorf tubes. Counting of nematodes was carried out using a stereomicroscope.

Roots were also examined under a stereo-binocular microscope to identify *Meloidogyne* females from the galled tissues for species-level diagnosis. The abundance of nematodes was quantified using 10 g of root material and 100 g of soil, with counting performed in a chambered counting dish under a stereoscopic microscope.

Results and Discussion

Plant-parasitic nematodes were identified, counted and grouped into the following economic important plant parasitic nematode categories: Root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.), stubby-root nematodes (*Paratrichodoridae*), spiral nematodes (*Helicotylenchus* spp.), lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.), and stunt nematodes (*Scutylenechus* spp.).

No	Location	<i>Paratrichodorus</i> spp.	<i>Aphelenchoides</i> spp.	<i>Aphelenchus</i> spp.	<i>Pratylenchus</i> spp.	<i>Tylenchulus</i> spp.	<i>Helicotylenchus</i> spp.	<i>Scutylenechus</i> spp.
1	Sopçaalan	31	6	0	2	0	0	0
2	Acısu	6	0	0	2	1	0	6
3	Acısu	8	0	0	3	0	0	3
4	Kızılcasöğüt	6	0	0	0	0	0	3
5	Kızılcasöğüt	0	0	0	1	0	0	2
6	Kızılcasöğüt	0	0	0	2	1	0	0
7	İncepelit	0	0	0	0	4	0	0
8	İncepelit	1	0	0	3	0	3	0
9	İncepelit	4	0	0	5	2	3	0
10	İncepelit	2	0	0	5	2	2	0

11	Akçakavak	2	0	0	10	0	3	0
12	Akçakavak	0	0	1	2	0	2	0
13	Dikmen	0	0	0	0	0	0	0
14	Dikmen	1	0	1	8	0	5	0
15	Beypazarı	0	0	1	14	0	5	0
		61	6.6	20	80	33	46,6	26,6

Table 2. The plant parasitic nematodes genera in carrot cultivation in Beypazarı

Preliminary analysis of the collected soil samples indicated the presence of several genera of plant-parasitic nematodes. Among them, the migratory endoparasite *Pratylenchus* spp. was the most frequently detected, accounting for approximately 80% of all recovered nematodes (Table 2). The ectoparasitic genus *Paratrichodorus* spp. represented about 60% of the nematode community, whereas *Helicotylenchus* spp., classified as migratory ecto- or semi-endoparasites, comprised around 46.6%.

In addition to parasitic forms, free-living nematodes were also observed, forming roughly 36% of the total population. This group consisted of bacterivores (36%), fungivores (20%), and omnivores (8%), as detailed in Table 2.

The root lesion nematode, *Pratylenchus* spp. were the most prevalent, detected in 12 out of 15 soil samples. *Paratrichodorus* spp. exhibited the highest individual count, with 31 individuals recorded. *Aphelenchus* spp. were found in three samples, while *Aphelenchoides* spp. were observed in a single sample with a total of six individuals. *Helicotylenchus* spp. and *Tylenchulus* spp. showed moderate levels of prevalence, whereas *Scutylenchus* spp. were recorded in low numbers. Notably, high nematode population densities were observed in samples collected from İncepelit, Kızılcaşöğüt, and the central region of Beypazarı, indicating potential hotspots of nematode infestation (Table 2).

The composition of plant-parasitic nematodes identified in the soil, particularly the predominance of *Pratylenchus* spp., aligns well with earlier findings from the same experimental field (Schmidt et al., 2017). According to Moens and Perry (2009), *Pratylenchus* species commonly dominate soils cultivated with crops such as carrot and wheat, as these plants serve as suitable hosts for their development and reproduction. Root lesion nematodes (RLNs) are polyphagous, migratory endoparasites that inflict considerable damage on vegetable crops across temperate, subtropical, and tropical regions. They are ranked third among the ten most economically significant genera of plant-parasitic nematodes found in open-field systems (Sikora and Fernández, 2005; Jones et al., 2013).

Typical symptoms of RLN infection include the formation of necrotic lesions on the roots, which often facilitate secondary invasion by soil-borne fungi and bacteria (Castillo and Vovlas, 2007). Both juvenile and adult stages can penetrate and feed within root tissues, and their reproductive modes range from amphimictic to parthenogenetic. Moreover, RLNs exhibit the ability to survive adverse conditions through anhydrobiosis (Jones et al., 2013). Several RLN species, including *P. penetrans* and *P. crenatus*, have been documented in association with crops grown under protected environments (Chandel et al., 2010; Anwar et al., 2013; Gubin and Sigareva, 2014). Although quantitative data on yield losses under such systems remain scarce, RLNs are notoriously persistent and difficult to eliminate, often leading to significant reductions in crop productivity by direct root injury and by predisposing plants to secondary microbial infections.

The consistent detection of *Pratylenchus* spp. across most surveyed sites highlights their strong adaptation to root vegetables and corroborates previous observations from Mediterranean agricultural systems (Castillo and Vovlas, 2007). Their migratory endoparasitic behaviour presents major challenges for management, particularly in monoculture-based cropping systems like carrots. The occurrence of *Paratrichodorus* spp. is particularly important, as members of this genus function as virus vectors most notably transmitting Tobacco rattle virus (TRV) and thus pose a significant threat to crop yields (Taylor

and Brown, 1997). Their abundance in the sampled soils suggests a potential risk of virus dissemination in the study area. Meanwhile, *Helicotylenchus* spp., though generally considered less aggressive, can still induce noticeable root damage when population densities are high (Crow, 2017). The moderate presence of this genus implies that regular population monitoring is advisable to prevent future outbreaks.

Effective management of plant-parasitic nematodes in carrot-growing regions of Beypazarı, Ankara Province, will require an integrated pest management (IPM) framework. While chemical nematicides may still play a role, they should be complemented by crop rotation, cultural and sanitation practices, and strict quarantine measures. Findings from this survey conducted across the three major carrot-producing zones in Beypazarı indicate a relatively low nematode diversity, with only ten parasitic genera detected in the rhizosphere. Nonetheless, their broad distribution and high population densities suggest potential threats to carrot productivity.

At present, the specific impact of these nematodes on carrot growth and yield has not been quantified. Hence, further investigations focusing on the bioecology and pathogenicity of dominant species, particularly *Pratylenchus* spp. and *Paratrichodorus* spp., are essential. Comprehensive field and molecular studies are also required to clarify species identities and evaluate their ecological and economic significance in the sampled regions.

REFERENCES

- Anwar, S. A., Mahdi, M. M., McKenry, M. V., & Qadir, A. (2013). Survey of plant-parasitic nematodes associated with four vegetable crops cultivated within tunnels. *Pakistan Journal of Zoology*, 45(3).
- Barker, K. R. (1985). Nematode extraction and bioassays. In: Barker, K. R. Carter, C. C. & Sasser, J. N. (Eds). *An Advanced Treatise on Meloidogyne, Volume II, Methodology*. Raleigh, North Carolina, U.S.A., North Carolina University Graphics: 19-35
- Beketova, M. A., & Kefford, B. J. Aferc, and Liess, M. (2013). Pesticides reduce regional biodiversity of Shaliha et al., *Biological Forum – An International Journal* 14(2a): 398-408(2022) 407 stream invertebrates. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 110, 11039-043.
- Castillo, P., & Vovlas, N. (2007). *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. Brill.
- Chandel, R.S., Mehta, P.K., Verma, K.S., & Sharma, P.C. (2010). A survey of whitegrubs of economic importance in Himachal Pradesh. In: *Proceedings of national conference on plant protection in agriculture through ecofriendly techniques and traditional farming practices*, February 18–20, 2010, Regional Research Station, Durgapur, Jaipur, Rajasthan, pp 441–442
- Crow, W. T. (2017). *Spiral nematodes (Helicotylenchus spp.)*. University of Florida Extension.
- Decraemer, W., & Hunt, D. J. (2006). Structure and classification. *Plant nematology*, 1, 3-32.
- Fenwick, D. W. (1940). Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *Journal of helminthology*, 18(4), 155-172.
- Ganguly, S., & Ganguly, A. K. (2008). *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, biology, pathogenicity and management. *Indian Journal of Nematology*, 38(1), 126-126.
- Gubin, A. I., & Sigareva, D. D. (2014). Species composition and structure of the communities of plant-parasitic and free-living soil nematodes in the greenhouses of botanical gardens of Ukraine. *Вестник зоологии*, (48: 3), 195-202.
- Hooper, D. J., Hallmann, J., & Subbotin, S. A. (2005). Methods for extraction, processing and detection of plant and soil nematodes. In *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture* (pp. 53-86). Wallingford UK: CABI Publishing.

- Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G., ... & Perry, R. N. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular plant pathology*, 14(9), 946-961.
- Koenning, S. R., & Barker, K. R. (1998). Survey of Heterodera glycines races and other plant-parasitic nematodes on soybean in North Carolina. *Journal of nematology*, 30:, 569.
- Milligan, S. B., Bodeau, J., Yaghoobi, J., Kaloshian, I., Zabel, P., & Williamson, V. M. (1998). The root knot nematode resistance gene Mi from tomato is a member of the leucine zipper, nucleotide binding, leucine-rich repeat family of plant genes. *The Plant Cell*, 10(8), 1307-1319.
- Moen, M., Perry, R. N., & Starr, J. L. (2009). Meloidogyne species-a diverse group of novel and important plant parasites. In *Root-knot nematodes* Pp. 1-17. Wallingford UK: CABI.
- Nicol, J. M., Turner, S. J., Coyne, D. L., Nijs, L. D., Hockland, S., & Maafi, Z. T. (2011). Current nematode threats to world agriculture. In *Genomics and molecular genetics of plant-nematode interactions* Pp. 21-43. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Schmidt, J. H., Bergkvist, G., Campiglia, E., Radicetti, E., Wittwer, R. A., Finckh, M. R., & Hallmann, J. (2017). Effect of tillage, subsidiary crops and fertilisation on plant-parasitic nematodes in a range of agro-environmental conditions within Europe. *Annals of Applied Biology*, 171(3), 477-489.
- Sharon, E., Bar-Eyal, M., Chet, I., Herrera-Estrella, A., Kleifeld, O., & Spiegel, Y. (2001). Biocontrol of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Phytopathology*, 91, 687-693.
- Sikora, R. A., & Fernandez, E. (2005). Nematode parasites of vegetables. In *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. Pp. 319-392. Wallingford UK: CABI publishing.
- Taylor, C. E., & Brown, D. J. F. (1997). Nematode vectors of plant viruses. CAB International.
- Viglierchio, D. R., & Wu, F. F. (1989). Department of Nematology, University of California, Davis, CA, 95616. *Nematropica*, 19(1), 75.
- Williamson, V. M., & Gleason, C. A. (2003). Plant-nematode interactions. *Current opinion in plant biology*, 6(4), 327-333.
- Yamashita, T. T., & Viglierchio, D. R. (1986). The behavior of nonfumigant nematicide-stressed, unstressed and wild populations of *Pratylenchus vulnus* cultured on grapevines and bean plants. *Revue Ne'matol*, 9(3), 267-276.

ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN YARARLI ARTHROPOD FAUNASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Celalettin GÖZÜAÇIK ¹

Giriş

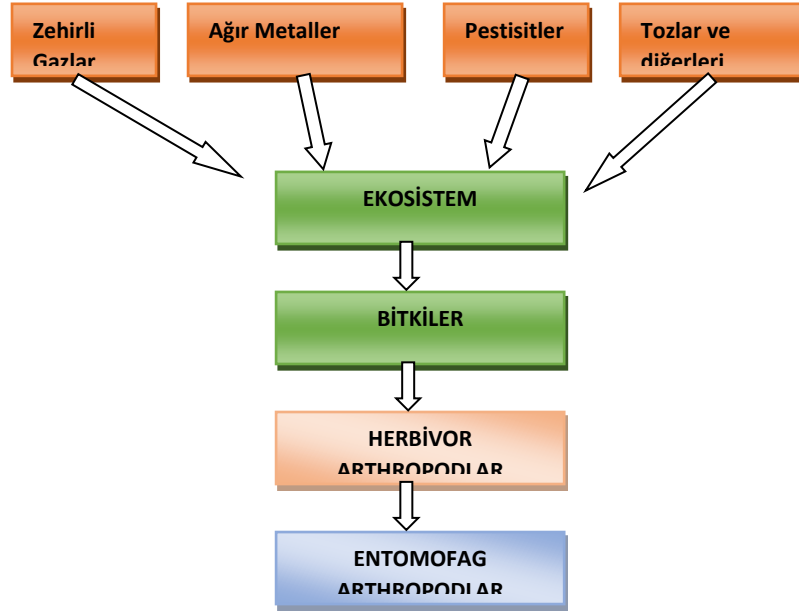
Çevre, yaşayan canlılarının yaşamlarını sürdürdüğü ekosistemlerdir. Abiyotik faktörler (hava, su, toprak vb.) çevrenin fiziksel bileşenlerini; biyotik faktörler ise (insan, hayvan, bitki ve çeşitli mikroorganizmalar) ekosistemlerin canlı bileşenlerini oluşturur. Doğal sistemlerin temel fiziksel unsurları olan hava, su ve toprak üzerinde çeşitli antropojenik veya doğal süreçler sonucunda meydana gelen olumsuz değişimler, bu ortamlara yüksek yoğunlukta zararlı maddelerin girmesiyle ortaya çıkar. Bu maddelerin fiziksel, kimyasal veya biyolojik özelliklerde bozulmaya yol açarak canlı organizmaların yaşam süreçlerini olumsuz etkilemesi ve cansız çevre bileşenlerinde yapısal bozulmalara neden olması durumu “çevre kirliliği” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2025). Kirlilik, çevrenin temel bileşenleri olan toprak, su ve havanın fiziksel, kimyasal veya biyolojik özelliklerinde; insan, hayvan ve bitki sağlığını tehdit edecek düzeyde bozulmaya yol açan değişimlerin meydana gelmesi durumudur. Bu değişimler, çevresel ortamların doğal işleyişini ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyen her türlü kirlenici girdiyi kapsar (Ibadullayeva ve ark., 2019).

Günümüzde nüfus artışıyla birlikte artan talepler doğal çevrenin bozulma hızla artmaktadır. Çeşitli kaynaklardan çıkan fiziksel ve kimyasal kirlenici maddeler doğada zamanla birikmesi sonucu çevre kirliliğini kronik bir hale getirmektedir.

Doğal kaynakları tehdit eden bu kirlilik, canlıların en önemli sorunu haline gelmeye başlamıştır. Hemen hemen bütün canlılar çevre kirlenmesinden önemli ölçüde etkilenmekte, bazı durumlarda yaşam alanları sınırlandırılmakta, besin kalitesi bozulmakta ve hatta birçok canlı türünün habitatındaki neslini tehdit etmektedir.

Çevre kirliliğini oluşturan etkenler sadece zehirli gazlar ve ağır metaller değildir. Tarımda kullanılan kimyasal gübre, hormon ve pestisitler gibi girdilerin yanında, tozlar da bu zararlı etkenler içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Söz konusu kirlenici maddelerin çevreye verdikleri olumsuz etkiler, o ekosistem içerisinde yer alan bitkileri, bunlar üzerinde yaşamını sürdüren Arthropod’ları, bunların doğal düşmanlarını, doğal düşmanlara alternatif konukçu olan diğer türleri ve daha birçok canlıyı doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedirler. Ekosistemde herbivor Arthropod’ların yaşamının bozulması, metabolizmasındaki kimyasal değişimler ile bu değişimlerin aynı zamanda onun üzerinde yaşamını sürdüren entomofag Arthropod’ları da doğrudan etkileyecektir.

¹ Iğdır Üniversitesi, cgozuacik46@gmail.com



Şekil 1. Kirliliğin, ekosistemdeki bitkilere, bunlar üzerinde bulunan herbivor ve yararlı Arthropod'lara etkileri

Çevre kirliliğinin böcekler üzerindeki etkileri incelenirken; (1) konukçu bitkilerin besin özelliklerinde bir değişim olup olmadığı, değişim varsa herbivor böceklerin bu değişimden ne şekilde etkilendiği, (2) çevre kirliliğinin Arthropod'ların üremesini, konukçu bitkiden yararlanma yeteneğini, doğal düşmanlarına dayanıklılığını değiştirip değiştirmediği, (3) doğal düşmanların fizyolojik kapasitesi ve onların düzenleyici rolleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığı gibi hususlar dikkate alınmalıdır (Ülgentürk ve Toros, 1993).

Entomofag Arthropod'ların tür çeşitlilikleri ve etkinlikleri konukçu sayısı ve kalitesinin yanında ergin besiniyle yakından ilgilidir. Yaşadıkları ortamın doğrudan ya da dolaylı olarak kirlenmesi tarafından bozulması, bunların yaşam alanlarını daraltarak faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyecektir. Parazitoit böceklerin çoğu konukçularını, onların doğaya salgıladıkları kimyasal maddeler sayesinde bulurlar. Bazı parazitik hymenopterler konukçularını ararken geçmiş oldukları yerleri iz feromonu kullanarak işaretler ve konukçusunu tanımadaki anten, tarsus ve ovipozitörleri üzerinde bulunan duyu organlarını kullanırlar. Atmosfere karışmış zehirli gazların ve tozla kaplanmış konukçuların, yararlı türlerin bu gibi faaliyetlerini etkisiz kılacağı şüphesidir. Edwards (1954) ve Wylie (1958), bir dişi parazitoitin konukçu pupasının kokusunu aynı ortama karışan diğer kokulardan ayırt edemeyeceğini belirtmektedir.

Bu derlemede doğanın kirlenmesine yol açan zehirli gazlar, ağır metaller, toz ve pestisitlerin entomofag Arthropod'lara etkileri üzerinde durulacaktır.

Zehirli Gazlar

Zehirli gazların yüksek seviyelere ulaşması atmosferik havanın kirlenmesine yol açar. Bu kirlenmeleri iki grupta toplamak gerekir. Bunlardan birincisi kaynağından doğrudan doğruya çıkan birincil kirlenmelerdir. Bunlar Kükürtdioksit (SO_2), Hidrojen Sülfür (H_2S), Azotmonoksit (NO), Azotdioksit (NO_2), Ozon (O_3), Karbonmonoksit (CO), Karbondioksit (CO_2), Hidrojen Florür (HF) gibi bileşiklerdir. Diğerleri atmosferde sonradan oluşan Kükürttrioksit (SO_3), Sülfürikasit (H_2SO_4), aldehytler, ketonlar, asitler, endüstriyel duman gibi ikincil kirlenmelerdir. Havaya karışan bu kirlenmeler canlıların yaşamını farklı şekillerde etkilemektedirler. Bu kirlenmeler konukçu bitkilerdeki kimyasal değişimler ve

tepkiler ile birlikte bunların üzerinde beslenen Arthropod türlerinin popölasyon dinamiklerini, gelişme sürelerini boyut ve ağırlıklarını, kimyasal yapılarını, ayrıca bunların predatör ve parazitoitlerini de doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyecektir. Sözelimi yüksek oranda CO₂'in pamuk zararlısı *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) ve predatörü *Leis (Harmonia) axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae)'i farklı şekillerde etkilediğı anlaşılmıştır. Burada, avın beslenme tercihini değıştirdiğı; avcıda ise, pupa süresinin kısaldığı ve av tüketiminin arttığı görölmüştür (Chen ve ark., 2005).

Atmosferi kirleten bu gazlar böcekleri farklı şekillerde etkilemektedir. Birmingham'da 1960'lı yıllarda temiz hava yasasının çıkarılmasıyla *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae)'nın melanik formlarının popölasyonlarında azalmalar görölmüştür (Ülgentürk ve Toros, 1993). Bazı araştırmacılar bunu, kirliliğın melanizme olan doğrudan seçici etkisine bağlarken, diğerkleri dumanın yere ulaşan güneş ışığı radyasyonunu azaltan etkisinden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir (Brakerfield ve Less, 1987). Melanik formların yoğunluğundaki azalma, havadaki duman seviyesiyle pozitif bir ilişki gösterirken, kükürtdioksit seviyesi ile zayıf bir ilişki göstermişlerdir (Brakerfield ve Less, 1987).

Bazı herbivor böceklerin konukçusu olan bitkiler kükürtdioksit (SO₂) ve nitrojendioksit (NO₂)'e maruz bırakıldığında, bu bitkilerle beslenen herbivor böceklerin vücut boyutları ile doğurganlıkları artmış ve gelişme dönemlerinin kısaldığı görölmüştür (Hughes ve ark., 1982; Houlden ve ark., 1990). Bitki Ozon (O₃)'a maruz bırakıldığında ise, herbivor böceklerin tepkilerinin olumlu olduğı görölmüş; ancak parazitoit ve predatör türler üzerindeki etkileri olumsuz bulunmuştur. Özellikle parazitoitlerin konukçularını arama koku veya kairomonların etkisi üzerinde SO₂ ve NO₂'nin etkileri incelendiğinde, bu kimyasalların koku reseptörlerini doğrudan etkiledikleri tespit edilmiştir. SO₂ ve NO₂ bileşikleri koku veya kairomonlarla tepkimeye girerek yapısını değıştirebilmekte; bu da parazitoitin konukçusunu bulma yeteneğini zayıflatabilmektedir. Bu konuda Gate ve ark. (1995), parazitoit böceklerin konukçu arama davranışlarına NO₂, SO₂ ve O₃ gazlarının etkisini incelemişlerdir. Kısa süreli denemelerle kapalı ortamlarda *Drosophila subobscura* Collin (Dip.: Drosophilidae) larvalarını kültüre almışlar ve aynı ortama larva parazitoiti olan *Asobara tabida* (Hym.: Braconidae) bırakarak aynı ortama O₃, SO₂ ve NO₂ (100 nl l⁻¹) gazları salındığında, parazitoitin konukçu arama yeteneğinin kontrole göre %10 oranında azalttığını belirlemişlerdir. Zvereva ve Kozlov (2000), hava kirliliğının herbivor böceklerle ve doğal düşmanlara olan etkileri üzerinde Rusya'da 1993-1998 yıllarında yaptığı çalışmada, çevre kirliliğine yol açan Nikel-Bakır madeni yakınlarında Söğüt ağaçları üzerinde *Melasoma lapponica* L. (Col.: Chrysomelidae)'nın predatör ve parazitoitlerinin kirli ve kirlenmemiş alanlardaki popölasyon yoğunluklarına karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda temiz ortamda yetişen ağaçlar üzerinde 5 birey/dakika *M. lapponica* sayılırken; kirlenmiş alanlardaki ağaçlarda 10-340 birey/dakika saymışlardır. Doğal düşmanların sayımında ise, Syrphid larvaları ve diğerk predatörler temiz alanlarda %55.3, kirlenmiş alanlarda %22.2 oranlarında sayılmış; benzer olarak larva predatörleri ve entamofag emici türleri temiz alanlarda %68.4 kirli alanlarda %32.9 oranlarında bulunmuşlardır. Predatörlerin aksine parazitoit *Megaselia opacicornis* (Phoridae) ve (Dip.: Tachinidae)'in etkinliğı temiz alanlarda düşük (%12.3) kirli alanlarda daha yüksek (%35.3) bulunmuştur. Predatör ve parazitoitlerin meydana getirdiğı toplam ölüm oranı temiz alanlarda (%93.7) kirli alanlara (%79.4) oranla daha yüksek saptamışlardır.

Holton ve ark. (2003)'nın O₃ ve CO₂ gazlarının kavak ağacı yapraklarında (*Populus tremuloides* Michx), Çadır tırtılı, *Malacosoma disstria* Hbn. (Lepidoptera: Lasiocampidae) ve parazitoiti *Compsilura concinnata* (Meigen) (Diptera: Tachinidae) ilişkileri üzerindeki etkilerini araştırmışlar, CO₂ ve O₃, ayrı ayrı ve birlikte yüksek seviyelerde *P. tremuloides* yapraklarına uygulamışlar parazitli ve parazitlenmemiş *M. disstria* larvalarının yapraklarda beslenmelerini sağlanmışlardır. Burada, *C. concinnata* endorazitoitinın larva gelişimleri izlenmiştir. O₃'un yüksek seviyesinde yaşayan parazitoitin larva sayılarında azalmaların olduğunu bildirmişlerdir. Her iki kirletici de parazitoitlerin konukçularının besinlerindeki kimyasal değışimlerin parazitoitin biyolojisini, büyüklüğünü, cinsiyet oranını ve yumurta sayısını azalttığını belirtmiştir (Barbosa ve ark., 1982; Vinson ve Barbosa, 1987).

Çevre kirliliğinde zehirli gazlardan bir diğeri de egsoz gazlarıdır. Bunların yapısında; azot oksitler (NO_x), karbon monoksit (CO), yanmamış veya kısmen yanmış hidrokarbonlar (HC) ve benzinin türüne göre kurşun bileşikleri (Pb) bulunur. Bu kimyasal bileşiklerin yararlı böcekler için olumsuz

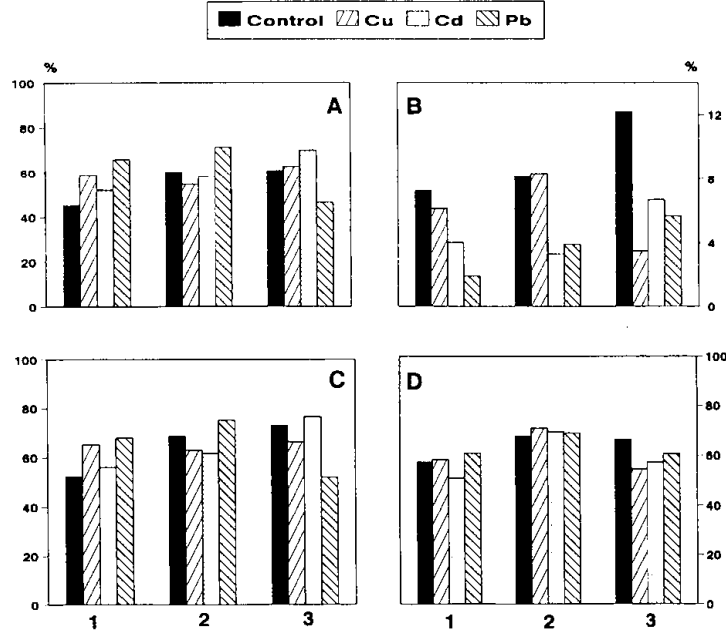
etkilerinin olduğu bilinmektedir. Olufemi (2008), Ibadan (Nijerya)'da egsoz dumanın Mango ağaçlarında zararlı *Rastrococcus invadens* Williams (Hemiptera: Pseudococcidae)'ın parazitlenme oranlarına etkisi üzerinde yaptığı çalışmada, egsoz dumanın yoğun bulunduğu alanlarda kirlilik düzeyi arttıkça *R. invadens*'in yoğunluğunda bir artışın, parazitoitlerinde ise bir azalışın söz konusu olduğunu bildirmiştir.

Ağır Metaller

Ağır metalleri Cu, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Ni ve Zn gibi elementler oluşturur. Bu metaller fosil yakıtlar, endüstriyel işlemler gibi kaynaklardan atmosfere yayılarak toprak, su ve havaya karışarak bitkilerin yaprak ve köklerine ulaşır ve buralarda depolanırlar (Kozlov ve ark., 1995). Metaller, çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, çevre şartlarına dayanıklı olmaları, her zaman biyolojik sistemlere yönelik etki göstermeleri ve kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri dolayısıyla diğer kimyasal kirleticiler arasında ayrı bir önem taşırlar (Ortel 1995; Türkan, 1995). Organizmaya alınan metaller toksik etkilerini farklı şekillerde gösterirler. Sözelimi proteinlerle birleşerek onların enzimatik ve yapısal işlevlerini değiştirerek engelleyebilirler veya temel elementlerin yerine geçerek toksik etkilerde bulunabilirler. Bazı toksik metaller ise proteinlerle birleşerek hücre içinde birikime sebep olurlar (Bremner 1974; Yoshikawa, 1982). Ağır metallerin ekosistemden uzaklaştırılamaması dikkate alındığında (Linde ve ark., 1996) sorunun önemi ortaya çıkmaktadır.

Parazitoit böceklerin hayatta kalabilmeleri ve üreyebilmeleri için gerekli olan protein, lipit, karbohidrat, vitamin, madensel tuzlar ve öteki besin bileşenlerini bitki özsuğu, polen veya konukçu hemolimfinden karşılamaları gerekmektedir (Emre, 1988). Ağır metallerin hemolimf üzerinde etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bischof (1995), ağır metallerin *Glyptapanteles liparidis* Bouché (Hymenoptera: Braconidae) tarafından parazitlenen *Lymantria dispar* L. larvalarının hemolimfinde karbonhidrat ve lipit metabolizmasına ve vücut dokusuna etkilerini incelemiş, metal kirliliğinin larvalarda hemolenf ve vücut dokusunda azalmalara neden olduğu, vücutta depolanan glikojen ve lipit konsantrasyonlarını değiştirdiğini ve parazitoitin bu durumdan etkilendiğini bildirmiştir.

Hava ve suda oluşan ağır metal kirliliği böcekler üzerinde farklı etkileri ile populasyon ve kominiteleri hücre düzeyinde ilişkilendirilmiştir (Hare, 1992). Hava kirliliğindeki artış ile birlikte konukçu bitkilerdeki fizyolojik değişimlerle bazı herbivor böcekler yararlı olabilmekte (Heliövaara ve Vaisanen, 1986); ancak doğal düşmanların etkinliğinde azalmalara sebep olabilmektedir (San ve Spitzer, 1993). Führer (1985), hava kirliliğine parazitik hymenopterlerin herbivor böcekler göre daha az dayanıklı olduğunu ve bundan dolayı bazı alanlarda herbivor populasyonundaki artışların salgın düzeyine ulaştığını bildirmiştir. Kazimirova ve ark. (1997), ağır metallerin *Ceraratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) ve pupa parazitoiti, *Coptera occidentalis* (Muesebeck) (Hym.: Diapriidae) üzerinde yaptığı etkiyi belirlemek amacıyla; Cu, Cd ve Pb metallerini farklı dozlarda *C. capitata* larvalarına besin olarak vermiş ve larva gelişimi, pupalaşma oranı ve pupa ağırlığı ile *C. occidentalis*'in gelişimini, parazitlenme oranını ve yumurta bırakma sürelerini belirlemişlerdir. Sonuçta sözkonusu parazitoit, kontrol ve diyetle beslenmiş larvalardan oluşan pupaları ayırt edememiş; parazitlenme oranları neredeyse aynı olmuş (%64.5-65) ve konukçu parazitoit gelişimlerinde bir değişme olmamıştır. Fakat Cu ve Cd ile beslenenlerde dişi parazitoit oranı oldukça azalmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Ağır metallerin *Ceraratitis capitata* pupa parazitoiti, *Coptera occidentalis*'nin çıkışı ve pupa parazitlenme oranlarına etkileri (A- Parazitoit erginlerinin çıkışı ile pupaların oranı, B- Konukuda parazitoit ölümleri ile pupaların oranı, C- lü ve çıkış yapan parazitoitler ile pupaların oranı, D-Dişı parazitoitlerin çıkış oranı) (Kazimirova ve ark., 1997).

Kramarz ve Stark (2003), kronik bir kirletici olan kadmiyumun, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae) ve parazitoiti, *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Braconidae) Haliday olan etkileri üzerine yaptığı çalışmada, *Vicia faba* L. bitkisine farklı oranlarda kadmiyum (200 veya 400 mg) ⁻¹ eklenmiş kaplarda yetiştirerek, baklalarda *A. pisum*'un büyüme oranları üzerine olumsuz etkilerinin olduğunu ve *A. ervi* populasyonunda %70 azalma görüldüğünü bildirmiştir.

Metallerin vücuda alınımı ve fizyolojik etkileri türlere göre değişiklik gösterdiği gibi, aynı zamanda eşey durumu, yaş, gelişim evresi, mevsimsel değişimler, fizyolojik faaliyetler gibi birçok etmene de bağlıdır (Rabitsch, 1995). Bazı araştırıcılar herbivor böceklerin konukçusu olan bitkilerdeki kirlilik birikiminin pupa boyutları üzerine önemli etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. İskoç amlarının (*Pinus sylvestris* L.) iki önemli zararlısı olan *Bupalus piniarius* (Lepidoptera: Geometridae) ve *Panolis flammea* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Noctuidae) larvaları kirlilik kaynaklarına farklı uzaklıklardaki am ibrelerinde yetiştirilmiştir. Her iki tür için de ağırlıkla ilgili en düşük değerler kirlilik kaynağına yakın örnek alanından elde edilmiştir. Kontrol grubuna göre *P. flammea* ve *B. piniarius*'un dişi pupa ağırlıklarında sırasıyla %25, %54, erkek pupa ağırlıklarında %47, %29'luk değişimler belirlenmiştir (Heliövaara ve ark., 1989). Her iki türün de pupa ağırlıklarının farklı olması; ergin öncesi gelişimlerini, konukçu üzerinde tamamlamak zorunda olan parazitoit larvalarının gelişimlerini etkilemesi kaçınılmazdır. "İdiobiont" türlerde konukçu, gelişen parazitoit larvası için besin yönünden tamamlayıcı bileşenler içerdiğinden ve büyük konukçular küçüklere göre söz konusu maddelerin toplamı bakımından daha zengin olduklarından, daha çok tercih edilmektedirler (Harvey ve ark., 1998).

Ağır metal kirliliği yaşanan bir orman alanında carabid türlerinin çeşitliliği ile toprak katmanlarının metal yoğunluğu arasında ters bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ağır kirlilik gösteren katmanlarda pek çok türün sayısının azaldığı, ancak çok az türün birey sayısında yükselme olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında belirlenen 38 Carabidae (Coleoptera) ailesi türlerinden *Nebria brevicollis* (Fabricius)'in bütün bölgelerde, özellikle de maden eritme bölgesinde daha yaygın olduğu tespit edilmiştir. Bu türün normal şartlarda yaz diyapozu geçirdiği halde kirli alanlarda diyapoza girmediği belirlenmiştir (Read ve ark., 1987). Sonuç olarak, *Nebria brevicollis*'in diyapoza

girememesinin parazitoiti olan böcekler üzerinde olumsuz etkisi olacaktır. Parazitoit-konukçu ilişkilerinde eşzamanlılık ve konukçu uyumsuzluğu parazitoitleri olumsuz olarak etkileyecektir.

Tietze (1987) Macaristan'da geleneksel tarım yöntemleri ve endüstriyel kirliliğin çayırlarda yaşayan carabid komünitelerini etkileyerek değiştirdiğini bildirmektedir. *Carabus auratus* L., *C. nemoralis* (O.F. Müller), *C. concellata* Illiger, *Syncus nivalis* (Panzer) ve *Amara aulica* (Panzer) (Coleoptera: Carabidae) dikkat çekecek kadar azalmış, komüniteler tür zenginliği açısından fakirleşmiş, ancak endüstriyel kirlilik etkisinin, tarımsal uygulamalardan daha az olduğu belirlenmiştir. İsviçre ladin ormanlarında kirliliğin ibre kayıplarına sebep olduğu, bu durumun ladinlerde yaşayan Arthropod'ların habitat yapısında bir dizi değişime yol açarak iri örümceklerin popülasyonunda düşüşe sebep olduğu belirlenmiştir (Gunnarson, 1988).

Van San (1993), ağır metallerle kirlenmiş ve kirlenmemiş alanlarda *Operophtera brumata* (L.) (Lep.: Geometridae)'nın *Cyzenis albicans* Fall., *Phorocera obscura* Fall. (Dip.: Tachinidae) ve *Agrypon flaveolatum* Grav. (Hym.: Ichneumonidae) ile parazitlenme oranlarını karşılaştırmış; kirlenmemiş alanlarda parazitlenmenin daha yüksek bulunduğunu bildirmiştir.

Pestisitler

Yetiştirdiğimiz veya depoladığımız ürünleri zararlılardan koruyabilmek için ürün kaybına yol açan zararlılarla mücadelede genellikle pestisitler kullanılmaktadır. Dünyada ortalama 2.6 milyon ton/yıl; ülkemizde ise ortalama 25.396 ton/yıl pestisit formülasyonu üretilmektedir. Türkiye'de 2002 yılı verilerine göre 386 etken maddeyi içeren, 20'si karışım halinde olmak üzere yaklaşık 2000 ruhsatlı pestisit %70'i dolaşımdadır. Hektar başına tüketilen ilaç miktarı 1.512 g etken madde tüketimi ise 598 g'dır (Tisit, 2003). Pestisitler verim ve kalite kayıplarını azaltmaktadır. Ancak kullanılan pestisitler su, toprak ve üründe uzun süre bozulmadan kalarak kimyasal kirliliğe neden olmakta ve biyo-çeşitlilik dengesini bozmaktadır.

Günümüzde insektisit, fungusit ve herbisitlerin arthropodalar üzerindeki etkileriyle ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Critchley (1972), patates zararlılarına karşı thionazin'in toprağa aplikasyonundan 8 hafta sonra Carabid popülasyonunda dikkat çekici azalmalara neden olmuş ve bu azalmanın, thionazin'in toprakta oluşturduğu kalıntıdan kaynaklandığını bildirmiştir. Matcham ve Hawkes (1985), buğday alanlarında afitlere karşı deltamethrin uygulaması sonucu bazı arthropodların (carabid, staphylinid ve akar) popülasyonunda %30 civarında azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Pestisit uygulanan ekosistemlerde polifag predatörler, bu uygulamalarından olumsuz yönde etkilenmektedir. Powell ve ark. (1985) herbisitlerin, predatörlerin ergin öncesi dönemleri için daha uygun habitat oluşturan yabancı otların ortadan kalkmasından dolayı predatör popülasyonlarında azalmaya sebep olduğunu; Agnello ve ark. (1986), bazı herbisitlerin predatörlere doğrudan toksik etki gösterebildiği gibi, gömlek değiştirme süresini uzattığını, yumurta verimini azalttığını bildirmişlerdir. Floate ve ark. (1989), deltamethrin, dimethoate ve carbofuran'ın carabid popülasyonlarında sırasıyla %30, %30 ve %83-100 oranlarında ölümlere sebep olduğunu belirlemişlerdir. Yardım ve Edwards (1995) ise, Amerika'da domates tarlasında zararlıların kontrolü için kullanılan pestisit (İnsektisit: carbaryl, endosulfan, esfenvalerate), (fungisit: chlorothalonil; herbisit: trifluralin ve paraquat) uygulamalarının toprakta bulunan predatörler böcekler (Carabidae, Staphylinidae, Cicindelidae ve Formicidae) üzerine etkilerini incelemişler; denemenin ilk yılında predatör sayılarında artışlar gözlenirken; ikinci yılında predatörlerin sayısında önemli oranda düşüşlerin olduğunu belirlemişlerdir.

Köşker (2005), toprakaltı zararlılarına karşı kullanılan 4 grup insektisit toprak faunasına etkilerini araştırmıştır. Bu insektisitlerden canlılara en uzun süreli toksik etkiyi gösterenin chlorpyrifos-ethyl olduğu; akar ve collembolalara en hızlı etkiyi yine chlorpyrifos-ethyl; Araneae, Carabidae ve toprak solucanlarına ise imidacloprid'in gösterdiği bildirilmiştir. Bunun yanında Carabidae, Collembola ve toprak solucanlarına en kısa süreli etkiyi tefluthrin; Araneae'lere thiametoxam; akarlara ise imidacloprid göstermiştir. Deneme sonuçlarına göre chlorpyrifos-ethyl 480 g/l etken maddeli tarım ilacının, toprak faunasında hedef dışı canlılara en yüksek toksik etkili insektisit olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebinin chlorpyrifos-ethyl'in toprakta daha uzun süre kalıcı olması ve

toprakta organiklorlu bileşiklere dönüşmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Mohammed ve ark. (2004) yoncada *Hippodamia (Adonia) variegata* (Goeze) (Col.: Coccinellidae)'ya chlorpyrifos-ethyl'in ½, 1 ve 2 doz denemelerinde %46,7-50; %50 ve %55-55.33 oranlarında; fenvalerate'nin ise aynı dozlarında %10-47.7; %20-50 ve 13.3-50 oranlarında ölüme sebep olduklarını tespit etmişlerdir. Türkiye Çevre Vakfı (1995) tarafından 1980 ve 1985 yılları arasında yapılan çalışmalarda Çukurova'da kullanılan pestisitlerin *H. variegata* ve *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae) popülasyonlarına verdiği zararın önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Pestisit kullanımı hedef dışı organizmaları olumsuz olarak etkilemektedir. Özellikle havadan yapılan ilaçlamalar hedef dışı alanlarda bulunan yararlı arthropod'ların yanı sıra kuş ve yılan gibi birçok canlının ölümüne sebep olduğu bilinmektedir.

Son yıllarda ülkemizde çevreye karşı duyarlılık artmış, havadan ilaçlama ve birçok pestisit yasaklanmıştır (Anonim, 2025) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türkiye'de 2022 yılına kadar kullanımı sonlandırılan pestisitler ve diğer Bitki Koruma Ürünleri (Anonim, 2025)

1,3-Dichloropropene, 2,4,5-T, 4-CPA (4-Chlorophenoxy acetic acide), Acephate, Acetochlor, Alachlor, Aldicarb, Aldrin, Alfa HCH (Hexachlorocyclohexane (HCH)), Amino acide, Amino Acids: mix, Aminotriazole, Amitraz, Ammonium thiocyanate, Anilofos, Arsenik, ATCA, Atrazine, Azinphos ethyl, Azinphos-methyl, Azocyclotin, Benfuracarb, Benomyl, Beta cypermethrin, Beta HCH (Hexachlorocyclohexane (HCH)), Bifenthrin, Binapacryl, Bitertanol, BNOA (Beta naphthoxy acetic acide), Brodifacoum, Bromacil, Bromophos, Bromophos-ethyl, Bromopropylate, Bronopol, Butralin, Cadusafos (Aka ebufos), Captafol, Carbaryl, Carbendazim, Carbofuran, Carbosulfan, Chinomethionat (Aka quinomethionate), Chlordane, Chlordecone, Chlordimeform, Chlorfenapyr, Chlorfenvinphos, Chlorfluazuron, Chloridazon, Chlorobenzilate, Chloroneb, Chloropicrin, Chloropropylate, Chlorothalonil, Chlorpropham, Chlorpyrifos (Chlorpyrifos ethyl), Chlorpyrifos methyl, Cis-zeatin, Civa, Clothianidin, Coumachlor, Cyanazine, Cyanides: Calcium, hydrogen, sodium, Cycloate, Cyclosulfamuron, Cyfluthrin, Cyhexatin, DDT, Desmedipham, Diafenthiuron, Diazinon, Dichlofluanid, Dichlorvos (DDVP), Dicofol, Dieldrin, Difenacoum, Difenzoquat, Dimethenamid, Dimethipin, Dimethoate, Diniconazole-M, Dinocap, Dinoseb, Dioxacarb, Dioxathion, Diphenamid, DNOC, Endosulfan, Endothal, Endrin, Epn, EPTC (Ethyl dipropylthiocarbamate), Esbiothrin (Bioallethrin), Ethalfluralin, Ethiofencarb, Ethion (Aka diethion), Ethirimol, Ethoate Methyl, Ethoprophos, Ethoxysulfuron, Ethyl-parathion, Fenamidone, Fenarimol, Fenbutatin oxide, Fenitrothion, Fenpiclonil, Fenpropathrin, Fenpropimorph, Fenthion, Fentin acetate, Fentin hydroxide, Fenvalerate, Fipronil, Flamprop-M, Floucoumafen, Fluazifop, Flubenzimine, Flucythrinate, Flufenoxuron, Flumetsulam, Fluorodifen, Fluridone, Flusilazole, Fluthiacet methyl, Folic acid, Fomesafen, Formothion, Furathiocarb, Halfenprox (Aka brofenprox), Haloxifop, Haloxifop ethoxyethylester, Heptachlor, Hexachlorobenzene (HCB), Hexaconazole, Hexaflumuron, Hidrogen peroxide, Hydrogen cyanamide, Hydroxy MCPA, İmazamethabenz methyl, İmazapic, İmazapyr, İmazethapyr, İmidacloprid, İminoctadine, İndolylacetic acid (Aka auxins), İoxonil, İprodione, İsofenphos, Kinetin (cis-zeatin), Leptophos, Lindane, Linuron, Mancozeb, Maneb, Mephospholan, Methabenzthiazuron, Methamidophos, Methidathion, Methiocarb, Methomyl, Methoprene, Methoxychlor, Methyl bromide, Metolachlor, Metominostrobin, Metosulam, Mevinphos, Mirex, Molinate, Monocrotophos, Monolinuron, Norflurazon, Novaluron, Nuarimol, Ofurace, Omethoate, Orthosulfamuron, Oxadiazon, Oxadixyl, Oxamyl, Oxine-copper, Oxycarboxin, Oxydemeton-methyl, Paraquat, Parathion Methyl, PCNB (Quintozene), Pentachlorobenzen, Pentachlorophenol, Permethrin, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Phosphamidon, Phosphoric

acid, Pinolene, Plant Extracts, Primisulfuron, Primisulfuron methyl, Procymidone, Profenofos, Prometryn, Propanil, Propargite, Propiconazole, Propineb, Propoxur, Prothiofos, Prothoate, Pymetrozine, Pyrazophos, Pyridafenthion, Pyrimidifen, Pyrethiobac sodium, Quinalphos, Quinoxifen, Quizalofop, Resmethrin, Sethoxydim, Simazine, Sodium derivatives, Streptomyces lydicus wyl, TCMTB, Tebuthiuron, Tepraloxym, Terbutryne, Tetradifon, Thiacloprid, Thiamethoxam, Thiazafuron, Thiazopyr, Thidiazuron, Thiobencarb, Thiocyclam, hydrogen oxalate, Thiodicarb, Thiometon, Tolfenpyrad, Tolyfluanid, Toxaphene (Camphechlor), Tralkoxydim, Tralomethrin, Tri isopropanolamin, Triadimefon, Triadimenol, Triasulfuron, Triazamate, Triazophos, Trichlorfon, Tridemorph, Trifloxysulfuron sodium, Trifluralin, Triforine, Trimedlure, Vinclozolin, Zineb,

Pestisit uygulamalarının, çevre kirliliğinin bir parçası ve göstergesi olduğu hiçbir zaman göz ardı edilmemelidir. Gerekli durumlarda özellikle seçici, toprak fauna ve florasına en az düzeyde zararlı etkiye sahip kimyasallara yönelmeli ve hedef dışı arthropodlara vereceği zararlar unutulmamalıdır.

Tozlar

Tarım içi ve tarım dışı alanlarda taşıtlardan kaynaklanan veya rüzgârla taşınan tozlar, bitkilerin üzerine kaplayarak onların yaşamsal faaliyetlerini etkilediği gibi, parazitoit ve predatörleri de olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle yol kenarlarında tozlu bitkiler üzerinde zararlı türler yoğun bir şekilde görülürken, aynı ortamlarda doğal düşmanları bulmak oldukça zordur. DeBach (1958) Kaliforniya’da yol kenarında bulunan turuncgil ağaçlarında doğal düşman baskısı olmadığından *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae) popülasyonunun arttığını bildirmiştir.

Heliövaara ve Vaissenen (1986), parazitoit hymenopterlerin toza karşı oldukça duyarlı oldukları, bu durumun da onların konukçusu olan herbivorların çoğalmasını engelleyemediği bildirilmiştir. Stabilize yollardan kaynaklanan toz dışında, çimento fabrikaları ve maden ocakları gibi çevreye toz ve birçok zararlı gaz yayan işletmelerin bulunduğu alanlarda da yararlı arthropodların etkinliklerinin oldukça düşük olduğu bilinmektedir. Nitekim Polonya’da maden işletmelerinden kaynaklanan kükürtdioksit ve sülfürik asitin yaprakbiti yoğunluğunu arttırdığı, bunun sebebinin doğal düşmanların azalmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Przybłski, 1968). Finlandiya’da *Aradus cinnamomeus* Panzer’un (Hemiptera; Aradidae) yoğunluğunda demir işleme fabrikalarının yanında artış, parazitlenmiş yumurta sayılarında ise azalmanın olduğu belirlenmiştir (Heliövaara ve Vaissenen, 1986). Rosen ve Debach (1979) hava ile taşınan tozların *Aphytis* cinsi (Hymenoptera: Aphelinidae) popülasyonuna bulaşması halinde, tozların pestisit gibi yüksek derecede öldürücü olabileceğini belirtmiştir. Toz parçacıklarının nasıl bir mekanizmaya sahip olduğu bilinmemekle beraber, parazitoitin external organlarını etkileyebileceği, trakeleri tıkayabileceği ya da integumenti aşındırarak su kaybı sonucu ölüme neden olduğu düşünülmektedir. Toza maruz kalan bitkilerde Kabuklubit bulaşması gözlenmektedir. Bu durumun *Aphytis* ve diğer parazitoitlere tozun olumsuz etkisinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Vücuduna toz bulaşan böcek temizlenmek için uzun süre çabalamakta, tozlu meyvelere yerleşen *Aphytis*’ler kısa zamanda ölmekte ve yumurta bırakma oranı belirgin şekilde düşmektedir.

Butovski (1989) Moskova karayolundan 200-250 m uzağında avcı böcek üremesinin yola yakın alandaki böceklerin üremesinden 2.3-4.1 kez daha yüksek olduğunu kaydetmiştir. Kaliforniya’da tozdan korunmak ve doğal düşmanların etkinliğini artırmak için tarla çevresinde çit bitkileri yetiştirmişlerdir. Çalışma sonunda toz, rüzgâr ve gürültü kirliliğini azalttığı gibi, doğal düşmanlara ek besin ve barınak oluşturan bu bitkiler sayesinde zararlıların da baskı altına alındığı bildirilmiştir (Wayne ve ark., 1996).

Bütün canlıların ortak yaşam alanı olan çevrenin kirlenmesi ve kirlenler ile kirleticilere karşı yeterli önlemlerin alınmaması yaşam alanlarını daraltacak, karşılıklı etkileşimlerini olumsuz etkileyerek

ya göe zorlayacak ya da neslinin tükenmesine sebep olacaktır. Doğada parazitoit ve predatörler yanısıra ayrıştırıcı, çiçek tozlayıcısı, bal üreticisi vb. yararlı arthropod türlerinin de varlığı dikkate alındığında, evre kirliliğinden kaçınmanın sürdürülebilir ekosistemler için önemi daha iyi anlaşılacaktır.

KAYNAKLAR

- Agnello, A. M., Van Duyn, J. W., & Bradley, J. R. (1986). Influence of postemergence herbicides on populations of bean leaf beetle, *Cerotoma trifurcata* (Coleoptera: Chrysomelidae), and corn earworm, *Heliothis zea* (Lep: Noctuidae), in soybeans. *J. Econ. Entomol.* 79: 255-261.
- Al-Doghairi, M., Al-Rehiyani, S., Osman, K. A., & Elhag, E. A. (2004). Residual effects of some conventional and biorational pesticides on ladybird beetle, *Adonia variegata* Goeze. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(1), 130–133. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2004.130.133>
- Anonim, 2009. Bitki Koruma Ürünleri aktif madde yasaklanması. http://www.kkgm.gov.tr/haber/haber_duyuru.html
- Anonim, (2025). evre Kirleticilerinin Akut ve Kronik Toksisiteleri, 12s. (https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/75258/mod_resource/content/0/%C3%87evre%20kirleticilerinin%20akut%20ve%20kronik%20toksisiteleri.pdf) (Erişim tarihi: 14.11.2025).
- Bischof, C. (1995). Effects of heavy metal stress on carbohydrate and lipid concentrations in the haemolymph and total body tissue of parasitized *Lymantria dispar* L. larvae (Lepidoptera). [Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology and Toxicology Volume 112\(1\)](#), 87-92.
- Barbosa, P., Saunders, Ja., & Waldvogel, M. (1982). Plant-mediated variation in herbivore suitability and parasitoid fitness. In: Visser JH, Minks AK (eds) *Proceedings of the 5th International Symposium in Insect-Plant Relationships*. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, pp 63–71.
- Bolsinger, M., & Flückiger, W. (1989). Ambient air pollution induced changes in amino acid pattern of phloem sap in host plants-relevance to aphid infestation. *Environ. Pollut.*, 56: 209-216.
- Brakerfield, P. M., & Less, D. R. (1987). Melanism in *Adalia* ladybirds and declining air pollution in Birmingham. *Heredity*, 59: 273-277.
- Braun, S., & Flückiger, W. (1989). Effect of ambient ozone and acid mist on aphid development. *Environ. Pollut.*, 56:177-187.
- Bremner, I. (1974). Heavy metal Toxicities *Quart. J. Biophys.*, 7,74–124.
- Chen, F., Feng, G., & Prajulee, M.N. (2005). Impact of elevated CO₂ on trit interaction of *Gossypium hirsutum*, *Aphis gossypii*, and *Leis axyridis*. *Environmental Entomology*. 34(1), 37-46.
- Coleman, J. S., & Critchley, Jones, C. G. (1988). Acute ozone stres on *Populus deltoides* Bartr. and the pest potential of the aphid *Caitoporus populicola* Thomas (Hom.: Aphidae). *Environ. Entomol.*, 17: 2007-212.
- Critchley, B. R. (1972). A laboratory study of the effects of some soil-applied organophosphorus pesticides on Carabidae. *Bull. Ent. Res.* 62: 327-342.
- Debach, P. (1958). Application of ecological information to control of citrus pests in California. *Proc. Ioth Internatl. Congre. Ent.*, 3: 187-94.
- Edwards, R. L. (1954). The host-finding and oviposition behavior of *Mormoniella vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasite of muscoid flies. *Behaviour*, 7: 88-112.
- Emre, İ. (1988). Meridik bir Besinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) Ergin Dişilerinin Yumurta Verimine Etkisi. *Doğ a Tu. Biyol.*, 12(2) 101–105.
- Floate, K. D., Eliot, R. H., Doanne, J. F., & Gillot, C. (1989). Field bioassay to evaluate contact and residual toxicities of insecticides to carabid beetles. *J. Econ. Entomol.* 82: 1543-1547.
- Führer, E. (1985). Air pollution and incidence of forest insect problems. *Z. Ang. Ent.* 99, 371-377.

- Gate, I. M., Mcneill, S., & Ashmore, M. R. (1995). Effects of air pollution on the searching behaviour of an insect parasitoid. International Conference on Acidic Deposition: *Science & Policy* N°5, Vol. 85, No: 3 (833 s.) (16 ref.), [Notlar: Bölüm III], ss. 1425-1430 Göteborg, SUEDE.
- Gunnarson, B. (1988). Spruce-living spiders and forest decline: the importance of needleloss. *Biological Conservation*, 43:3009-319.
- Hare, L. (1992). Aquatic insects and trace metals: bioavailability, bioaccumulation and toxicity. *Crit. Rev. Toxicol.* 22: 327-369
- Harvey, J. A. Vet, L. E. M., Jiang, N., & Gols, R. (1998). Nutritional Ecology of the Interaction Between Larvae of the Gregarious Ectoparasitoid, *Muscidifurax raptellus* (Hymenoptera: Pteromalidae), and Their Pupal Host, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Physiol. Entomol.*, 23: 113-120.
- Heliövaara, K., & Vaisanen, R. (1986). Industrial air pollution and pine bark bug, *Aradus cinnamomeus* (Het.: Aradidae). *J. Apple. Ent.*, 101: 469-478.
- Heliövaara, K., Vaisanen, R., & Kemppe, E. (1989). Change of pupal size of *P. flammata* (Lep.: Noctuidae) and *B. piniarius* (Lep.: Geometridae) in response to concentration of industrial pollutant in their food plant. *Oecologia*, 79: 179-183.
- Heliövaara, K., & Vaisanen, R. (1989). Between-species difference in heavy metal levels in four pine Diprionids (Hym.) along and pollutant gradient. *Environ. Pollut.*, 62:253-261.
- Heliövaara, K., & Vaisanen, R. (1990). heavy metal contents in pupae of *B. piniarius* (Lep.: Geometridae) and *P. flammata* (Lep.: Noctuidae) near an industrial source. *Environ. Entomol.* 19(3): 481-485.
- Holton, M. K., Lindroth, R. L., & Nordheim, E. V. (2003). Foliar quality influences tree-herbivore-parasitoid interactions: effects of elevated CO₂, O₃, and plant genotype. *Oecologia*, 137, 233–244.
- Houlden, G., Mcneill, S., Aminu-Kano, M., & Bell, J. N. B. (1990). Air pollution and agricultural aphid pests. I. Fumigation experiments with SO₂ and NO₂. *Environmental Pollution* 67, 305-314.
- Hughes, R. J., Boyle, M. R., Brown, R. D., Taylor, P., & Insel, P. A. (1982). Characterization of co-existing alpha.- and beta2-adrenergic receptors on a cloned muscle cell line, BC3H-1. *Mol Pharmacol* 22: 258-266
- Ibadullayeva, J., Jumaniyazova, K., Azimzadeh, S., Canigür, S., & Esen, F. (2019). The Effects of Environmental Pollution on Human Health The Research Journal of Medicine Turkish Students1 (3) : 52-58
- IPCC, (2001). Climate change 2001: the scientific basis. Report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat, Geneva.
- Kazimirova, M., Slovak, M., & Manova, A. (1997). Host-parasitoid relationship of *Ceratitis capitata* (Dip.: Tephritidae) and *Coptera occidentalis* (Hym.: Proctotrupoidae:Diapriidae) under host heavy metal stres. *Eur. J. Entomol.* 94: 409-420.
- Kozlov, M. V., Haukioja, E., Bakhtiarov, A. V., & Stroganov, D. N. (1995). Heavymetals in birch leaves around a nickel-copper smelter at Monchegorsk, Northwestern Russia. *Environmental Pollution* 90, 291-299.
- Köşker, Y. (2005). Toprakaltı Zararlılarına Karsı Kullanılan Farklı Gruplardan İnsektisitlerin Toprak Faunasına Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayınlanmamış yüksek lisans tezi).
- Kramarz, P., & Stark, J. D. (2003). Population level effects of cadmium and the insecticide imidacloprid to the parasitoid, *Aphidius ervi* after exposure through its host, the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris). *Biological Control, Volume 27, Issue 3, Pages 310-314.*

- Linde, A. R., Arribas, P., Sanchez-Galan, S. & Garcia-Vazquez, F. (1996). Eel (*Anguilla anguilla*) and Brown Trout (*Salmo trutta*) Target Species to Assess The Biological Impact of Trace Metal Pollution in Freshwater Ecosystems. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 31, 197–302.
- Matcham, E. J., & Hawkes, C. (1985). Field assessment of the effects of deltamethrin on polyphagous predators in winter wheat. *Pestic. Sci.* 16: 317-320.
- Olufemi, O., & Pitan, R. (2008). Variations in the population of the mango mealbug *Rastrococcus invadens* (Homoptera: Pseudococcidae), and its parasitism, in relation to smoke pollution. *International Journal of Tropical Insect Science* (2008), 28:119-125.
- Ortel, J. (1995). Accumulation of Cd and Pb in Successive Stages of *Galleria mellonella* and Metal Transfer to the Pupal Parasitoid *Pimpla turionellae*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 77 (1), 89–97.
- Powell, W., Dean, G. J., & Dewar, A. (1985). The influence of weeds on polyphagous arthropod predators in winter wheat. *Crop Protection* 4: 298-312.
- Read, H. J., Wheater, C., & Martin, M. H. (1987). Aspects of the ecology of Carabidea (Col.) from woodlands polluted by heavy metals. *Environ. Pollut.* 48: 61-78.
- Rosen, D., & Debach, P. (1979). Species of *Aphytis* of the Word (Hym.: Aphelinidae). Series *Entomologica* Vol.17, 801 pp.
- Spencer, H. J., & Port, G. R. (1988). Effects of roadside conditions on plants and insects II. Soil conditions. *J. Appl. Ecology*, 25:709-715.
- Stary, P. & Kubiznakova, J. (1987). Content and transfer of heavy metal air pollutants in populations of *Formica* spp. wood ant (Hym.: Formicidae). *J. Appl. Ent.*, 104:1-10.
- Tietze, F. (1987). Change in the structure of carabid beetle taxocenoses in grasslands affected by intensified management and industrial air pollution. *Acta Phytopath. Entomol. Hung.*, 22 (1-4): 305-319.
- TİSİT, (2003). Bitki Koruma Ürünleri. www.tisit.org.
- Türkan, İ. (1995). Comparison of Moss and Bark Samples as Biomonitors of Heavy Metals in a Highly Industrialized Area in İzmir, Turkey. *The Science of the Total Environment*, 166, 61–67.
- Ülgentürk, S. & Toros, S. (1993). Çevre kirliliğinin böcekler üzerine etkileri. *Türk. Ent. Dergisi*, 17(1): 55-64.
- Vinson, S., & Barbosa, P. (1987). Interrelationships of nutritional ecology of parasitoids. In: Slansky F, Rodriguez JG (eds) *Nutritional quality of insects, mites, spiders, and related invertebrates*. Wiley, New York, pp 673–695.
- Yardıı, E. N., & Edwards, C. A (1995). Domateslerde hastalık, zararlı ve yabancı otlarla yapılan kimyasal mücadelenin toprakta bulunan predatör faunasına etkisi. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi 3: 205-214.
- Whittaker, J. B., Kristiansen, L. W., Mikkelsen, T. N. & Moore, R. (1989). Responses to ozone of insects feeding on a crop and a weed species. *Environ. Pollut.*, 62:89-101.
- Wylie, H. G. (1958). Factors that affect host finding by *Nasonia vitripennis* (Walk.) (Hym.: Pteromalidae). *Canadian Ent.*, 90: 597-608.
- Van San, N., & Spitzer, K. (1993). Isolated populations of the winter moth, *Operophtera brumata* (L.) (Lep.: Geometridae), their heavy metal content and parasitism. *Eur. Entomol.* 90: 311-321.
- Wayne, L. S., Karen, L. R., & Valerie, J. M. (1996). Protective Border Plantings for Ag/Urban Interfaces and Beneficial Insect Support. University of California County of San Diego. <http://commserv.ucdavis.edu/CESanDiego/borderpt.pdf>.
- Yoshikawa, H. S. (1982). Interaction of Metals and Metallothionein. *Elsevier/North-Holland. New York Amsterdam Oxford*, 11–23.

Zvereva, E. L., & Kozlov, M. V. (2000). Effects of air pollution on natural enemies of the leaf beetle *Melasoma lapponica*. [*Journal of Applied Ecology*](#), Volume 37(2), 298-308.

KESTANE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE *CURCULIO ELEPHAS* (GYLLENHAL) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) İLE MÜCADELE

Şener TARLA¹
Gülcan TARLA²

Giriş

Kestane, dünya genelinde gıda olarak tüketilen bir meyve ve orman ürünü olarak da çok önemli bir bitkidir. Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika başta olmak üzere farklı iklim kuşaklarında yetişen farklı türleri bulunmaktadır. Fagaceae familyasına ait olan kestanenin, Kore veya Japon kestanesi, *Castanea crenata* Siebold & Zucc., Çin kestanesi, *Castanea mollissima* Blume, Anadolu kestanesi, *Castanea sativa* Miller ve Kuzey Amerika kestanesi, *Castanea dentate* (Marshall) Borkh (Fagales: Fagaceae) dahil olmak üzere dünya çapında değişik türleri yetiştirilmektedir (Chiocchio ve ark., 2020; Silva ve ark., 2020; Tsurunaga ve Takahashi, 2021). Anadolu kestanesi esas olarak Güney Avrupa ve Kuzey Afrika'dan Kuzey-Batı Avrupa'ya ve doğuda Batı Asya'ya kadar yayılır (Conedera ve ark., 2016). Boyu 30 metreye kadar ulaşan bu türün 500–1000 yıl arası değişen ömrü vardır (Coşkuncu ve Mert, 2011). Yayılış merkezinin neresi olduğu kesin bilinmemekle birlikte anavatanının Anadolu'nun olduğu ihtimali kuvvetlidir (Karadeniz, 2011). Nitekim Kastamonu'nun (Kastanis) ilk kültüre alındığı yer olduğu kabul edilmekte ve eski Yunanlı ve Romalı yazarlara göre M.Ö. 5. yüzyılda Anadolu'dan Yunanistan'a buradan da Güney İtalya ve İspanya'ya götürüldüğü söylenmektedir (Soylu, 2004; Subaşı, 2004; Özçağırın ve ark., 2007). Kestane ülkemiz açısından olduğu gibi diğer Akdeniz havzası ülkeleri için de önemli bir gelir kaynağıdır. Türkiye dışında, Doğu Asya, Güney Avrupa ve Kuzey Amerika'daki ülkelerde doğal olarak yetişen yaygın türdür (Karadeniz, 2013; Beccaro ve ark., 2019). Kestane yetiştiriciliği söz konusu ülkeler için hem ekonomik hem de ekolojik açıdan önemli bir tarımsal faaliyettir. Ülkemizde Anadolu'nun Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgelerinde nemli koşullardaki orman alanlarında *Castanea sativa* Miller (Fagales: Fagaceae) türü kendiliğinden yetişmektedir (Subaşı, 2004). Kestane hem gıda hem de endüstriyel kullanım açısından ekonomik değeri yüksek bir üründür (Ulusay ve ark., 2025). Avrupa kıtasında başta İtalya, Fransa, İspanya ve Portekiz olmak üzere birçok ülkede önemli üretim alanları bulunmaktadır. Ülkemizde bunlardan biri olup Ege, Marmara ve Karadeniz bölgeleri başlıca üretim sahalarıdır (Ulusay ve ark., 2025). Bursa'nın kestaneliklerinin eski çağlardan beri meşhur olduğu ve Yunanlıların buradan kestaneleri kendi memleketlerine götördükleri, oradan da diğer Akdeniz ülkelerine yayılmış olduğu bildirilmiştir (Kayacık, 1967). Günümüzde Avrupa dışında Çin, Japonya, Kore, Türkiye gibi Asya ülkeleri de başlıca kestane üreten ülkeler arasında yer almaktadır (Coşkuncu ve Mert, 2011). Türkiye'de kestane üretimi 2024 yılında 140.066 dekar alanda toplamada 74.300 ton civarında gerçekleşmiştir (Anonim, 2024). Ülkemizdeki kestane üretiminin yaklaşık %40'ı Aydın ve İzmir'de yapılmaktadır (Ulusay ve ark., 2025). Kestane yüksek besin değeri nedeniyle hem insan beslenmesinde hem de sanayide yaygın olarak kullanılmaktadır. Kestane meyvesi içeriği bakımından protein, karbonhidrat ve lif bakımından zengin bir besin kaynağıdır. Bu nedenle unlu mamuller, şekerleme, pasta, tatlı ve likör gibi çeşitli ürünlerin üretiminde de kullanılmaktadır. Ayrıca kestane meyvesi önemli mineral ve vitaminleri içermektedir (Wani ve ark., 2017). İnsan beslenmesinde kestaneye olan talebin artması büyük ölçüde besin değeri, düşük yağ içeriği ve antioksidan özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Anagnostakis ve Devin, 1999).

Kestane ağacı kereste olarak kullanılmakta olup dayanıklıdır. Estetik özellikleri nedeniyle inşaat, marangozluk ve mobilya sektörlerinde kullanılması bakımından da önemli bir hammadde kaynağıdır (Bonal ve Muñoz, 2008; Paparatti ve Speranza, 2005). Ayrıca kestane balı üretimi bakımından da önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Bu çok yönlü kullanım, kestane üretimini hem

¹ Uşak Üniversitesi, sener.tarla@usak.edu.tr

² Uşak Üniversitesi, gulcan.tarla@usak.edu.tr

ekonomik hem de stratejik bir tarımsal faaliyet hâline getirmektedir (Bonal ve Muñoz, 2008). Ancak, diğer birçok bitkide olduğu gibi son yıllarda kestane çeşitli olumsuz biyotik ve abiyotik faktörlerden etkilenmektedir. Bunun sonucu olarak üretiminde verim ve kalite kayıpları oluşmaktadır. Bu faktörler arasında iklim değişiklikleri, kuraklık, don, fungal hastalıklar ve böcek zararlıları öne çıkmaktadır. Bunlar içerisinde özellikle Kestane kurdu, *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) ana zararlılardan biridir. Kestanenin yetiştiği ülkelerde ürüne zarar vererek önemli kalite ve verim kayıplarına neden olmaktadır (Önuçar ve Ulu, 1989; Kuske ve Grunder, 2007). Ülkemizde Marmara Bölgesi'nin birçok yerinde *C. Elephas*'in yayıldığı ve önemli düzeyde zarar meydana getirdiği bildirilmiştir (Seçkin, 1981). Yurtdışında yapılan çalışmalarda bu zararlının ana zararlı olarak zarar oranları ve mücadele yöntemleri hakkında çalışmalar yapılmıştır (Debuzie, 1984, Gal ve Burges, 1987, Chianella ve ark., 1991, Arzone ve ark., 1993, Christofaro ve Rotundo 1993, Speranza, 1999, Karagöz ve ark., 2009, Sprenza ve Paparatti, 2009; Coşkun ve Mert, 2011). *Curculio elephas*'in dişi bireyleri yumurtalarını hortumlarıyla kirpilerde açtıkları oyuklar içerisindeki meyve etine bırakırlar. Yumurtadan çıkan larvalar gelişimleri süresince bitkinin generatif organı içerisindeki dokuyu gıda olarak kullanmaktadır. Gelişimini tamamlayan larva meyveyi terk ederek toprakta oluşturduğu kokon içerisinde pupa olur ve daha sonra ergine dönüşür. Zararlı yılda bir nesil vermektedir. Kestane kurdu kestane ve meşe dışında nadir olarak ceviz ve bademde de beslendiği kayıtlıdır (Önuçar ve Ulu, 1989). Larva süresince beslenme sonucu meydana getirdiği tahribatı nedeniyle ürünün pazar değerinde ciddi düşümlere, hatta tamamen kullanılamaz hâle gelmesine neden olmaktadır. *Curculio elephas* yalnızca tarımsal ürünlere zarar vermekle kalmaz; aynı zamanda orman ekosistemlerinde tohum döngüsünü ve doğal gençleşme süreçlerini etkileyen bir etmen olarak da önemli bir rol oynar (Drekić ve Mihajlović, 2011).

İtalya, Fransa, İspanya ve Türkiye gibi kestane üretiminin yoğun olduğu ülkelerde, *C. elephas*'ın neden olduğu zarar oranı yıllara ve çevresel koşullara bağlı olarak %30–90 arasında değişebilmektedir (Paparatti ve Speranza, 2005; Karabörklü ve ark., 2018). Türkiye'de yapılan alan çalışmaları sonucu özellikle Ege Bölgesi'nde bazı bahçelerde *C. elephas* zarar oranının %30'a kadar çıktığı ve larvalı meyvelerde ağırlık kaybının %25–32 arasında değiştiği bildirilmiştir (Önuçar ve Ulu, 1989; Ulusay ve ark., 2025). Sinop ilinde yetiştirilen kestanelerin %16,2 oranında *C. elephas* ile bulaşık olduğu bildirilmiştir (Tuncer ve Serdar, 1997). İzmir Ödemiş ve Tire ilçelerinde zarar %15,70, Aydın'da ise %15-20 oranında olduğu saptanmıştır (Önuçar ve Ulu, 1989; Karagöz ve ark., 2007). Erken ve geç hasat edilen kestane çeşitlerinin kurtlanma oranlarının farklı olduğu ve Demirci (%6.8), Akkozak (%7.5) gibi geç hasat edilen çeşitlerde ortalama zarar oranları diğer çeşitlere oranla oldukça düşük olduğu, erken hasat edilen Osmanoğlu (%31.9), Hacıbiş (%41.1) ve Firdola (%57.8) gibi çeşitlerde ise dikkat çekici bir şekilde yüksek oranda kurtlanmanın olduğu ve bu durumun fenolojiye, çeşitlerin yapısal özelliklerine ve rakıma bağlı olabileceği bildirilmiştir (Coşkuncu ve Mert, 2011). Bu zararlanma üreticilerin hem verim hem de kalite açısından ciddi kayıplar yaşamasına yol açmaktadır. Zararlı böcek sadece ekonomik kayıplara değil, aynı zamanda üretim planlaması ve pazarlama süreçlerini de olumsuz etkilemektedir. Böylece zararın ekonomik yansıması hem üreticinin gelirinde hem de ülkesel ihracat değerlerinde kayda değer düşümlere neden olmaktadır.

Bu türün bazı bireylerinde yıllarca süren diyapoz görülmesi, popülasyonun yıllar arasında devamlılığını sağlamakta ve uzun vadeli üretim riski oluşturmaktadır (Desouhant ve ark., 2005, Bonal ve Muñoz, 2008). Ayrıca larvanın meyve içerisinde beslenmesi ve gelişimini tamamlar tamamlamaz toprak içerisine girmesi gibi bir biyolojik özelliğinin olması, *C. elephas*'ın kontrolünü zorlaştırmakta ve mücadele stratejilerini gerektirmektedir. Kestane kalite ve kantite yönünden önemli düzeyde kayba neden olan bu türe karşı kültürel, fiziksel-mekaniksel, kimyasal vb. değişik mücadele yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak bunlar içerisinde kimyasal mücadele gerek kolay uygulanabilmesi ve gerekse sonucun hemen alınabilmesi nedeniyle mevcut diğer mücadele yöntemlerine göre daha fazla tercih edilebilmektedir. Bunun sonucu kimyasalların aşırı kullanımı ile zararlıda direnç oluşumu nedeniyle ya daha yüksek dozda kimyasal ilaç uygulanmaya mecbur kalınmakta ya da kullanılan kimyasalların çeşitliliği arttırılmaktadır. Özellikle *C. elephas* gibi toprak altında bulunan zararlılarla mücadele etmek çok zordur. Çünkü toprak, biyotik ve abiyotik faktörlerin zararlıya ulaşmasını engelleyen bir bariyer

gibi görev yapmakta ve bunun sonucu popülasyon yüksek seyretmektedir. Buna bağlı olarak oluşan zarar da yüksek olmaktadır. Bu durumda oluşan zararı önlemek amacıyla yaygın pestisit kullanımı ile çevre ve insan sağlığı açısından istenmeyen çevre sorunları oluşmaktadır. Kestane ağacının yapısı ve yetiştiği coğrafi alanların özelliği nedeniyle zararlılarıyla mücadele oldukça güçtür. Çünkü kestane üretim alanlarının genelde ormanlık alanlarda bulunması sebebiyle kimyasal ilaç kullanımı ekolojik denge bakımından istenmeyen olumsuzlukların oluşmasına neden olur. Günümüzde insan sağlığının, çevrenin ve doğanın korunması ön plana çıkmıştır. Bu nedenle kimyasal mücadeleye alternatif olan çevre dostu mücadele yöntemlere geçilmesi gerekmektedir. Zirai mücadelenin bütün faktörlerin dikkate alınarak yapılması zorunluluk haline gelmiştir. Bu da ancak, biyolojik mücadele başta olmak üzere, kimyasal mücadeleye alternatif yöntemler ve Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) uygulamak suretiyle sağlanabilir. Son yıllarda artan sürdürülebilir tarım politikaları ile kimyasal mücadeleye alternatif veya tamamlayıcı entegrasyon temelli yaklaşımların geliştirilmesi teşvik edilmektedir. Bu bağlamda, *C. elephas*'a karşı kültürel, biyoteknik, biyolojik ve sınırlı kimyasal uygulamaların bir arada değerlendirildiği sistemler üzerinde yoğunlaşmıştır. Biyolojik mücadelede özellikle entomopatojen nematodlar (*Steinernema* ve *Heterorhabditis* türleri) ve entomopatojen mantarlar (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*) umut verici sonuçlar vermektedir (Karabörklü ve ark., 2018). *Curculio elephas* larvaları ile yapılan denemelerde en düşük ölüm oranı *Steinernema glaseri* türü (%21) en yüksek ise *Heterorhabditis bacteriophora* (%56) tür göstermiştir (Demir, 2012). Bu çalışma kapsamında *C. elephas* larvalarına karşı *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae) tek başına kullanıldığında %68 ölüm oranı meydana getirmiş ancak entomopatojen fungus *Metarhizium anisoplia* V275 + *H. bacteriophora* kombinasyonundan %96.6, *M. anisoplia* 4556 + *H. bacteriophora* kombinasyonundan ise %92.6 gibi oldukça yüksek ölüm oranları elde edilmiştir. Kombinasyon uygulamalarından elde edilen bu yüksek ölüm oranlarına rağmen nematod + fungus interaksyonu sinerjistik yerine aditif olmuştur. Çünkü entomopatojen funguslar *M. anisoplia* 4556 ve *M. anisoplia* V275 tek başlarına kullanıldığında sırasıyla %94 ve %86 gibi oldukça yüksek ölüm meydana getirmişlerdir. Diğer bir çalışmada *C. elephas* larvalarına karşı *Steinernema glaseri* (Steiner, 1929), *S. weiseri* Mráček ve ark., 2003 (Rabditida: Steinernematidae) ve *H. bacteriophora* türü nematodları tek başlarına ve ikili kombinasyonlar halinde kullandıklarında en fazla ölüm oranının (%81) *S. weiseri* + *H. bacteriophora* kombinasyon uygulamasında meydana geldiğini bildirmişlerdir (Demir ve ark., 2014). Yürütülmüş olan çalışmalar sonucu, üretim alanlarındaki popülasyon dinamikleri ve zararlının ekosistem içindeki rolü detaylı olarak açıklanmıştır. Böylece kültürel, biyolojik ve mekanik mücadele yöntemlerinin bir arada uygulanmasının *C. elephas* popülasyonunu etkili şekilde kontrol edebileceğini göstermektedir (Paparatti ve Speranza, 2005; Anastasaki ve ark., 2023). Dünya'da bu konuda yapılan çalışmalara bakıldığında genelde ağırlıklı olarak kestane meyve kurtlarının mücadelesine yöneliktir (Paparatti ve Speranza, 2005; Speranza ve Paparatti, 2009; Clausi ve ark., 2014; Souza ve ark., 2023). Ülkemizde yürütülen çalışmalarda ise daha çok farklı bölgelerdeki zararlı türlerin tespitine yönelik fauna ile ilgili çalışmalardır (Çanakçıoğlu, 1969; Önuçar & Ulu, 1989; Karagöz ve Gençsoylu, 2004; Çoşkuncu ve Mert, 2011; Kaplan ve Turanlı, 2011; Çalışkan ve ark., 2020). Mücadele ile ilgili çalışma sayısı çok az olup, bu çalışmaların içerisinde özellikle entomopatojen nematod (Karagöz ve ark., 2007; Karagöz ve ark., 2009; Demir ve ark., 2014) ve funguslar ile ilgili araştırmalar öne çıkmaktadır (Asan ve ark., 2017).

Taksonomi ve Morfolojik Özellikler

Kestane kurdu, *C. elephas* Insecta sınıfına ait Coleoptera takımı içerisinde Curculionidae familyasının bir üyesidir. Türün taksonomideki yeri aşağıdaki şekildedir.

- **Sınıf:** Insecta
- **Takım:** Coleoptera Latreille, 1758
- **Üst familya:** Curculionoidea Latreille, 1802
- **Familya:** Curculionidae Latreille, 1802
- **Alt familya:** Curculioninae Latreille, 1802

- **Cins:** Curculio Linnaeus, 1758
- **Tür:** *Curculio elephas* (Gyllenhal, 1836)

Coleoptera takımı içerisinde en zengin familyalarından birisi olan Curculionidae familyasıdır. Bu familyaya dahil olan *Curculio* cinsi özellikle meşe ve kestane tohumlarıyla beslenen, tohum zararlısı niteliğindeki türleri kapsar. Bu cins içinde yer alan türler arasında *Curculio propinquus* Desbr., *C. glandium* Marsh. ve *C. nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae) da Akdeniz orman ekosistemlerinde önemli ekonomik ve ekolojik etkiye sahiptir (Allison ve ark., 2023).

Ergin *C. elephas* bireylerin boyları genellikle 7–10 mm uzunluğunda, kahverengimsi-gri renkte ve yoğun pulcuklarla kaplı bir vücuda sahiptir. En belirgin morfolojik özellik başın ileri doğru hortum şeklinde uzamış olmasıdır. Rostrum adı verilen bu yapı dişilerde çoğunlukla vücut uzunluğundan daha uzundur (Desouhant ve ark., 2005; Drekić ve Mihajlović, 2011). Rostrumun ucunda çiğneyici ağız parçaları bulunur. Bu yapı dişi bireylerin meyve kabuğunu delerek kestane meyvelerinde, meyve etine doğru açtıkları delikten içeriye yumurta bırakmasına olanak sağlar. Bu yapı üzerinde antenler dirsekli formda olup orta kısmından çıkarlar. Anten uçları genellikle üç parçalı bir topuz (clavus) yapısına sahiptir. Elytra kısa tüylerle kaplı olup, vücut boyunca uzanan belirgin boyuna oyuklar içerir. Tarsus segment sayısı 5-5-5 olup, ön bacaklar daha güçlü kas yapısıyla toprağa giriş sırasında etkili bir şekilde kullanılabilir.

Cins düzeyinde benzerlik gösteren diğer türlerden ayırt edici morfolojik özellikleri arasında, dişilerin rostrum oranı, pronotum üzerindeki mikroskobik nokta dizilimleri ve elytral şeritlerin eğimi sayılabilir. *Curculio elephas* türü *C. propinquus*'tan dişi rostrumunun daha uzun olması ve pronotum desenlerinin daha belirgin çizgiler halinde bulunmasıyla ayrılır (Paparatti ve Speranza, 2005).

Larva dönem bireyleri beyazımsı renkli olup bacaksız, kıvrık (C şeklinde) vücut yapısına sahiptir ve baş kapsülü kahverengidir. Meyve içinde beslenir ve çekirdek ile endosperm dokusunu tüketir (Şekil 1). Larvaların gelişim süresi 30–45 gün arasında değişir. Genel olarak hasat zamanında gelişmelerini tamamlamış olan larvalar, hasattan sonra beslenme yerlerinde 3-4 mm çapında açtıkları bir delikten meyveyi terk eder (Şekil 2). Bu evredeki beslenme, çekirdek boşlukları ve çürümeye yol açarak hem kaliteyi hem de pazarlanabilirliği olumsuz etkiler. Toprağa inen larva kendine bir hücre yaparak olgun larva olarak kışı geçirir. Larvaların beslenme davranışı, meyve olgunlaşma dönemi ve çevresel koşullarla yakından ilişkilidir (Desouhant ve ark., 2005; Bonal ve Muñoz, 2008).



Şekil 1. Meyve içerisinde *Curculio elephas* larvası (Orijinal)



Şekil 2. Meyveyi terk eden *Curculio elephas* larvası (Orijinal)

Olgun larvalar meyveyi kemirip açtıkları delik yardımıyla terk edip yere düşerek toprağa girer ve pupaya dönüşür. Pupa dönemine ulaşan bireylerde belirgin morfolojik farklılaşma görülür. Bunların rostrum, anten ve bacak yapıları kolayca görülebilir durumdadır. Bu gelişim formu toprak içerisinde 5–15 cm derinlikte oluşturulan ovalimsi bir odacıkta gerçekleşir (Drekić ve Mihajlović, 2011). Toprakta pupaya geçiş, normal bireylerde 3–6 hafta sürerken, bazı bireylerde uzamış diyapoz görülür ve pupadan çıkış 1–3 yıl gecikebilir. Bu özellik, popülasyonun yıllar boyunca devamlılığını sağlar ve zararlının kontrolünü zorlaştırır (Desouhant ve ark., 2005; Paparatti ve Speranza, 2005). Güçlü bacak kasları, ergin bireyin toprak içerisinde yüzeye çıkışını kolaylaştırır. Bu morfolojik uyumlar, türün yalnızca *C. sativa* değil, *Quercus robur* ve *Q. petraea* gibi meşe türleri üzerinde de başarıyla çoğalabilmesini açıklamaktadır. Dolayısıyla Kestane kurdu hem tarımsal hem orman ekosistemlerinde varlığını sürdürebilen oligofag bir zararlı olarak kabul edilmektedir (Allison ve ark., 2023).

Yayılım Alanı ve Ekonomik Önemi

Kestane kurdu, *C. elephas* Batı Palearktik (Orta Asya ve Batı Sibiry'a hariç) diğer alanlarda dağılmıştır (Caldara, 2013). Avrupa, Akdeniz ve Kuzey Afrika'da yaygındır (Bonal ve Muñoz, 2008). Türkiye'de özellikle Ege Bölgesi'ndeki kestane üretim alanlarında kayıtlıdır (Ulusay ve ark., 2025). Ülkemizde mevcut olduğu alanlarla ilgili çok sayıda çalışma vardır. Ege Bölgesi'nde İzmir (Önuçar ve Ulu, 1989), İzmir ve Manisa (Kaplan ve Turanlı, 2011), Aydın (Karagöz ve Gençsoylu, 2004), diğer bölgelerde Sinop (Tuncer ve Serdar, 1996), Balıkesir, Bursa ve Kocaeli (Coşkuncu ve Mert, 2011), İstanbul (Çanakçıoğlu, 1969), İstanbul, Çanakkale, Balıkesir ve Bursa'da (Çalışkan ve ark., 2020) bulunduğu bildirilmiş ve bu türün ana zararlı olduğu kaydedilmiştir (Ulusay ve ark., 2025). Sprenza ve Paparatti (2005) ise İtalya'nın birçok bölgesinde Kestane hortumlu böcekleri olarak *C. elephas* ve *C. propinquus*'un ana zararlı durumda olduğunu bildirmişlerdir.

Kestane üretim alanlarında ana zararlı olan *C. elephas* verimi ve kaliteyi önemli ölçüde düşürür. Larvaların meyve içinde beslenmesi sonucu boşluklar oluşur, meyve çürür ve pazarlanma özelliği azalır (Paparatti ve Speranza, 2005). Larvalar, meyvenin kabuk altında kalan içeriğiyle beslenir ve bu kısmı koyu renkli dışkıyla doldurur. Larva sayısı her bir meyvede 5 ila 15 arasında değişmektedir. Zarar gören meyveler çimlenme ve besin değerlerini kaybetmekte ve kestane ormanı korulukları istenilen seviyelerde kendini yenileyememektedir. Zararlının verdiği zarar oranları Türkiye'de ve diğer ülkelerde yapılan araştırmalar detaylı bir şekilde Ulusay ve ark. (2025) tarafından verilmiştir. Bursa ve Balıkesir illerinde *C. elephas*'ın %36 verim kaybına neden olduğunu bildirmiştir (Coşkuncu ve Mert, 2011). Avrupa'da ise İtalya ve Fransa'daki çalışmalar, popülasyon yoğunluğunun bölgesel iklim ve kestane çeşidine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır (Paparatti ve Speranza, 2005; Bonal ve Muñoz, 2008). Örneğin İtalya'da *C. elephas*'ın %1.3-27.3 arasında kurtlanmaya neden olduğu bildirilmiştir (Arzone ve ark., 1993). Kestanede *C. elephas* zararı Fransa'da %16-20 (Desouhant, 2003), İtalya'da zarardaki payı ise %5 olmuştur (Speranza ve Paparatti, 2009). İspanya'da *C. elephas* popülasyonunun düşük olduğu, bahçelerde *C. elephas* dağılımının kümelenmediği, zararın her yıl aynı veya yakınındaki ağaçlarda meydana geldiği gözlenmiştir (Cuestas ve ark., 2020). Portekiz'deki ürün kayıplarının

%7'sine (Marrão ve ark., 2021), Macaristan'da ise zararın %78'ine *C. elephas* neden olmuş ve kirpileri daha az dikenli çeşitlerde zarar %90 düzeyine çıktığı bildirilmiştir (Burges ve Gal, 1981). Yunanistan'da da *C. elephas* zararının olduğu (%35,48) ve kestane üretimini büyük ölçüde etkilediği kaydedilmiştir (Avtzis ve ark., 2013).

Biyolojisi

Curculio elephas kışı olgun larva olarak toprak içerisinde oluşturduğu bir hücre içerisinde geçirir (Şekil 3). Larvaların çoğu ertesi yıl pupa evresine girer, ancak bir kısmı (%20-%40) 2-4 yıl boyunca uzun süreli diyapozda kalır. Bu nedenle *C. elephas* larvalarının büyük çoğunluğu yılda yalnızca bir nesil verir. O yılki çevre koşullarına göre diyapoz dönemini tamamlayan larvalar pupa dönemine geçer. Gözlemlerin, diyapoz uzunluğundaki değişimin ana nedeninin popülasyonlar içinde farklı genotiplerin varlığı olduğu hipotezini desteklediği bildirilmiştir (Menu, 1993). Erginler genellikle temmuz ayından eylül sonuna kadar aşamalı olarak toprak içerisinde çıkarlar. Bunlar bir süre beslendikten sonra çiftleşmeye başlarlar. Dişi bireylerin cinsel olgunluğa ulaşması için 7 ila 15 gün beslenmesi gerekir. Erginler konukçu ağaçlarında bulunurlar. Yumurtlama için meyvelerin çekirdek dolma evresi beklenir (Desouhant ve ark., 2005). Yapılan testlerde anten üzerinde tepkiye uyarı veren duyarların, yetişkinlerin kestane dokularından yayılan uçucu organik bileşiklere duyarlı olduğunu göstermiştir (Anastasaki ve ark., 2023). Bu kokular yardımıyla yumurtalama, çiftleşmeden yaklaşık 3 ila 5 gün sonra başlar. Dişiler kestaneyi uzamış olan gaga şeklinde yaklaşık boyunun uzunluğunda olan rostrum ile kirpilerde açtıkları oyuklar içerisindeki meyve etine bırakırlar. Her bir oyuk içerisinde genelde bir yumurta bırakır. Yumurtalar oval, beyaz ve pürüzsüzdür ve yaklaşık 0,35 mm x 0,45 mm uzunluğundadır. Yumurta koyma genellikle sabahın erken saatlerinde ve öğleden sonra geç saatlerde gerçekleşir. Her dişi, 2 ila 3 hafta boyunca kademeli olarak 30 ila 50 yumurta bırakabilir. Yaklaşık 10 günlük embriyo gelişmesinden sonra larva yumurtadan çıkar ve 35 ila 45 günlük bir süre içinde gelişimini tamamlar. Maksimum gelişimine ulaştığında, larva kestaneyle deler ve meyveyi bir delikten terk ederek 10 ila 40 cm derinliğe kadar toprağa iner. Kendisine oluşturduğu hücre içerisinde kış uykusuna yatar. Böylece bu tür tam metamorfoz geçiren dört evreyi kapsar. Bunlar yumurta, larva, pupa ve ergin dönemleridir. Her bir evre, çevresel koşullara bağlı olarak farklı süreler alır ve popülasyon dinamikleri üzerinde belirleyici rol oynar (Desouhant ve ark., 2005; Bonal ve Muñoz, 2008). Pupadan ergine geçiş çoğunlukla bir sonraki yaz aylarında gerçekleşir (Venette ve ark., 2003; Soula ve Menu, 2005).



Şekil 3. Toprak hücre içerisinde kışlamakta olan *Curculio elephas* larvası (Orijinal)

Kestane Kurdu ile Mücadele

Kestane kurdu, *C. elephas* kestane üretim alanlarında göz ardı edilemeyecek bir zararlı olup, mücadelede biyolojisi ve ekolojisi bakımından bazı özel stratejiler gerektirmektedir. Uzamış diapoz gibi adaptasyon mekanizmaları, uygulanacak mücadelenin tek yıllık değil çok yıllık bir perspektifle

yapılmasını gerektirir. Çünkü toprakta diyapoz geçiren *C. elephas*'ın uzamış diyapoz tipini izlediği (Menu ve Debouzie, 1993, Soula ve Menu, 2003) ve 2 yıl sonra, bireylerin %32'si, üç yıl sonra ise %56'sı pupadan çıktığı bildirilmiştir (Strong ve ark., 2023). Bu doğrultuda kültürel önlemler, mekanik ve fiziksel, biyolojik ajanlar ve izleme sistemleri bir arada kullanılan IPM sistemi önerilmektedir (Speranza ve ark., 2007). Türkiye koşullarında, yerel çeşitlerin dayanıklılığı, toprağın durumu ve bahçe yönetimi gibi faktörlerin önemi vardır. Kestane kurdu, *C. elephas* ile mücadelede sürdürülebilir üretim için IPM yaklaşımı kritik öneme sahiptir. Bu yöntem kültürel, mekanik ve fiziksel, biyolojik ve gerektiğinde kimyasal yöntemlerin bir arada uygulanmasını öngören kapsamlı bir stratejidir (Paparatti ve Speranza, 2005; Ulusay ve ark., 2025). Tek bir yöntemle mücadele genellikle yetersiz kalmakta, farklı yöntemlerin kombinasyonu ile etkinlik artmaktadır. Verilen bu bilgiler doğrultusunda zararlıyla mücadelede uygulanabilecek IPM yönetim modeli Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Entegre Zararlı Yönetim Modeli

Adım	Yöntem	Hedef/Etki
1	İzleme ve Tespit	Ergin popülasyon yoğunluğu, yere düşen meyve sayısı, pupaların çıkış dönemleri
2	Kültürel & Mekanik Önlemler	Meyve toplanması, toprak işleme, bahçe temizliği, fiziksel bariyerler
3	Biyolojik Mücadele	Entomopatojen mantar, bakteriyel ve nematod ajan uygulaması, doğal düşmanların korunması
4	Kimyasal Mücadele	Gerekli durumlarda seçici insektisit kullanımı, doğru zamanlama
5	Değerlendirme & Revizyon	Sezon sonu zarar oranları, popülasyon izleme verileri, strateji güncellemesi

1. Kültürel Mücadele

Kültürel önlemler, *C. elephas* popülasyonunu uzun vadeli olarak baskılamaya yönelik temel stratejilerdir. Her önlem bölgesel ve uygulama şartlarına göre özelleştirilmelidir. Bu yöntem zararlının yaşam döngüsünü bozmak ve popülasyon yoğunluğunu azaltmak için uygulanır.

Meyve toplama ve bahçe temizliği: Olgun meyveler toplanmalı ve yerde çürüyen meyveler uzaklaştırılmalıdır. Bu, larvaların toprakta pupaya geçmesini engeller. Erken düşen bulaşık meyvelerin periyodik olarak uzaklaştırılması ve larvalar meyvelerden ayrılmadan ve toprağa girmeden önce imha edilmesi, zararlı popülasyonlarının azaltılmasını sağlamak için temel bir önleyici tedbirdir. Kestaneler hasat edildikten sonra, larvaların toprağa girip kokon yapmasını önlemek için çimento veya benzeri yalıtımlı bir yüzeyde depolanmaları önemle tavsiye edilir. Bu teknik, toprağa girip kışı geçirmeyi başaran larva sayısında belirgin bir azalma sağlayarak kestane bahçesindeki toplam popülasyonu azaltır (Paparatti ve ark., 1999).

Toprak işleme: Pupaya geçen larvaların toprağa gömülmesi veya derin işlenmesi, çıkış oranını azaltır. İlkbaharda toprağın 10 ila 15 cm derinliğe kadar sürülmesiyle sağlanır. Bu, kış uykusundaki larvaların ve ölüme neden olabilecek iklim koşullarına maruz kalmalarını ve yok edilmesini sağlar. Ayrıca hafif sürüm veya toprağın üst katmanının deşilmesi, pupaların doğal düşmanlara maruz kalmasını artırır. Ancak özellikle kestane mürekkebi hastalığı (*Phytophthora cinnamomi*) enfeksiyonu riski taşıyan bölgelerde, kestane ağacı gövdesine yakın toprağın işlenmesinden kaçınılmalıdır.

Çeşit seçimi ve dikim düzeni: Meyvelerin olgunlaşma ve dökülme zamanlarının izlenmesi, bakım ve toplama işlemlerinin zararlı aktifliği ile uyumlu yapılmasını sağlar. Farklı kestane çeşitlerinin

zararlıya karşı değişken toleransı bulunmaktadır. Bazı kestane çeşitleri larvalara karşı daha dirençlidir ve dikim düzeni zararlıların yayılmasını sınırlandırır (Desouhant ve ark., 2005; Bonal ve Muñoz, 2008).

2. Mekanik ve Fiziksel Mücadele

Soğuk suya daldırma: Toplanan meyveler soğuk suya batırılarak larvalar öldürülebilir. Depolamadan önce kestaneler yaklaşık 50 dakika boyunca 45°C'lik suda dezenfekte edilmeli ve ardından depolama aşamasından önce kurutulmalıdır.

Taç altı ağlar: Bu kontrol yöntemi, esas olarak ergin larvaların topraktan çıkmasını ve olgun larvaların toprağa gömülmesini önlemek için uygulanmaktadır. Bu özel ağlar, topraktan çıkan erginlerin konukçu ağaçların taç kısmına ulaşmasını engellemek (Ağustos) ve olgun larvaların toprağa girmelerini (Ekim-Kasım) önler. Ağustos-Kasım ayları arasında, ağlar daha önce ciddi şekilde istila edilmiş olduğu tespit edilen ağaçların taç izdüşümüne dikkatlice yerleştirilir. Olgun larvaların kestanelerden çıktığı dönemde, daha yoğun istila olan bitkilerin taç altına ağlar kullanılarak gömülmeleri önlenir (Paparatti ve Speranza, 2005). Ayrıca altına ağ serilmiş ağaç ve ağaç dalları silkelenerek düşen ergin bireyler toplanabilir ve ağacındaki yetişkin varlığının izlenmesi sağlar.

3. Biyolojik Mücadele

Biyolojik mücadele yöntemi doğal düşmanlar veya mikrobiyal ajanlar aracılığıyla zararlı popülasyonunu kontrol etmeyi amaçlar.

Böcekler: Kestane kurdu olgun larvalarını parazitleyen *Scambus calobatus* (Gravenhorst) (Hymenoptera: Ichneumonidae), avcılardan *Formica rufa* L. (Hymenoptera: Formicidae) gibi bazı parazitoit ve predatörler tarafından kontrol edilir (Triggiani ve ark., 1998). *Vespula* spp. (Hymenoptera: Vespidae) cinsine dahil avcılar, kışlayan ergin öncesi dönem larvaları öldürebilmektedir. *Schizoprymus longiseta* (Herrich Schaeffer) (Hymenoptera, Braconidae) gibi larva parazitoit yaklaşık %40 oranında konukçuyu parazitleyebilmektedir (Fernández-Carrillo ve ark., 2004).

Entomopatojen funguslar: *Curculio elephas*'ın larvalarını ve erginlerini enfekte eden entomopatojen mantarlardan *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. ve *Metarrhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes)'nin umut verici olduğu bilinmektedir. *Beauveria bassiana* toprağa püskürtülerek uygulanabilir. Paparatti ve Speranza (1999) tarafından yürütülen bir çalışmada bu etmen uygun yağışlarında olması nedeniyle %89 oranında başarılı sonuç verdiğini bildirmiştir. Entomopatojenik mantar olan *B. bassiana* ve *M. anisopliae* kışlayan ergin öncesi dönemleri öldürebilir (Triggiani ve ark., 1998; Paparatti ve Speranza, 1999).

Bakteriyel ajanlar: *Bacillus lentimorbus* Dutky 1940 (Approved Lists 1980) (Bacillales: Bacillaceae) ve *Pseudomonas fluorescens* (Flügge 1886) Migula, 1895 (Pseudomonadales: Pseudomonadaceae) larvaları enfekte ederek ölüme neden olmaktadır. Bu konuda 1997 yılında bakteri izolatları olarak *B. lentimorbus*, *P. fluorescens* ve *Escherichia coli* (Migula 1895) (Enterobacteriales: Enterobacteriaceae) olarak tanımlanmıştır. Morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal testlere göre bunlar *C. elephas*'ın üçüncü dönem larvaları üzerindeki insektisidal aktiviteleri araştırılmıştır. Sonuç olarak, *C. elephas* üzerinde belirlenen en yüksek insektisidal etki %32 ile *B. lentimorbus*'ta olmuştur. Geri kalan izolatların *P. fluorescens*'te etki %20 olup, *E. coli* ise herhangi bir etki göstermemiştir (Yaman ve ark., 1999).

Nematodlar: Toprakta yaşayan nematodlar pupaya geçen larvaları hedef alır. Doğal düşmanların desteklenmesi faydalı predatör ve parazitoidlerin korunması, biyolojik ajanlarla birlikte IPM içinde uzun vadeli başarı sağlar. Biyolojik ajanların etkinliği çevresel koşullara bağlıdır ve diğer kültürel önlemlerle birlikte uygulandığında yüksek başarı sağlar (Desouhant ve ark., 2005; Paparatti ve Speranza, 2005). Kepenekci ve ark. (2004), *H. bacteriophora*'nın iki Türk izolatının, 25°C'de 500 IJ/fincan kullanarak *C. elephas* larvalarında sırasıyla %72,1 ve %96,5 oranında ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir.

Gelecekte bu zararlının popülasyonu takibi, mücadele eşikleri, biyolojik ajanlar ve doğal düşmanlar üzerine daha fazla saha çalışmalarının yapılması gereklidir. Ayrıca feromon ve diğer tuzak

teknolojilerinin geliştirilmesi, kullanılması ve uzun pupa süreleri ve diapoz sürelerini etkileyen nedenlerin araştırılması uygun olacaktır.

4. Kimyasal Mücadele

Ürünün hasattan sonra depolama ve saklama koşulları, gömü yerlerinde alınması gereken önlemler Ziraî Mücadele Teknik Talimatında ayrıntılı olarak verilmiştir (Anonim, 2008). Kimyasal mücadele, yalnızca ergin çıkışı ve yumurtlama döneminde sınırlı ve hedefe yönelik olarak uygulanmalıdır. İlaçlama zamanlaması kritik olup, yanlış zamanda uygulama çevreye zarar verir ve direnç gelişimini artırır. Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi ilk insektisit uygulaması için en uygun anı belirleyerek yetişkin popülasyonun uygun şekilde izlenmesi her zaman tavsiye edilir (Paparatti ve ark., 2002). Kestane meyvesi tüketicileri, aktif madde kalıntıları olmadan iyi bir üretim talep etmektedir. Tüketicinin temel ihtiyacını karşılamak için kestane zararlısı böceklerini kontrol altına almaya yönelik tüm tekniklerin entegre edilmesi gerekmektedir. Seçici olmayan ve çevre üzerinde çok ağır etkisi olan aktif maddeler kullanan takvimli kimyasallarla kestane böceklerini kontrol etmek artık mümkün değildir. İtalya’da mevcut tescilli aktif maddeler kullanılarak bu zararlıya karşı kimyasal mücadele uygulanmasında önemli riskler bulunduğu bildirilmiştir (Paparatti ve Speranza, 2005). Tarımsal ekosistemlerin bazı özellikleri ve bunun yanında orman ekosisteminin de yüksek düzeyde karmaşık olması yüzünden bu alanlarda kimyasal ilaç kullanılması istenmeyen sorunlar oluşturabilir.

Sonuç

Anadolu kestanesi, *C. sativa* Akdeniz havzasında bulunan birçok ülkede olduğu gibi ülkemiz açısından da önemli bir gelir kaynağıdır. Üretimi sınırlayan çok sayıda zararlı bulunmaktadır. Bunlar içerisinde Kestane kurdu, *C. elephas* üretim alanlarında ürün kayıplarına yol açan ana zararlılardan biridir. Kestane üretimi yapmakta olan diğer birçok ülkede görüldüğü gibi ülkemizde de ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu zararlı, aynı zamanda orman ekosistemlerinin tohum döngüsünü etkileyen bir anahtar türdür. Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucu *C. elephas*’ın davranışsal ekolojisinin anlaşılması ve biyolojik kontrol ajanları içerisinde özellikle nematod ve bakterilerin kullanılması yönünde mücadelede yeni ufuklar açıldığını göstermektedir. Türün biyolojisi büyük ölçüde aydınlatılmış olsa da popülasyon dinamikleri ve doğal düşmanlarının etkinliği üzerine yapılacak bölgesel çalışmaların, Türkiye’de sürdürülebilir kestane üretimi açısından kritik önemde olduğu düşünülmektedir. Mücadelede başarı, genellikle IPM uygulanmasına bağlıdır. Kültürel önlemler olarak erken hasat, toprak işleme ve meyve toplama önemli konular olarak bilinmektedir. Biyolojik mücadele konusunda ise biyolojik ajanlar içerisinde entomopatojen nematodlar ve bakteriler öne çıkan etmenlerdir.

Sonuç olarak, kestane üretiminin sürdürülebilirliği, zararlıların etkin yönetimine bağlıdır. Bu nedenle, *C. elephas* üzerine yapılan araştırmalar ve geliştirilmiş mücadele stratejileri, üreticilerin hem verim hem de kaliteyi koruyabilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca burada *C. elephas*’ın biyolojisi, ekolojisi, zarar şekli ve entegre mücadele yaklaşımlarının bir araya getirilmesi hem temel bilimsel bilgi birikimini özetlemekte hem de uygulayıcılar için pratik bir çerçeve sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Allison, J. D., Paine, T. D., Slippers, B., & Wingfield, M. J. (Eds.). (2023). *Forest Entomology and Pathology: Volume 1 – Entomology*. Springer.
- Anagnostakis, S. L. & Devin, P. (1999). *Nutrients in Chestnuts*. Northern Nut Growers Association, New York, NY.
- Anastasaki, E., Psoma, A., Toufexi, S., Partsinevelos, G., Papachristos, D., Avtzi, D., & Milonas, P. (2023). Electrophysiological Responses of *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae) to Chestnut Plant Volatiles. *Agriculture*, 13(10), 1991.

- Anonim, (2008). Ziraî Mücadele Teknik Talimatları Sert Kabuklu Meyve Zararlıları Cilt 5. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2024-53447>.
- Arzone, A., Ima, A., Tovella, L., Banelli, S., Gailiana, A., & Ascheri, B. (1993). *Proceeding of International Congress on Chestnut Congress on Chestnut*. October 20-23, Spoleto, Italy.
- Asan, C., Hazır, S., Cimen, H., Ulug, D., Taylor, J., Butt, T., & Karagöz, M. (2017). An innovative strategy for control of the Chestnut weevil *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae) using *Metarhizium brunneum*. *Crop Protection*, 102, 147-153.
- Avtzis, D. N., Perlerou, C., & Diamandis, S. (2013). Geographic distribution of chestnut feeding insects in Greece. *Journal of Pest Science*, 86, 185-191.
- Beccaro, G., Bounous, G., De Biaggi, M., Donno, D., Marinoni, D. T., Zou, F., & Mellano, M. G. (2019). Botany, anatomy, and nut composition. In *The Chestnut Handbook* (pp. 5-34). CRC Press.
- Bonal, R., & Muñoz, A. (2008). Seed growth suppression constrains the growth of seed parasites: premature acorn abscission reduces *Curculio elephas* larval size. *Ecological Entomology*, 33(1), 31-36.
- Burges, G., & Gal, T. (1981). The distribution and biology of the Chestnut weevil (*Curculio elephas* Gyll., Col.: Curculionidae) in Hungary. 1. Distribution, damage, swarming and sex ratio. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 91(4), 375-382.
- Caldara, R. (2013) Curculioninae. In: Löbl, I. & Smetana, A. (Eds.), *Catalogue of Palaearctic Coleoptera*. Vol. 8. Brill, Leiden, pp. 117-172.
- Chianella, M., Tartaglia, A., Bartocci, R., Grieco, G., & Casciella, N. (1991). Protection of chestnut against *Cydia* and *Curculio elephas*. *Informatura Agrario*, 47: 30, 74-75 p.
- Chiocchio, I., Prata, C., Mandrone, M., Ricciardiello, F., Marrazzo, P., Tomasi, P., Angeloni, C., Fiorentini, D., Malaguti, M., & Poli, F. (2020). Leaves and spiny burs of *Castanea sativa* from an experimental chestnut grove: Metabolomic analysis and anti-neuroinflammatory activity. *Metabolites*, 10, 408.
- Christofaro, A.D., & Rotundo, G. (1993). Chestnut Fruit Pests in the Camponio Region (Southern Italy). Biology and Damages, *Proceeding of International Congress on Chestnut Congress on Chestnut*. October 20-23, Spoleto, Italy.
- Clausi, M., Leone, D., Vinciguerra, M. T., Rappazzo, G., & Tarasco, E. (2014). Laboratory tests on the biocontrol of chestnut insect pests on Etna (Sicily, Italy) by means of entomopathogenic nematodes. *Redia*, XCVII, 133-136.
- Conedera, M., Tinner, W., Krebs, P., de Rigo D., & Caudullo, G. (2016). *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San- Miguel-Ayanz J, de Rigo D, Caudullo G, Durrant H, Mauri TA (eds) *European atlas of forest tree species*. EU, Luxembourg, pp 78-79.
- Coşkun, K. S., & Mert, C. (2011). Bursa, Balıkesir ve Kocaeli illeri kestane üretim alanlarında değişik kestane çeşitlerindeki meyve kurtlanma oranları üzerine araştırmalar. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 31-39.
- Cuestas, M. I., Mart'in, M. A., Aldebis, H. K., Mena, J. D., Mart'in, L. M., & Vargas-Osuna, E. (2020). Differential response among chestnut traditional varieties to the attack of *Cydia splendana*: Intervarietal differences of chesnut to *Cydia splendana*. *Experimentalis et Applicata*, 168 (6), 259-265.
- Çalışkan, S., Goltas, M., Aslan, V., Özer, G., Tandoğan, M., Sezgin, G., & Cebeci, H. (2020). Variation in fruit traits and infestation ratios in natural sweet chestnut (*Castanea sativa*) populations under chestnut weevil (*Curculio elephas*) damage. *Biologia (Bratislava)*, 75 (12), 2287-2294.

- Çalışkan, S., Goltas, M., Aslan, V., Özer, G., Tandoğan, M., Sezgin, G., & Cebeci, H. (2020). Variation in fruit traits and infestation ratios in natural sweet chestnut (*Castanea sativa*) populations under chestnut weevil (*Curculio elephas*) damage. *Biologia (Bratislava)*, 75 (12), 2287-2294.
- Çanakçıoğlu, H. (1969). Insect damage on cones and seeds of forest trees in Turkey. *Journal of the Faculty of Forestry İstanbul University*, XIX (2), 83-90.
- Debuzie, A. (1984). An exhaustive analysis of a chestnut tree; total of fruits and insects (*Laspeyresia splendana* Hubner. and *Balaninus elephas* Gyll.) *Fruits*, 39: 718, 483-486 p.
- Demir, S. (2012). Entomopatojen Nematod (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Tür Kombinasyonlarının *Curculio elephas* (Col: Curculionidae) ve *Polyphylla fullo* (Col: Scarabaeidae) Larvalarına Etkisi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 59 s.
- Demir, S., Karagöz, M., Hazır, M., & Kaya, H.K. (2014). Evaluation of entomopathogenic nematodes and their combined application against *Curculio elephas* and *Polyphylla fullo* larvae. *Journal of Pest Science*, 88, 163–170.
- Desouhant, E., Debouzie, D., Ploye, H., & Menu, F. (2005). The field study [çalışmanın tam başlığı]. *Boletín de Sanidad Vegetal – Plagas*, 31, 353-363.
- Drekić, M., & Mihajlović, Lj. (2011). A contribution to the study of biology of *Curculio elephas* Gyll. *Bulletin of the Faculty of Forestry*, 104, 19–28.
- Fernández-Carrillo, J. L., Fernández-Carrillo, E., & Marí, M.J. (2004). Parasitismo de *Schizoprymnus longiseta* (Hymenoptera, Braconidae) sobre *Curculio elephas* (Coleoptera, Curculionidae) en encinares de los Montes de Toledo, Ciudad Real (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 35: 257-260.
- Gal, T., & Burges, G. (1987). The distribution and way of life of the acorn moth (*Laspeyresia splendana* Hbn.; Lep., Tortricidae) in Hungary. 1. Distribution, damage and swarming. *Journal of Applied Entomology*, 103: 2, 127-135 p.
- Kaplan, C., & Turanlı, T. (2011). Ege Bölgesi kestane alanlarındaki zararlı böcek türleri ve mücadelesi. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu (23-25 Kasım 2011), Antalya.
- Karabörklü, S., Hazır, S., Kaya, H. K., & Cakmak, I. (2018). *Laboratory evaluation of Turkish entomopathogenic nematodes for suppression of the chestnut pests Curculio elephas and Cydia splendana*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 157, 27–33.
- Karadeniz, V. (2011). Batı Karadeniz bölümü kestane üretimi ve Türkiye üretimindeki yeri, Uluslararası Katılımlı Coğrafya Kongresi. İstanbul, Türkiye, 7 - 10 Ekim 2011, ss.320-329.
- Karadeniz, V. (2013). Türkiye’de kestane tarımı ve başlıca sorunları. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6, 27.
- Karagoz, M., Gulcu, B., Hazır, S., & Harry K. Kaya. (2009). Laboratory evaluation of Turkish entomopathogenic nematodes for suppression of the chestnut pests, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae) and *Cydia splendana* (Lepidoptera: Tortricidae), *Biocontrol Science and Technology*, 19 (7), 755-768.
- Karagöz, M., & Gençsoylu, I. (2004). Aydın ili kestane yetiştirme alanlarında zararlı ve yararlı türler ve ekonomik önemleri. Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi (8-10 Eylül) Samsun, 109.
- Karagöz, M., Gülcü, B., & Hazır, S. (2007). Kestane meyve zararlıları *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae) ve *Cydia splendana* (Lepidoptera: Tortricidae)’nın kontrolünde EPN’lerin etkinliğinin belirlenmesi. II. Bitki Koruma Kongresi (27-29 Ağustos) Isparta, 16.
- Kayacık, H. (1967). Orman ve park Ağaçlarının Özel Sistematiği. Cilt II, Kutulmuş Mat., İstanbul, 193 p.

- Kepenekci, I., Gokce, A., & Gaugler, R. (2004) Virulence of three species of entomopathogenic nematodes to the chestnut weevil, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). *Nematropica* 34:199–204.
- Kuske, S., & Grunder, J. M. (2007). Chesnut pest control with entomopathogenic nematodes-prospects and costraints. *Bulletin OILB-SROP*, 30 (1), 67-71.
- Marrão, R., Lopes, E., & Bento, A. (2021). The Chestnut moth, *Cydia splendana* (Hübner) (Lepidoptera: Tortricidae) in Portugal. *Millenium* 15, 97–107.
- Menu, F., & Debouzie, D. (1993). Coin-flipping plasticity and prolonged diapause in insects: example of the chestnut weevil *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). *Oecologia* 93:367–373.
- Menu, F. (1993). Strategies of emergence in the chestnut weevil *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). *Oecologia*, 96(3):383-390.
- Önuçar, A., & Ulu, O. (1989). İzmir ili çevresindeki kestane yetiştirme alanlarında fauna tespiti ve meyvelerde kurtlanmaya neden olan zararlılar ile savaşım olanakları üzerinde araştırmalar. *Doğa Bilim Dergisi*, 13, 637-643.
- Özçağiran, R. Ünal, A. Özeker, E., & İsfendiyaçoğlu, M. (2007). Ilıman İklim Meyve Türleri, İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No:566.
- Paparatti, B., & Speranza, S. (1999). Biological Control of Chestnut Weevil (*Curculio elephas* Gyll.; Coleoptera, Curculionidae) with the Entomopathogen Fungus *Beauveria bassiana*. In: II International Symposium on Chestnut 1998 (*Acta Horticulturae* 494: 459-466).
- Paparatti, B., & Speranza, S. (2005). Management of Chestnut weevil (*Curculio* spp.) 1, insect key-pest in Central Italy. IIIrd International Chestnut Congress. *Acta Horticulturae*, 693, 551-558.
- Paparatti, B., Speranza, S., Terrosi, A., & Pucci, C. (2002). Prova di campionamento degli adulti di balanino del castagno (*Curculio propinquus* Desbr.) per mezzo di trappole cromotropiche e chemio-tropiche. Proc. XIX Congresso Nazionale di Entomologia, Catania, 10-15 Giugno 2002. p.917-920.
- Seçkin, E. (1981). Bursa ili kestanelerinde (*Castanea sativa* Mill.) zarar yapan Tortiricidae (Lepidoptera) familyası türleri, tanınmaları, zararları, kısa biyolojileri ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele Zirai Karantina GenelMüdürlüğü, Araştırma Eserleri 16, 122
- Silva, D., Zambon, C., Techio, V., & Pio, R. (2020). Floral characterization and pollen germination protocol for *Castanea crenata* Siebold & Zucc. *S. Afr. J. Bot.*, 130, 389–395.
- Soula, B., & Menu, F. (2003). Variability in diapause duration in the chestnut weevil: mixed ESS, genetic polymorphism or bet-hedging? *Oikos* 100:574–580
- Soula, B., & Menu, F. (2005). Extended life cycle in the chestnut weevil: prolonged or re-peated diapause? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 115, 333–340.
- Souza, M. E. C. e., Nóbrega, F., & Bento, A. A. (2023). Can *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. control the key fruit pests of the european chestnut tree, under field conditions? *Insects*, 14, 342.
- Soylu, A. (2004). Soylu, A. 2004. Kestane Yetiştiriciliği ve Özellikleri. Hasad yayıncılık Ltd. Şti. Altan Matbaası 64 s
- Speranza, S., & Paparatti, B. (2009). Chemical control of chestnut weevils in central Italy. 1 st European Congress on Chestnut –Castanea. *Acta Horticulturae*, 866, 411-415.
- Speranza, S. (1999). Chestnut pests in Central Italy. Second International Symposium on Chestnut Book Series: *Acta Horticulturae*, 494: 417-424.
- Speranza, S., Alilla, R., Pesolillo, S., Stacchiotti, M., Paparatti, B., & Severini, M. (2007). Applicazione del modello a ritardo variabile per la simulazione della fenologia degli stadi preimmaginali del balanino del castagno *Curculio propinquus* (Desbr.) (Coleoptera, Curculionidae). In “Modelli

- per la Difesa delle Piante” a cura di M. Severini e S. Pesolillo. Aracne Editrice. Maggio 2009. 166-168.
- Speranza, S., & Paparatti, B. (2005). Management of chestnut weevil (*Curculio* spp.) insect key-pest in central Italy. Proceedings of the Third International Chestnut Congress, Book Series: Acta Horticulturae, 693: 551-556., Portugal, Chaves, 20-23 Oct. 2004.
- Strong, W.B., Mangini, A.C., & Candau, J.-N. (2023). Insects of Reproductive Structures, Chapter 16. Eds: Allison, J.D., Paine, T.D. Slippers, B., & Wingfield, M.J., (2023). Forest Entomology and Pathology Volume 1: Entomology, Springer Nature Switzerland AG, 810 p.
- Subaşı, B. 2004. Kestane Sektör Profili. İstanbul Ticaret Odası, Etüt ve Araştırma Şubesi, 19s.
- Triggiani, O., & Tarasco, E. (1998). Aspetti di biologia e morfologia del *Curculio* (*Balaninus*) *propinquus* (Desbrochers) (Coleoptera: Curculionidae). Entomologica, Bari, 32:179-193.
- Tsurunaga, Y., & Takahashi, T. (2021). Evaluation of the Antioxidant Activity, Deodorizing Effect, and Antibacterial Activity of ‘Porotan’ Chestnut By-Products and Establishment of a Compound Paper. Foods, 10, 1141.
- Tuncer, C., & Serdar, U. (1997). Sinop ili kestane üretim alanlarındaki meyve kurtlanma oranları ve larvaların meyveyi terk etme zamanının saptanması üzerinde araştırmalar. O.M.Ü.Z.F. Dergisi, 11: 127-144.
- Ulusay, H., Akşit, T., Tutmuş, E., & Karataş, K. (2025). Kestane hortumluböceği *Curculio elephas* (Gyllenhal) Aydın ve İzmir illerinde zararı. Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology, 13(7), 1889-1897.
- Venette, R., Davis, E., Heisler, H., & Larson, M. (2003). Mini risk assessment, chestnut weevil, *Curculio elephas* (Gyllenhal), [Coleoptera: Curculionidae]. Department of Entomology, University of Minnesota.
- Wani, I. A., Hamid, H., Hamdani, A. M., Gani, A., & Ashwar, B. A. (2017). Physico-chemical, rheological and antioxidant properties of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) as affected by pan and microwave roasting. Journal of Advanced Research, 8(4), 399–405.
- Yaman, M., Demirbag, Z., & Belduz, A.O. (1999). Investigations on the bacterial flora as a potential biocontrol agent of chestnut weevil, *Curculio elephas* L. (Coleoptera: Curculionidae) in Turkey. Biologia 54: 679-683.

BEYAZSİNEKLERLE ENTEGRE MÜCADELE

Eda BUDAK AKBAL¹,
Cihan YARDIM²
Selime ÖLMEZ BAYHAN³

Giriş

Beyazsinekler (Hemiptera: Aleyrodidae), çeşitli konukçularda zarar yapan türler olup; özellikle kültür bitkilerinde önemli ekonomik kayıplara yol açarlar. Özellikle *Bemisia tabaci* (Gennadius) ve *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) türleri; sebze, pamuk, süs bitkileri, tütün ve tropikal ürünlerde ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Kaygısız, 1976; Kumaş, 1984; Cock, 1986; Byrne ve Bellows, 1991; Ulusoy, 2001; Ulusoy ve Bayhan, 2003; Demircioğlu ve ark., 2022). Bu türler hem doğrudan bitki özsuynunu emerek fizyolojik zarara yol açmakta hem de taşıdıkları bitki virüsleri aracılığıyla dolaylı zararlar meydana getirmektedir (Kumaş, 1984; Uygun ve Elekçioğlu, 1990; Uygun ve ark., 1998; Ülgentürk ve Ulusoy, 1999; Ulusoy, 2001; Fauquet ve ark., 2008; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2022; Demircioğlu ve ark., 2022).

Beyazsineklerle mücadelede uzun yıllar boyunca kimyasal yöntemler temel strateji olarak benimsenmiştir. Ancak yoğun pestisit kullanımı zamanla önemli sorunları beraberinde getirmiştir (Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023a; Bayhan ve Ceylan, 2024). Özellikle insektisit direnci, doğal düşman popülasyonlarının baskılanması ve çevresel kirlilik gibi olumsuzluklar, bu yöntemin sürdürülebilirliğini sınırlamıştır. Bu nedenle son yıllarda, çevre dostu, ekonomik ve ekolojik dengeyi gözetten bir yaklaşım olan Entegre Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management – IPM) anlayışı öne çıkmıştır (Kogan, 1998; Horowitz ve Ishaaya, 2014). Entegre mücadele yaklaşımı; zararlının yaşam döngüsünü, popülasyon dinamiğini ve çevresel koşulları birlikte değerlendirerek, birden fazla yöntemin koordineli biçimde kullanılmasını esas alır. Kimyasal müdahale yalnızca son çare olarak görülür; öncelik kültürel, biyolojik ve biyoteknik uygulamalara verilir. Böylece üretim sürdürülebilirliği korunurken çevresel zararlar da en aza indirgenir.

Türkiye’de beyazsineklerle entegre mücadele çalışmaları son yıllarda hız kazanmıştır. Özellikle Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde biyolojik mücadele etmenlerinin ticarileşmesi, üreticilerin kimyasal bağımlılığını azaltmış ve seralarda entegre üretim modellerinin yaygınlaşmasını sağlamıştır (Ulubilir ve ark., 1998; Uygun ve ark., 2019). Bununla birlikte, üretici bilincinin artırılması, biyolojik preparatların saha erişilebilirliğinin güçlendirilmesi ve direnç yönetimi programlarının etkinleştirilmesi, ulusal ölçekte IPM stratejilerinin başarısı için büyük önem taşımaktadır.

Beyazsineklerle mücadelede sürdürülebilirlik, yalnızca zararlının baskılanmasıyla değil, aynı zamanda ekosistem dengesinin korunmasıyla mümkündür. Günümüz tarımsal üretim sistemlerinde beyazsinekler, sadece bir zararlı değil, aynı zamanda entegre mücadele stratejilerinin etkinliğini ölçen önemli bir model organizma haline gelmiştir. Bu nedenle IPM, modern bitki koruma anlayışının temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

Beyazsinek Türleri ve Tanınması

Beyazsinekler, yaprak altı kolonileri oluşturan, kanatlarında beyaz mumsu örtü bulunan küçük böceklerdir ve yaprak özsuynunu emerek zarar verirler (Ulusoy, 2001; Gangwar ve Charu, 2018; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2022). Çeşitli kültür bitkilerinde genellikle yaygın iki türü; *Bemisia tabaci* ve *Trialeurodes vaporariorum*’dur. Her iki tür de morfolojik olarak benzerlik gösterse de, konukçu

¹ Dicle Üniversitesi, Tarım Meslek Yüksekokulu, edaabudak@gmail.com

² Tarım ve Orman Bakanlığı Diyarbakır İl Müdürlüğü, Diyarbakır, cihanyardim2121@gmail.com

³ Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Diyarbakır, solmezbayhan@gmail.com

tercihleri, yaşam döngüleri ve virüs vektörlüğü açısından önemli farklılıklar taşır (Gangwar ve Charu, 2018). *Bemisia tabaci*, sıcak ve kurak iklimlerde daha yayginken, *T. vaporariorum* ılıman ve nemli bölgelerde daha baskındır. *Bemisia tabaci*, karmaşık bir tür olup genetik olarak farklı biyotiplere ayrılmıştır: özellikle MEAM1 (B biyotipi) (Ulusoy ve Bayhan, 2001; Ulusoy ve Bayhan, 2003) ve MED (Q biyotipi) popülasyonları, dünya genelinde yaygındır (Dinsdale ve ark., 2010; Gangwar ve Charu, 2018). Bu biyotipler arasında insektisit direnci ve konukçu tercihleri açısından büyük farklılıklar bulunmaktadır.

Biyolojisi ve Ekolojisi

Beyazsinekler tam metamorfoz (Neometabol) geçiren böceklerdir. Yaşam döngüsü yumurta, dört nimf evresi ve ergin dönemden oluşur. Dişiler yumurtalarını genellikle yaprakların alt yüzeyine bırakır. Yumurta süresi sıcaklığa bağlı olarak 3–7 gün arasında değişir. Yumurtadan çıkan birinci dönem larvalar kısa sürede yaprak yüzeyine yapışarak sabitlenir ve özsuyu emmeye başlarlar (Byrne ve Bellows, 1991; Gangwar ve Charu, 2018).

Beyazsineklerin gelişme hızı sıcaklık, nem ve konukçu bitki türüne bağlıdır. *Bemisia tabaci* için optimum gelişme sıcaklığı 25–30 °C aralığındadır (Ndjomatchoua ve ark., 2025). Yüksek sıcaklık ve düşük nem oranı gelişmeyi hızlandırırken, serin ve nemli koşullar gelişmeyi yavaşlatır. Seralarda kış mevsiminde popülasyonlar düşük yoğunlukta da olsa canlı kalabilir ve bu durum ilkbaharda erken salgınlara neden olur (Kaydan ve Uygun, 2020).

Zarar Şekli ve Ekonomik Kayıplar

Beyazsineklerin zararı iki ana başlık altında incelenir: Beyazsinekler tarafından oluşturulan zararlar doğrudan zarar ve dolaylı zarar olarak bilinmektedir (Ulusoy 2001; Gangwar ve Charu, 2018).

Doğrudan zarar, bitki özsuyunun emilmesi sonucu bitkinin fizyolojik dengesinin bozulmasıyla ortaya çıkar. Yapraklarda sararma, erken dökülme, büyüme geriliği ve verim düşüklüğü görülür. Genç fidelerde yoğun saldırı, bitkilerin tamamen kurumasına yol açabilir.

Dolaylı zarar, beyazsineklerin salgıladığı balık adlı tatlımsı maddenin yaprak yüzeyinde fumajin oluşumuna neden olmasıyla meydana gelir. Bu mantar tabakası fotosentezi engelleyerek bitki gelişimini yavaşlatır, ürün kalitesini düşürür (Byrne ve Bellows, 1991; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2022).

Beyazsineklerin en önemli etkilerinden biri de virüs vektörlüğüdür. *Bemisia tabaci*, Geminiviridae familyasındaki 100'den fazla virüsü taşır (Fauquet ve ark., 2008). Özellikle *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) ve *Cotton leaf curl virus* (CLCuV) gibi virüsler, Akdeniz ve Ortadoğu'da ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır. Türkiye'de Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde domates, pamuk, biber ve kabakta önemli ekonomik kayıplar rapor edilmiştir (Solanki ve Jha, 2018; Ou ve ark., 2019; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2022).

Entegre Mücadele İlkeleri

Entegre Mücadele (IPM)'nin temel amacı, zararlı popülasyonlarını ekonomik zarar eşiğinin altında tutarken çevresel etkileri en aza indirgeyerek üretim sürdürülebilirliğini sağlamaktır (Kogan, 1998). Bu yaklaşımın ilk adımı izleme (monitoring) olarak bilinmektedir. Sarı yapışkan tuzaklar veya doğrudan yaprak sayımları ile popülasyon yoğunluğu belirlenmektedir. Seralarda ekonomik zarar eşiği genellikle yaprak başına 5–10 nimf veya tuzak başına 50–100 ergin birey olarak kabul edilir (Horowitz ve ark., 2011; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2022). İzleme sonuçlarına göre uygun mücadele yöntemi (kültürel, biyoteknik, biyolojik ve gerektiğinde kimyasal yöntemler) seçilmelidir. IPM, bu yöntemlerin koordineli ve birbirini destekleyecek şekilde uygulanmasını esas almaktadır.

Kültürel Önlemler

Kültürel önlemler IPM içinde ekonomik, çevre dostu ve basit uygulamalar sunarak kimyasal kullanım gereksinimini azaltır. Beyazsineklerle mücadelede temel amaç, zararlının yaşam koşullarını sınırlayarak popülasyonun başlangıçta artışı önlemek ve ekosistem dengesini korumaktır. Bu

yöntemler, kimyasal mücadeleye olan bağımlılığı azaltarak biyolojik dengeyi destekler (Horowitz ve ark., 2005; Horowitz ve ark., 2011).

1. Dayanıklı Çeşitlerin Seçimi

Beyazsineklerin taşıdığı virüslere karşı dayanıklı veya toleranslı bitki çeşitlerinin tercih edilmesi, bulaşmanın önlenmesinde en etkili stratejilerden biridir. Özellikle *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) gibi vektörle taşınan virüslerde, dayanıklı domates ve biber çeşitlerinin kullanımı popülasyon yoğunluğunu dolaylı olarak düşürmektedir (Horowitz ve ark., 2005). İslah programları, beyazsineğe dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi yönünde ilerlemekte ve biyoteknolojik yaklaşımlar bu süreci hızlandırmaktadır.

2. Tarla/Bahçe/Sera Temizliği

Beyazsineklerin yaşam döngüsünde konukçu sürekliliği büyük önem taşır. Bu nedenle, hasat sonrası bitki artıkları, yabancı otlar ve kendiliğinden çıkan bitkiler düzenli olarak temizlenmelidir. Bu bitkiler beyazsineklerin kışlama, yumurta bırakma ve çoğalma alanlarıdır. Özellikle *Euphorbia* ve *Malva* gibi yabancı ot türleri zararlının önemli alternatif konukçularıdır. Seralarda düzenli temizlik, üretim dönemleri arasında konukçu sürekliliğini kırar (Horowitz ve ark., 2011). Seralara girip çıkarken mutlaka kıyafetlerin hijyen açısından temiz olmasına dikkat edilmelidir.

3. Fiziksel Engeller ve İzolasyon Önlemleri

Seralarda beyazsinek girişini azaltmak amacıyla 50–60 mesh yoğunluğunda tül, sineklik veya çift kapı sistemleri kullanılmalıdır. Ayrıca, sera girişlerinde hava perdesi veya plastik perdeler kullanmak da zararlı girişini önemli ölçüde sınırlar. Yeni fide girişlerinde bulaşmayı önlemek için fideler 7–10 gün süreyle karantina alanlarında gözlemlenmelidir. Bu uygulamalar, zararlının seraya girişini büyük ölçüde engelleyerek kimyasal müdahale ihtiyacını azaltır (Prabhaker ve ark., 2014).

4. Ekolojik Dengenin Korunması

Aşırı azotlu gübreleme, bitkilerin genç dokularında beyazsineklerin beslenmesini teşvik eder ve popülasyon artışını hızlandırır. Dengeli gübreleme programları uygulanmalı, fosfor ve potasyum oranı artırılarak bitki direnci desteklenmelidir. Aynı zamanda, su stresinden kaçınılmalı, bitkiler aşırı sulamadan veya kuraklıktan kaynaklı strese sokulmamalıdır. Sağlıklı ve dengeli gelişen bitkiler beyazsinek saldırılarına daha dayanıklıdır (Horowitz ve ark., 2005; Horowitz ve ark., 2011).

5. Mikroklima Yönetimi (Havalandırma ve Nem Kontrolü)

Sera ortamında sıcaklığın 25 °C'nin altında, bağıl nemin ise %60'ın altında tutulması beyazsineklerin gelişimini baskılar. Beyazsinek larvaları ve pupaları yüksek sıcaklıkta daha hızlı gelişir, bu nedenle düzenli havalandırma, gölgeleme sistemleri ve nem kontrolü popülasyon artışını sınırlamak açısından kritik öneme sahiptir. Geniş açıklıklı tavan pencereleri ve yan havalandırmalarla hava sirkülasyonu artırılmalıdır. Ayrıca, sera içi bitki sıklığının azaltılması da mikroklima dengesini iyileştirir (Gerling ve ark., 2001).

6. Ürün Rotasyonu ve Ekim Nöbeti

Beyazsineklerin yoğun olarak bulunduğu bitkiler (örneğin domates, pamuk, kabakgiller) ardışık yıllarda aynı alanda yetiştirilmemelidir. Bu türlerin yerine konukçu olmayan veya zararlının gelişimini desteklemeyen türlerle ekim nöbeti yapılmalıdır. Özellikle tahıllar veya bazı baklagillerle yapılan rotasyon, popülasyonun ara dönemde azalmasına yardımcı olacaktır (Stansly ve Natwick, 2009).

7. Zararlı Kaynaklarının İzlenmesi

Erken uyarı sistemleri kapsamında sarı yapışkan tuzaklar kullanılarak popülasyon dinamiği düzenli olarak takip edilmelidir. Popülasyon artışı gözlemlendiğinde, kültürel önlemler hızla uygulanmalı ve gerekirse biyolojik mücadeleye geçilmelidir. Bu sistem, çevre dostu ve sürdürülebilir yönetim yaklaşımının temelini oluşturur (Horowitz ve ark., 2011).

Biyoteknik Mücadele Yöntemleri

Biyoteknik yöntemler, beyazsineklerin davranışsal ve fizyolojik özelliklerini kullanarak çevreye minimal zarar verip popülasyon baskısı oluşturmamayı hedefler. Bu yöntemler, kimyasal ilaç kullanımını azaltarak hem çevre hem de insan sağlığı açısından sürdürülebilir bir koruma sağlar (Gerling ve ark., 2001).

1. Renkli Yapışkan Tuzaklar

Beyazsineklerin sarı renkli yüzeylere yönelim göstermesi, biyoteknik mücadelenin en yaygın temelidir. Sarı yapışkan tuzaklar, zararlının görsel çekiciliğinden yararlanarak hem popülasyon izleme hem de kısmi mücadele amacıyla kullanılmaktadır.

- **Kullanım yoğunluğu:** Her 15–20 m²'ye bir tuzak önerilir. Popülasyon yoğunluğuna göre bu sayı artırılabilir.
- **Yükseklik:** Tuzaklar bitki tepe hizasında ve üretim süresince düzenli olarak yükseltilmelidir.
- **Değişim sıklığı:** Haftada bir kontrol edilmeli ve yüzey yapışkanlığını kaybettiğinde yenilenmelidir.

Tuzak verileri, popülasyon artış eğilimlerinin izlenmesinde ve kimyasal mücadele zamanlamasında önemli bir erken uyarı sistemi işlevi görür (Uygun ve ark., 2019). Ayrıca mavi renkli yapışkan tuzaklar, *Trialeurodes vaporariorum* gibi seralarda sık rastlanan beyazsinek türlerine karşı daha etkili bulunmuştur (Pinto-Zevallos ve Vänninen, 2013).

2. Işık Tuzakları ve Ultraviyole Sistemleri

Beyazsinekler, belirli dalga boylarındaki ışığa karşı yüksek duyarlılığa sahiptir. Bu özellikten yararlanılarak geliştirilen UV-ışık tuzakları veya LED tabanlı çekici sistemler, zararlının yönelim davranışını bozar ve seraya girişini azaltır.

- UV-A (350–400 nm) ışık beyazsinekleri en çok cezbeden spektrumdur.
- Bu sistemler genellikle akşam saatlerinde çalıştırılarak aktif beyazsinek uçuşunu sınırlar.
- Bazı sera sistemlerinde ışık tuzakları, sarı yapışkan yüzeylerle entegre edilmiştir.

Bu yöntem, pestisit kullanılmadan popülasyon baskısının azaltılmasında önemli bir destekleyici rol oynadığı bildirilmektedir (Park ve ark., 2022).

3. Isı Manipülasyonu (Termal Mücadele)

Beyazsinek nimf ve pupaları sıcaklık değişimlerine karşı oldukça hassastır. Bu nedenle kısa süreli sıcak hava uygulamaları veya ısıtılmış hava akımı yöntemleriyle popülasyonun belirli dönemlerinde mortalite sağlanabilir.

- 45–50 °C sıcaklıktaki kısa süreli (5–10 dakika) uygulamaların, yumurta ve nimflerde %80'e varan ölüm oranı sağladığı bildirilmiştir (Hirano ve ark., 2018).
- Uygulama, bitki dokusuna zarar vermeden kontrollü olarak yapılmalıdır.

Bu yöntem, özellikle kimyasal kalıntı riski istenmeyen organik tarım sistemlerinde önem taşır.

4. Feromon ve Kairomon Kullanımı

Beyazsineklerde klasik anlamda seks feromonları tanımlanmış olmasa da, araştırmalar kairomon benzeri bitkisel uçucu bileşiklerin (örneğin metil salisilat, heksanal) zararlının davranışını etkileyebileceğini göstermektedir. Bu maddeler, tuzakların çekiciliğini artırmak veya bitki yüzeyine uygulandığında zararlının yönelimini bozmak için kullanılabilir (Bleeker ve ark., 2009). Yeni çalışmalar, bu tür doğal bileşiklerin repellent (kaçırıcı) özelliğinden yararlanarak seralarda caydırıcı bariyer sistemlerinin oluşturulabileceğini ortaya koymuştur (Sani ve ark., 2020).

5. Otomatik İzleme ve Dijital Sensör Teknolojileri

Günümüzde dijital tarım uygulamalarıyla biyoteknik mücadele yeni bir boyut kazanmıştır. Kamera ve sensör tabanlı sistemler, yapay zekâ algoritmaları kullanarak beyazsinek popülasyon yoğunluğunu otomatik olarak algılayabilmektedir (Barros ve ark., 2021; Kapetas ve ark., 2025).

- Görüntü işleme tabanlı sistemler, tuzak üzerindeki zararlı yoğunluğunu anlık olarak sayabilir.
- Drone veya IoT (Nesnelerin İnterneti) temelli izleme ağları, seranın farklı bölgelerinden veri toplayarak sıcaklık, nem ve zararlı aktivitesini eş zamanlı analiz eder.
- Toplanan veriler, üreticinin cep telefonuna ya da kontrol paneline gönderilerek erken uyarı sağlar (Kapetas ve ark., 2025).

Bu sistemler, özellikle büyük ölçekli seralarda entegre mücadele kararlarının optimize edilmesine olanak tanır.

6. Entegre Uygulamalarda Kombinasyon Stratejileri

Biyoteknik yöntemlerin etkinliği, diğer mücadele bileşenleriyle (biyolojik ve kültürel mücadele) entegre edildiğinde artar. Örneğin;

- Sarı yapışkan tuzaklarla birlikte *Encarsia formosa* salımı yapıldığında, beyazsinek popülasyon artışı erken evrede baskılanır.
- Dengeli havalandırma ve gübreleme programlarıyla desteklenen biyoteknik önlemler, kimyasal uygulama ihtiyacını ortadan kaldıracaktır.

Bu nedenle biyoteknik mücadele, tek başına değil, entegre zararlı yönetiminin dinamik bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir (Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023b).

Biyolojik Mücadele Etmenleri

Beyazsineklerle (Aleyrodidae) mücadelede uzun vadeli başarıyı sağlayan en çevre dostu ve sürdürülebilir yöntem, doğal düşmanların korunması ve etkin kullanımına dayanan **biyolojik mücadeledir**. Doğal düşmanlar (parazitoitler, predatörler ve entomopatojen mikroorganizmalar) zararlıların popülasyon dinamiğini ekosistem içinde dengede tutar. Kimyasal mücadeleye göre kalıntı bırakmaz, direnç gelişimini önler ve ekolojik dengeyi destekler (Gerling ve ark., 2001; Ou ve ark., 2019; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2021).

1. Parazitoitler

Beyazsineklerle biyolojik mücadelede en yaygın kullanılan doğal düşman grubu Hymenoptera takımına ait Aphelinidae familyasındaki parazitoit yaban arılarıdır. Bu türler, beyazsinek nimflerinin içine yumurta bırakarak larval gelişimlerini konak içerisinde tamamlar (Shah ve ark., 2015; Ou ve ark., 2019).

Encarsia formosa Gahan

- *Encarsia formosa*, 1920'lerden beri seralarda ticari olarak kullanılan ve dünya genelinde yaygın biçimde uygulanan bir parazitoittir.
- Özellikle *Trialeurodes vaporariorum* (sera beyazsineği) popülasyonlarını baskılamada oldukça etkilidir.
- Dişi birey, beyazsinek nimflerinin içine yumurtasını bırakır; larva konak içinde gelişirken konağın fizyolojisini durdurur ve sonunda “siyahlaşmış pupalar” gözlemlenir (Gerling ve ark., 2001).
- Seralarda salım yoğunluğu genellikle 3–5 birey/m² olup, sıcaklık 20–28 °C aralığında optimal gelişme gösterir (Gerling ve ark., 2001).

Eretmocerus türleri

- *Eretmocerus eremicus* ve *E. mundus* türleri, Akdeniz iklimine daha iyi adapte olmuş parazitoidlerdir.
- *E. mundus*, *Bemisia tabaci* popülasyonlarını hedef alırken; *E. eremicus* daha çok seralarda yaygın olarak kullanılır.
- *Eretmocerus* türleri, konağa dıştan yumurta bırakır ve larva konağın vücuduna dıştan girerek iç dokularda beslenir (Stansly ve ark., 2005).
- Sıcak iklim koşullarında *Encarsia formosa*'ya göre daha dayanıklıdır ve yaz aylarında etkililiği artar (Stansly ve ark., 2005).

Kombinasyon Uygulamaları

Bazı üretim sistemlerinde *Encarsia formosa* ile *Eretmocerus eremicus* birlikte kullanılarak mevsimsel etkililiğin artırıldığı bildirilmektedir. Bu kombinasyon, özellikle mevsim geçişlerinde sıcaklık dalgalanmalarına karşı daha istikrarlı bir kontrol sağlar (van Lenteren ve Woets, 1988).

2. Predatörler

Predatörler, beyazsineklerle biyolojik mücadelede ikinci önemli gruptur. Özellikle Hemiptera ve Coleoptera takımlarına ait türler, beyazsinek yumurtaları, nimfleri ve pupalarıyla beslenir (Ulusoy, 2001; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2021).

Macrolophus caliginosus (Wagner)

- Hem beyazsinek yumurtaları hem de erken dönem nimfleriyle beslenen genel bir avcı türdür.
- Bitkiler üzerinde aktif olarak dolaşarak av arar, ayrıca *Tuta absoluta* gibi diğer zararlıları da tüketebilir.
- Seralarda erken dönemde salındığında popülasyon yerleşmesi kolaylaşır. Salım oranı genellikle 1–2 birey/m²'dir (Urbaneja ve ark., 2012).
- Kimyasal kalıntılara karşı hassastır, bu nedenle insektisit uygulamaları dikkatle planlanmalıdır.

Nesidiocoris tenuis (Reuter)

- *Nicotiana*, *Solanum* ve *Capsicum* türlerinde yaygın olarak bulunur.
- *Bemisia tabaci*'nin yumurta ve nimf evrelerinde yüksek predasyon oranına sahiptir.
- Ancak popülasyonun aşırı artması durumunda, bitkide hafif fitofag (bitki dokusunu delip emme) davranışı gösterebilir. Bu nedenle popülasyon dikkatle izlenmelidir (Calvo ve ark., 2009).

Delphastus catalinae (Horn)

- *Coccinellidae* familyasından küçük bir uğur böceği türüdür.
- Beyazsinek yumurtaları ve genç nimfleriyle beslenir; bir dişi günde yaklaşık 150 beyazsinek yumurtasını tüketebilir.
- Özellikle kapalı üretim alanlarında *Bemisia tabaci* kontrolünde oldukça etkilidir (Calvo ve ark., 2009).

Predatörlerin etkinliğini koruyabilmek için seralarda düşük toksisiteli pestisitler, biyoteknik önlemlerle uyumlu stratejiler ve doğal av kaynaklarının korunması önem taşır.

3. Entomopatojen Funguslar

Beyazsinek popülasyonlarını baskılayan en önemli mikroorganizmalar arasında entomopatojen funguslar yer alır. Bu patojenler, zararlının vücuduna sporlarıyla temas ederek enfeksiyon oluşturur; konak dokularında çoğalıp bireyin ölümüne neden olurlar.

***Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin**

- Beyazsineklerin nimf ve ergin dönemlerinde etkilidir.
- Optimum sıcaklık 25–30 °C, nem ise %70–90 aralığında olmalıdır.
- Doğrudan yaprak yüzeyine püskürtülerek uygulanır; seralarda tekrarlayan düşük doz uygulamaları en yüksek etkiyi sağlar (Calvo ve ark., 2012).

***Lecanicillium lecanii* (Zimmermann) Zare ve W. Gams**

- *Trialeurodes vaporariorum*'a karşı yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Bitki yüzeyine uygulandıktan sonra sporlar konak kutikulasını delerek içeri girer.
- Nem oranı %75'in üzerindeyken enfeksiyon oranı belirgin şekilde artar (Kim ve ark., 2013).

***Isaria fumosorosea* (Wize)**

- Geniş konak yelpazesine sahip olup hem *Bemisia tabaci* hem *Trialeurodes vaporariorum*'a karşı etkilidir.
- Bazı formülasyonları ticari olarak biyopreparat şeklinde pazarlanmaktadır.
- Fungus sporları beyazsinek pupalarında (Sani ve ark., 2020).

Türkiye'de son yıllarda yerli izolatların tanımlanmasıyla birlikte biyopreparat üretiminde yerli firmaların etkinliği artmıştır. Bu gelişme, ithal biyolojik ajanlara olan bağımlılığı azaltmakta ve organik üretim potansiyelini güçlendirmektedir.

4. Türkiye'de Biyolojik Mücadelenin Gelişimi ve Uygulama Örnekleri

Türkiye'de beyazsineklere karşı biyolojik mücadele uygulamaları özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde hızla yaygınlaşmaktadır.

- Antalya ve Mersin illerinde seralarda *Encarsia formosa* ve *Eretmocerus mundus* salımı yaygınlaşmıştır (Anonim, 2023).
- Yerli üretim *Beauveria bassiana* izolatlarının ticarileştirilmesiyle biyofungus preparatları artık iç pazarda erişilebilir durumdadır (Anonim, 2023).
- Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen “Biyoteknik ve Biyolojik Mücadele Destek Programı” kapsamında, üreticilere %50'ye kadar destek sağlanmaktadır (Anonim, 2023).

Bu ilerlemeler, Türkiye'de sürdürülebilir sera tarımının temellerini güçlendirmiştir.

Kimyasal Mücadele ve Direnç Sorunu

Kimyasal mücadele IPM içinde “son çare” olarak kullanılmalı; direnç ve çevresel etkiler nedeniyle dikkatle planlanmalıdır. Çünkü beyazsinekler (*Bemisia tabaci* ve *Trialeurodes vaporariorum*), yüksek üreme potansiyelleri, kısa döl süreleri ve geniş konukçu yelpazeleri nedeniyle birçok insektisit grubuna karşı hızla direnç geliştirme kapasitesine sahiptir (Horowitz ve ark., 2005). Yoğun ve bilinçsiz kimyasal uygulamalar, hem biyolojik dengenin bozulmasına hem de pestisit kalıntısı sorunlarına yol açmaktadır (Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023a; Bayhan ve Ceylan, 2024).

1. Kullanılan Başlıca Kimyasal Gruplar**a. Neonicotinoidler**

- Bu grup, nikotinik asetilkolin reseptörleri üzerinde etki göstererek zararlının sinir sistemini felce uğratar.
- En yaygın kullanılan etken maddeler: imidacloprid, thiamethoxam, acetamiprid, dinotefuran.
- Ancak *Bemisia tabaci* popülasyonlarında, özellikle imidacloprid'e karşı yüksek direnç düzeyleri rapor edilmiştir (Denholm ve ark., 1998; Nauen ve Denholm, 2005).

- Direnç gelişimi genellikle hedef bölge mutasyonları ve detoksifikasyon enzimlerinin (P450 mono-oksijenazlar) aşırı ekspresyonu ile ilişkilidir (Denholm ve ark., 1998; Nauen ve Denholm, 2005).

b. Pyrethroidler

- Etki mekanizması: Sodyum kanallarının açık kalmasını sağlayarak sinir hücrelerinde iletim bozukluğu oluşturur.
- Etken maddeler: cypermethrin, deltamethrin, bifenthrin.
- Özellikle açık alanlarda yaygın kullanımı sonucu direnç oranları çok yüksektir.
- Pyrethroidlerin “knockdown” etkisi kısa sürede popülasyon azalması sağlasa da kalıntı etkisinin kısa olması nedeniyle popülasyon kısa sürede yeniden artış gösterebilir (Denholm ve ark., 1998; Nauen ve Denholm, 2005).

c. Organofosfatlar ve Karbamatlar

- Asetilkolinesteraz enzimini inhibe ederek sinir sistemini etkilerler.
- Uzun yıllar chlorpyrifos, diazinon ve dimethoate gibi bileşikler kullanılmış ancak direnç nedeniyle etkinlikleri azalmıştır (Palumbo ve ark., 2001).
- Ayrıca toksisite düzeyleri yüksek olduğundan, sera koşullarında insan sağlığı açısından risk oluşturur (Palumbo ve ark., 2001).

d. Büyüme Düzenleyiciler (IGR'ler)

- Beyazsineklerin nimf ve pup evrelerinde gelişimi bozan seçici kimyasallardır.
- Etken maddeler: **buprofezin, pyriproxyfen**.
- Bu grupta direnç gelişimi daha yavaş seyretmekle birlikte, aşırı ve tekrarlanan kullanım durumlarında adaptasyon gözlemlenmiştir.
- Buprofezin, kitin sentezini engellerken; pyriproxyfen juvenil hormon analogudur ve metamorfozu durdurur.
- Genellikle biyolojik mücadeleyle uyumlu olduklarından entegre sistemlerde tercih edilirler (Horowitz ve Ishaaya, 2014).

2. Direnç Gelişimi ve Mekanizmaları

Bemisia tabaci kompleksinde direnç çok yönlü bir fenomendir. Direnç mekanizmaları genel olarak dört ana başlıkta toplanır:

1. **Hedef Bölge Değişimleri:** İlaç molekülünün bağlandığı reseptörlerde meydana gelen mutasyonlar (örneğin nAChR genlerinde nokta mutasyonlar) ilacın etkisini azaltır.
2. **Metabolik Detoksifikasyon:** P450 mono-oksijenaz, esterase ve glutatyon-S-transferaz gibi enzimlerin aşırı üretimi ilacın toksisitesini düşürür (Li ve ark., 2012).
3. **Davranışsal Direnç:** Beyazsineklerin ilaçlanmış yüzeylerden kaçınması veya yumurtlama davranışını değiştirmesi (Li ve ark., 2012).
4. **Penetrasyon Direnci:** Kutikulanın kalınlaşması veya lipid yapısının değişmesi sonucu ilacın emilimi azalır (Li ve ark., 2012).

Bu mekanizmalar genellikle bir arada bulunur ve direnç yönetimini karmaşık hâle getirir.

3. Direnç Yönetimi Stratejileri

a. Etki Mekanizmasına Göre Rotasyon (IRAC Yaklaşımı)

IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) tarafından geliştirilen sınıflandırma sistemine göre, farklı etki mekanizmalarına sahip insektisitlerin dönüşümlü kullanılması direnç gelişimini yavaşlatır (Li ve ark., 2012).

- Aynı etki mekanizmasına sahip ürünler ardışık uygulanmamalıdır.
- Örneğin: Bir neonicotinoid uygulamasından sonra pyrethroid veya IGR grubundan bir preparat kullanılmalıdır.
- Direnç yoğunluğu yüksek bölgelerde, farklı modlu iki bileşenin karışık formülasyonları (“dual action”) tercih edilebilir.

b. Selektif ve Düşük Doz Kullanımı

Doğal düşman popülasyonlarını koruyabilmek için seçici etkiye sahip preparatlar tercih edilmelidir. Örneğin *Encarsia formosa* ve *Macrolophus caliginosus* gibi yararlı türlere karşı toksik olmayan ürünler, biyolojik mücadele ile uyumlu stratejiler sunar. Ayrıca gereğinden yüksek doz uygulamaları kısa vadede etki sağlasa da direnç seçimini hızlandırır (Li ve ark., 2012).

c. Kimyasal Uygulama Zamanlaması

Beyazsinek popülasyonunun erken evrelerinde (yumurta ve 1.–2. dönem nimfler) yapılan uygulamalar daha etkilidir. Geç evrelerde kimyasal penetrasyonu zorlaşır. Ayrıca sıcaklık, nem ve bitki yüzey yapısı ilacın kalıcılığını etkiler. Seralarda hava sirkülasyonu dengeli olmalıdır (Li ve ark., 2012).

d. Kimyasal–Biyoteknik–Biyolojik Entegrasyon

Modern mücadele yaklaşımı, kimyasal uygulamaları biyoteknik ve biyolojik yöntemlerle bütünleştirerek en düşük pestisit düzeyinde en yüksek kontrolü hedefler (Naranjo, 2019; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023b). Örneğin:

- Sarı yapışkan tuzaklar ile popülasyon izlenir,
- Eşik değerin aşıldığı durumda seçici kimyasal uygulanır,
- Ardından *Encarsia formosa* salımı yapılır.

Bu bütünleşik sistem, direnç baskısını azaltır ve doğal düşmanların korunmasını sağlar (Naranjo, 2019).

4. Yeni Nesil Formülasyonlar ve Teknolojik Yaklaşımlar

Son yıllarda pestisitlerin etkinliğini artırmak ve çevresel etkilerini azaltmak amacıyla nanoformülasyonlar geliştirilmiştir.

- Nanoemülsiyonlar, nanokapsüller ve polimerik taşıyıcılar, etken maddenin kontrollü salınımını sağlar.
- Bu sayede hem hedefe yönelim artar hem de kullanılan aktif madde miktarı azalır.
- Ancak bu teknolojilerin saha koşullarındaki performansı hâlen sınırlı olup, maliyet ve tescil süreçleri geniş uygulamayı zorlaştırmaktadır (Kumar ve ark., 2020).

Buna ek olarak, dijital tarım destekli “akıllı püskürtme sistemleri” ile hedef odaklı uygulamalar yapılmakta, gereksiz ilaçlama önlenmektedir.

5. Türkiye’de Durum ve Gelecek Perspektifi

Türkiye’de beyazsineklerle kimyasal mücadele hâlen yaygındır, ancak direnç oranları birçok bölgede kritik seviyelere ulaşmıştır (Ulusoy, 2001; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023a; Bayhan ve Ceylan, 2024).

- Akdeniz seralarında *Bemisia tabaci* popülasyonlarının imidacloprid ve bifenthrin'e yüksek dirençli olduğu belirlenmiştir.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020 yılından itibaren IRAC prensiplerine uygun ilaç rotasyonu ve biyoteknik uygulamaları teşvik etmektedir.
- Gelecek dönemde, biyoteknolojik ürünler (örneğin RNAi tabanlı insektisitler ve mikrobiyal toksinler) direnç yönetiminde önemli rol oynayacaktır (Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023b).

Yeni Yaklaşımlar ve Sürdürülebilirlik

Günümüzde strateji, beyazsinek baskısını azaltırken ekolojik dengeyi koruyan ve sürdürülebilir üretimi destekleyen entegre çözümler geliştirmektir. Kimyasal bağımlılığın azaltılması, biyoteknolojik yeniliklerin kullanımı ve dijitalleşmenin entegre edilmesi bu dönüşümün temelini oluşturur (Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023b).

1. RNAi (RNA Girişimi) Temelli Moleküler Mücadele

RNAi teknolojisi, zararlı böceklerin gen ifadesini baskılayarak gelişim, beslenme veya üreme süreçlerini hedef alır.

- Beyazsineklerde, özellikle vitellogenin, chitin synthase, juvenile hormone receptor gibi yaşamsal genlerin susturulmasıyla bireylerin gelişimi durdurulabilir (Upadhyay ve ark., 2011).
- Bu teknoloji, klasik kimyasalların aksine spesifik gen hedeflemesi sayesinde yararlı organizmalara zarar vermez (Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023b).
- Uygulama biçimleri arasında yapraktan sprey, tohum kaplama veya bitki genetiğine entegre RNA dizileri (transgenik bitkiler) bulunmaktadır (Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023b).
- Henüz saha uygulamaları sınırlı olsa da gelecekte tür spesifik ve çevre dostu bir kontrol yöntemi olarak önemli potansiyel taşımaktadır (Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023b).

2. Nanoformülasyon ve Kontrollü Salınım Sistemleri

Nanoteknoloji, pestisit etkinliğini artırmak ve çevresel riski azaltmak amacıyla geliştirilmiştir.

- Nanoemülsiyon, nanokapsül ve nanopartikül formları, etken maddenin bitki yüzeyine daha iyi tutunmasını ve kontrollü salınımını sağlar.
- Bu sayede hem uygulama sıklığı hem de kimyasal miktarı azalır.
- Nanoformülasyonlar UV ışınlarına karşı daha dayanıklı olduğundan, aktif maddenin bozunma süresi uzar ve etkinlik süresi artar (Kumar ve ark., 2020).
- Bununla birlikte, ekotoksikolojik risklerin tam olarak belirlenmesi için uzun dönem saha çalışmalarına ihtiyaç vardır.

3. Dijital IPM (Akıllı Entegre Zararlı Yönetimi) Sistemleri

Yapay zekâ ve görüntü işleme teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte zararlı izleme süreçleri dijitalleşmiştir.

- Seralarda kurulan kamera ve sensör tabanlı izleme sistemleri, beyazsinek popülasyon yoğunluğunu otomatik olarak algılayabilir.
- Bu sistemler, zararlı yoğunluğu belirli bir eşik değeri geçtiğinde üreticiye anlık uyarı gönderir.
- Veriler bulut tabanlı platformlarda toplanarak, ilaçlama zamanı ve yöntemi konusunda optimum karar desteği sunar (Park ve ark., 2022).
- Böylece gereksiz kimyasal uygulamaları azaltılır, üretim maliyetleri düşer ve çevre üzerindeki yük hafifler.

4. Ekolojik ve Sürdürülebilir IPM Yaklaşımı

Sürdürülebilir beyazsinek yönetimi, yalnızca zararlının azaltılmasına değil; aynı zamanda ekosistemin korunmasına odaklanmalıdır (Gerling ve ark., 2001).

- Doğal düşman popülasyonlarının desteklenmesi, polinatör dostu uygulamaların yaygınlaştırılması ve biyolojik çeşitliliğin artırılması ekolojik IPM'in temel ilkeleridir.
- Aşırı azotlu gübre kullanımının sınırlandırılması, dengeli sulama, gölgeleme ve havalandırma gibi tarımsal ekosistem odaklı önlemler zararlının gelişimini doğal yollarla sınırlar.
- Ayrıca, yerel biyolojik ajanların (örneğin yerli *Beauveria bassiana* izolatları) yaygınlaştırılması sürdürülebilir üretim için kritik öneme sahiptir.
- Uzun vadede hedef, pestisit kullanımının minimize edildiği, dijital ve biyoteknolojik yeniliklerle desteklenen bir "ekolojik üretim modeli" oluşturmaktır.

Sonuç ve Öneriler

Beyazsinek yönetiminde IPM; ekolojik, biyolojik, biyoteknik, kültürel ve gerektiğinde kimyasal yöntemlerin koordineli kullanıldığı çok yönlü bir yaklaşımdır. Başarılı bir IPM programı, popülasyonların düzenli izlenmesi, ekonomik zarar eşiğinin belirlenmesi, erken uyarı sistemlerinin kullanılması ve doğal düşmanların korunmasıyla mümkündür.

Son yıllarda, beyazsinek popülasyonlarının kontrolünde biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemleri önemli ilerlemeler göstermiştir. Özellikle *Encarsia formosa* ve *Eretmocerus mundus* gibi parazitoidlerin yanı sıra, *Beauveria bassiana* ve *Lecanicillium lecanii* gibi entomopatojen fungusların kullanımı yaygınlaşmıştır. Aynı zamanda, nanoformülasyonlar, RNAi tabanlı biyoteknolojik yaklaşımlar ve dijital IPM sistemleri geleceğe yönelik umut vadeden yenilikler olarak öne çıkmaktadır. Buna karşın, Türkiye'de beyazsineklerle mücadelede en büyük zorluklar arasında üretici farkındalığının düşük olması, biyolojik preparatların tedarik zorlukları ve kimyasal direnç yönetiminin yetersiz uygulanması yer almaktadır. Aşırı pestisit kullanımı hem doğal düşman popülasyonlarının azalmasına hem de ihracat ürünlerinde kalıntı riskine yol açmaktadır.

İklim değişikliğine bağlı olarak *Bemisia tabaci* tür kompleksinin yayılış alanlarının genişlemesi, daha yüksek sıcaklıklarda gelişen ırkların (örneğin MED biyotipinin) farklı bölgelere taşınması, gelecekte zararlı baskısının artacağına işaret etmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir mücadele için hem bölgesel hem de ulusal düzeyde koordineli stratejiler geliştirilmelidir.

Öneriler ise aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz;

1. **Eğitim ve Farkındalık Artırımı:** Üreticilerin ve teknik personelin IPM prensipleri, biyolojik mücadele uygulamaları ve direnç yönetimi konularında sürekli eğitilmesi gerekmektedir. Tarla okulları, demonstrasyon alanları ve dijital eğitim platformları bu farkındalığın artmasında etkili olabilir.
2. **Biyolojik ve Biyoteknik Ürünlerin Yaygınlaştırılması:** Yerli üretim biyopreparatların (örneğin *B. bassiana*, *L. lecanii* izolatları) teşvik edilmesi, tescil süreçlerinin hızlandırılması ve sahada kullanımının desteklenmesi, kimyasal bağımlılığı önemli ölçüde azaltacaktır.
3. **Direnç Yönetimi Stratejilerinin Uygulanması:** IRAC sınıflandırmasına dayalı etken madde rotasyonları zorunlu hale getirilmeli, aynı etki mekanizmasına sahip pestisitlerin ardışık kullanımından kaçınılmalıdır. Bölgesel direnç haritaları oluşturularak üreticilere güncel bilgi sağlanmalıdır.
4. **Erken Uyarı ve İzleme Sistemlerinin Güçlendirilmesi:** Beyazsinek popülasyonlarının izlenmesine yönelik ulusal veri tabanları oluşturulmalı; sensör, kamera ve uzaktan algılama sistemleri ile erken uyarı mekanizmaları güçlendirilmelidir. Bu sayede mücadele zamanlaması daha etkin planlanabilir.

5. **Ekolojik Dengenin Korunması:** Doğal düşmanların ve polinatörlerin zarar görmemesi için selektif preparatlar kullanılmalı, yoğun kimyasal uygulamalardan kaçınılmalıdır. Biyolojik çeşitliliğin artırılması, zararlıların popülasyon baskısını doğal yoldan sınırlayacaktır.

6. **İklim Değişikliği ve Risk Haritalaması:** Artan sıcaklıkların beyazsinek biyolojisine etkisini ortaya koyacak modeller geliştirilerek, bölgesel risk analizleri yapılmalıdır. Bu modeller, gelecek yıllardaki olası salgın risklerine karşı planlamada yol gösterici olacaktır.

7. **Politika ve Destek Programları:** Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen biyoteknik ve biyolojik mücadele desteklerinin kapsamı genişletilmeli, küçük ölçekli üreticilerin bu uygulamalara erişimi kolaylaştırılmalıdır. Sürdürülebilir üretim sertifikasyonları, biyolojik mücadele yapan üreticilere teşvik olarak sunulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim (2023). Tarım ve Orman Bakanlığı Biyolojik ve Biyoteknik Mücadele Destek Programı Raporu.
- Barros PPS, Schutze IX, Iost Filho FH, Yamamoto PT, Fiorio PR & Demattê JAM. (2021). Monitoring *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) Infestation in Soybean by Proximal Sensing. *Insects*. 2021 Jan 9;12(1):47; 2-12. doi: 10.3390/insects12010047. PMID: 33435312; PMCID: PMC7827649.
- Bayhan E. & Ceylan A. (2024). "Pesticides in Agricultural Products and Health Effect" Food Safety, Editör: Arıcan Yağmur Emre, Osmanoğlu Emir Hasan, Yayın Yeri: Nobel, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:340, ISBN:2024-01-16.
- Bayhan, E. & Ölmez Bayhan S. (2021). "Tarımsal Zararlılara Karşı Biyolojik Mücadele Yöntemi" Çocuk Kronik Hastalıklarında Beslenme 4 Çocuk Nöroloji ve Psikiatri hastalıklarında Beslenme Halk Sağlığı ve Beslenme. Editör: Prof. Dr. Yusuf Kenan Haspolat Prof. Dr. Coşkun Çeltik Prof. Dr. Kürşat Bora Çarman Doç. Dr. Ulaş Emre Akbulut Uzm. Dr. Taşkın Taş, Yayın Yeri: Orient, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:658, ISBN:978-975-6124-85-7 (Tk) 978-975-6124-89-5 (4.c), Bölüm Sayfaları:645 -650.
- Bayhan, E., & Ölmez Bayhan S. (2022). "Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Alanlarındaki Entomolojik Sorunlar", İstilacı Zararlı Türler ve Mücadelesinde Yeni Yaklaşımlar. Eds. Gülay Kaçar, Paradigma Akademi Yayınevi, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:1, ISBN:678.
- Bayhan, E. & Ölmez Bayhan S. (2023a). "New Approaches in Chemical Pest Control against Insects" New Horizons in Agriculture- Part 1. Editör: Hakan Çetinkaya İsmail Gül Dilek Şentürk Demirel İsmail Gül Yusuf Kenan Haspolat, Yayın Yeri: Orient Yayınları, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:165, ISBN:978-625-6598-48-5, Bölüm Sayfaları:155 -161.
- Bayhan, E., & Ölmez Bayhan S. (2023b). "New Developments in Biotechnical control Methods Against Insects" New Horizons in Agriculture:Part 1 Ecological Farming And Sustainability. Editör: Hakan Çetinkaya İsmail Gül Dilek Şentürk Demirel İsmail Gül Yusuf Kenan Haspolat, Yayın Yeri:Orient Yayınları, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:165, ISBN:978-625-6598-48-5.
- Bleeker, P. M., et al. (2009). The role of plant volatiles in attraction of natural enemies to *Bemisia tabaci*-infested plants. *Plant, Cell ve Environment*, 32(9), 1478–1492.
- Byrne, D. N. & Bellows, T. S. (1991). Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*, 36, 431–457.
- Calvo F.J., Bolckmans, K., & Belda, J.E. (2012). Release rate for a pre-plant application of *Nesidiocoris tenuis* for *Bemisia tabaci* control in tomato. *BioControl*, 57, 809-817.
- Calvo, J., Bolckmans, K., Stansly, P.A. et al. (2009). Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato. *BioControl* 54, 237–246. <https://doi.org/10.1007/s10526-008-9164-y>.
- Cock, M. J. W. (1986). *Bemisia tabaci*: A literature survey on the cotton whitefly. FAO/CAB International.

- Demircioğlu, M. C., Bayhan E. & Ulusoy M. R., (2022). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Beyazsinek Türlerinin (Hemiptera: Aleyrodidae) Belirlenmesi, DÜFED, 11 (2): 271–282, 2022, doi: 10.55007/dufed.1109947.
- Denholm, I., Cahill, M., Dennehy, T. J., & Horowitz, A. R. (1998). Challenges with resistance in *Bemisia*. *Pesticide Science*, 55, 311–318.
- Dinsdale, A., Cook, L., Riginos, C., Buckley, Y. M., & De Barro, P. (2010). Refined global analysis of *Bemisia tabaci* species complex. *PLoS One*, 5(8): e11665.
- Fauquet, C. M., Briddon, R. W., Brown, J. K., et al. (2008). Geminivirus strain demarcation and nomenclature. *Archives of Virology*, 153, 783–821.
- Gangwar, R.K. ve Charu, G. (2018). Lifecycle, distribution, nature of damage and economic importance of whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Acta Sci. Agric.*, 2, 36–39.
- Gerling, D., Alomar, O., & Arnò, J. (2001). Biological control of whiteflies in IPM systems. *Crop Protection*, 20(9), 779–799.
- Hirano, K., et al. (2018). Effects of heat treatment on development and survival of *Bemisia tabaci*. *Applied Entomology and Zoology*, 53(3), 347–355.
- Horowitz, A. R., Denholm, I., & Morin, S. (2005). Resistance management for sustainable use of neonicotinoids in agriculture. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 81(3), 170–182.
- Horowitz, A. R., ve Ishaaya, I. (2014). *Biorational Control of Arthropod Pests*. Springer.
- Horowitz, A.R.; Antignus, Y.; & Gerling, D. (2011). Management of *Bemisia tabaci* whiteflies. In *The Whitefly, Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) Interaction with Geminivirus-Infected Host Plants; Thompson, W.M.O., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2011; pp. 293–322.
- Kapetas, D., Christakakis, P., Faliagka, S., Katsoulas, N., & Pechlivani, E. M. (2025). AI-Driven Insect Detection, Real-Time Monitoring, and Population Forecasting in Greenhouses. *AgriEngineering*, 7(2), 29. <https://doi.org/10.3390/agriengineering7020029>.
- Kaydan, M. B., & Uygun, N. (2020). Türkiye’de beyazsineklerle mücadele tarihçesi ve güncel durum. *Türk Entomoloji Dergisi*, 44(1), 89–103.
- Kaygısız, H., 1976. Akdeniz Bölgesi Pamuklarında Zarar Yapan Beyazsinek (*Bemisia tabaci* Genn.)’in Tanınması, Biyolojisi, Yayılış Alanları, Zararı, Konukçuları ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. T.C. Gıda Tar. ve Hay. Bak. Zir. Müc. ve Zir. Kar. Gnl. Müd. Adana Bölge Zir. Müc. Araş, Enst. Yay. 45, 58 s.
- Kim, J. J., Goettel, M. S., & Gillespie, D. R. (2013). Evaluation of *Lecanicillium lecanii* for control of whiteflies in greenhouse crops. *Mycopathologia*, 175(1), 55–65.
- Kogan, M. (1998). Integrated pest management: Historical perspectives. *Annual Review of Entomology*, 43, 243–270.
- Kumar, S., Chauhan, N., & Mehta, D. (2020). Nanopesticides: New generation formulations for pest control. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 123–138.
- Kumaş, F. 1984. Güney Anadolu Bölgesi Aleyrodidae (Homoptera) Familyası Türleri, Tanınmaları ve Doğal Düşmanları Üzerinde Araştırmalar. Antalya Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 53 s (Uzmanlık Tezi, Basılmamış).
- Li, X., Schuler, M. A., & Berenbaum, M. R. (2012). Molecular mechanisms of metabolic resistance to synthetic and natural xenobiotics. *Annual Review of Entomology*, 52, 231–253.
- Naranjo, S. E. (2019). Integrating chemical and biological control for sustainable whitefly management. *Journal of Integrated Pest Management*, 10(1), 1–12.
- Nauen, R. & Denholm, I. (2005). Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides. *Advances in Insect Biochemistry and Physiology*, 33, 289–315.

- Ndjomatchoua FT, Stutt ROJH, Guimapi RA, Rossini L, & Gilligan CA. (2025). Integration of temperature-driven population model and pest monitoring data to estimate initial conditions and timing of first field invasion: application to the cassava whitefly, *Bemisia tabaci*. J. R. Soc. Interface 22: 20250059.
- Ou, D.; Ren, L.M.; Liu, Y.; Ali, S.; Wang, X.M.; Ahmed, M.Z. & Qiu, B.L. (2019). Compatibility and efficacy of the parasitoid *Eretmocerus hayati* and the entomopathogenic fungus *Cordyceps javanica* for biological control of whitefly *Bemisia tabaci*. Insects 2019, 10, 425.
- Palumbo, J. C., Horowitz, A. R. & Prabhaker, N. (2001). Insecticidal control and resistance management for whiteflies. *Crop Protection*, 20(9), 779–798.
- Park, Y., Lee Joon-Ho, Lim U. T., (2022). Use of UV-LED light to enhance establishment of *Nesidiocoris tenuis* for control of *Bemisia tabaci* infesting greenhouse tomato, *Biological Control*, Volume 170, 2022, 104936.
- Pinto-Zevallos D. M. & Vänninen I. (2013). Yellow sticky traps for decision-making in whitefly management: What has been achieved?, *Crop Protection*, Volume 47, 2013, Pages 74-84.
- Prabhaker, N., Castle, S. J. & Naranjo, S. E. (2014). Strategies for managing *Bemisia tabaci* in protected cropping systems. *Crop Protection*, 62, 61–72.
- Sani I., Ismail S. I., Abdullah S., Jalinus J., Jamian S. & Saad N. (2020). A Review of the Biology and Control of Whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with Special Reference to Biological Control Using Entomopathogenic Fungi. *Insects* 2020, 11, 619; 2-18. doi:10.3390/insects11090619.
- Shah, M.M.R.; Zhang, S. & Liu, T. (2015). Whitefly, Host plant and parasitoid: A Review on their whitefly, host plant and parasitoid: A review on their interactions. *Asian J. Appl. Sci. Eng.* 2015, 4, 48–61.
- Solanki, R.D. & Jha, S. (2018). Population dynamics and biology of whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius) on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Pharmacogn. Phytochem.* 7, 3055–3058.
- Stansly, P.A. & Natwick, E.T. (2009). Integrated systems for managing *Bemisia tabaci* in protected and open field agriculture. In *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest*; Springer Science+Business Media, B.V.: Dordrecht, The Netherlands, 2009; pp. 467–497
- Stansly P.A., Calvo F.J., & Urbaneja A.(2005). Augmentative biological control of *Bemisia tabaci* biotype “Q” in Spanish greenhouse pepper production using *Eretmocerus* spp. *Crop Protection* 24 (2005) 829–835.
- Ulubilir, A., Yabaş C. & Yiğit A. (1998). Örtüaltında Yetiştirilen Sebzelerde Zararlı Pamuk Beyazsineği, *Bemisia tabaci* Genn. (Hom.: Aleyrodidae) Mücadelesinde Parazitoit, *Encarsia formosa* Gahan (Hym., Aphelinidae) ve Sarı Yapışkan Tuzakların Etkisi. *M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1): 67-82.
- Ulusoy, M. R. & Bayhan E. (2001). Çukurova Bölgesinde Yeni Bir Zararlı; Gümüşü beyazsinek, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (= *Bemisia tabaci* B biyotip) (Homoptera: Aleyrodidae)”, *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ekin Bülteni*, 12: 2-3.
- Ulusoy M.R. & Bayhan E. (2003). A new whitefly species on vegetable fields in the east Mediterranean region of Turkey: silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi* 27: 51-60.
- Ulusoy, M. R., ve Bayhan, E. (2003). A new whitefly species on vegetable fields in the east mediterranean region of Turkey: Silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae). *Turkish Journal of Entomology*, 27(1): 51-60.
- Ulusoy, M.R. (2001). Türkiye Beyazsinek Faunası. Baki Kitabevi Yayınları, ISBN 975- 7024-14-7, Adana, 98 s.

- Upadhyay, S.K., Chandrashekar, K., Thakur, N.*et al.* (2011). RNA interference for the control of whiteflies (*Bemisia tabaci*) by oral route. *J Biosci* 36, 153–161. <https://doi.org/10.1007/s12038-011-9009-1>.
- Urbaneja, A., van der Blom, J. & Stansly, P. (2012). Integrated control of whiteflies in greenhouse horticulture. *IOBC/WPRS Bulletin*, 80, 65–78.
- Uygun, N. & İ. H. Elekçioğlu (1990). Doğu Akdeniz Bölgesi Beyazsinek (Homoptera: Aleyrodidae) Türlerinin Saptanması. *Türk. entomol. derg.*, 14 (2): 85-96.
- Uygun, N., Kersting, U. & Ulusoy, M. R. (2019). Akdeniz Bölgesi'nde sera zararlılarıyla entegre mücadele. *Bitki Koruma Bülteni*, 59(2), 153–169.
- Uygun, N., M.R. Ulusoy & H. Başpınar, (1998). Sebze Zararlıları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 213. Ç.Ü. Matbaası, Adana, 168 s.
- Ülgentürk S. & M.R. Ulusoy (1999). Ankara İlinde bulunan beyazsinek türleri (Homoptera: Aleyrodidae). *Türk. entomol. derg.*, 4 (23): 259-268.
- Van Lenteren, J. C. & Woets, J. (1988). Biological and integrated pest control in greenhouses. *Annual Review of Entomology*, 33, 239–269.

BİTKİ ZARARLILARININ KONTROLÜNDE KÜLTÜREL UYGULAMALAR: SÜRDÜRÜLEBİLİR YAKLAŞIMLAR

Muhlis SEZGİN¹
Merve AKYILDIZ²
Erol BAYHAN³

Giriş

Tarımsal üretim sistemlerinde verim ve kaliteyi tehdit eden biyotik stres faktörleriyle baş etmek, bitki koruma biliminin temel odak noktalarından birini oluşturur. Günümüzde bitki koruma sorunlarında çoğunlukla ilk başvurulacak yöntem kimyasal mücadeledir. Kimyasal mücadele yöntemi çevre ve insan sağlığına birçok olumsuz yönleri bulunmaktadır (Kurt ve Bayhan, 2019; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2022; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023a; Bayhan ve Ceylan, 2024). Kimyasal mücadele yönteminin olumsuzlukları konusunda bilincin artmasıyla birlikte bu yöntemin dışında çevreye dost ve insan sağlığını tehdit etmeyen Biyoteknik mücadele (Demirel & Akyol, 2017; Kılıç & Demirel, 2018; Demirel ve ark., 2018; Demirel, 2020; Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2023b) ve Biyolojik mücadele yöntemleri (Bayhan ve Ölmez Bayhan, 2021) daha çok ilgi çekmektedir. Bu alternatif yöntemlerden biri de Kültürel mücadele yöntemi olarak kabul edilmektedir. Bu yöntemler, patojen, zararlı ve yabancı otların neden olduğu kayıpları azaltmayı amaçlayan çok yönlü bir yaklaşım sunar. Hastalık ve zararlılara karşı geliştirilen stratejiler, salt ekonomik kaygıların ötesinde, kaynakların optimum kullanımı ve ekolojik dengeyi koruma prensibi çerçevesinde şekillenmektedir. Küresel ölçekte sürdürülebilir tarım ilkelerinin benimsenmesi, bitki sağlığını korumaya yönelik uygulamaların önemini daha da artırmıştır. Bu faaliyetler, zararlı organizmaların ortaya çıkışını önleme, yayılım alanlarını sınırlandırma ve potansiyel salgın risklerine karşı etkin müdahale protokolleri geliştirme temelinde kurgulanmaktadır.

Modern bitki koruma anlayışı, çevre üzerinde kalıcı olumsuz etkiler bırakmayan, doğa dostu ve uzun vadeli çözümleri ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda, kimyasal mücadeleye alternatif teşkil eden yöntemler arasında kültürel mücadele, giderek daha fazla dikkat çeken bir konuma sahiptir. Kültürel mücadele, tarımsal üretim sürecinin bütün aşamalarında, standart yetiştiricilik uygulamalarının bilinçli ve planlı bir şekilde düzenlenmesi yoluyla, zararlı ve hastalık gelişimine imkan tanıyan koşulların bertaraf edilmesini hedefler. Söz konusu organizmaların biyolojik döngüleri, ekolojik tercihleri ve popülasyon dinamikleri dikkate alınarak hayata geçirilen bu uygulamalar, çevresel faktörlerin kontrol altına alınmasına ve zararlı popülasyonlarının ekonomik zarar eşliğinin altında tutulmasına olanak tanır.

Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) programlarının vazgeçilmez bir bileşeni olan kültürel mücadele, ekonomik avantajlarının yanı sıra, toprak sağlığını koruyan ve biyolojik çeşitliliği destekleyen yapısıyla da öne çıkar. Bu yöntemin nihai amacı, bitkilerin fizyolojik olarak güçlü ve dengeli bir gelişim göstermesini teşvik ederek, onların abiyotik ve biyotik stres faktörlerine karşı doğal direncini artırmaktır. Uygun toprak işleme teknikleri, sertifikalı ve sağlıklı üretim materyali kullanımı, dengeli beslenmeyi sağlayacak gübreleme programları, bitki su gereksinimine uygun sulama sistemleri, ekim nöbeti (münavebe), düzenli budama ve alet-ekipman hijyenine yönelik protokoller, kültürel mücadelenin etkinliğini belirleyen başlıca uygulama alanlarıdır.

¹ Diyarbakır Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye, Diyarbakır (Orcid.org: 0000-0002-4936-4169), muhlis.sezgin@tarimorman.gov.tr

² Diyarbakır Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye, Diyarbakır, (Orcid.org/0000-0001-6352-7211), merve.akyildiz@tarimorman.gov.tr

³ Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 21280, Diyarbakır, (Orcid.org/0000-0002-7579-586X), erolbayhan@gmail.com

İnsanlık tarihi kadar eski bir geçmişe sahip olan kültürel mücadele, günümüz sürdürülebilir tarım paradigmasının en önemli ayaklarından biri olma özelliğini sürdürmektedir. Bu kitap bölümünde, kültürel mücadelenin temel prensipleri, uygulama teknikleri ve bitki koruma disiplini içerisindeki stratejik konumu, bilimsel veriler ışığında detaylı bir şekilde incelenecektir.

Kültürel Mücadele Yönteminin Temel İlkeleri

Bitki koruma faaliyetlerinin temel hedefi, kültür bitkilerini hastalık etmenlerine karşı muhafaza etmek, enfeksiyon süreçlerini önlemek ve hastalık gelişimi durumunda ise tedaviye yönelik uygulamaları hayata geçirmektir. Bu bağlamda, bitkilerde hastalık oluşumunu önleyici koruyucu stratejiler, tedavi edici yöntemlere kıyasla hem uygulama kolaylığı hem de maliyet etkinliği açısından belirgin bir üstünlük taşımaktadır (**Agrios, 2005**). Kültürel mücadele ise, temel tarımsal işlemlerin ve yetiştiricilik yöntemlerinin bilinçli bir şekilde düzenlenmesi yoluyla, zararlı ve patojenlerin gelişimine elverişli olan çevre koşullarını değiştirmeyi hedefler. Bu yaklaşımla, söz konusu organizmaların popülasyon artış hızı ve neden oldukları zarar seviyesi, onların biyolojik tercihlerine uygun olmayan bir ortam yaratılarak etkin bir biçimde sınırlandırılır (**Flint ve Van den Bosch, 2012**).

Bitkisel üretimde zararlı organizmaların neden olduğu ürün kayıplarının düzeyi; etmenin türü, saldırı şiddeti, konukçu bitki çeşidinin duyarlılığı, uygulanan bitki yetiştirme sistemi, ekosistemdeki biyotik etkileşimler, iklim koşulları, coğrafi bölge özellikleri ve yıllar arasındaki değişkenlik gibi bir dizi faktöre bağlı olarak önemli farklılıklar gösterebilmekte ve bu kayıplar zaman zaman %100'e varan oranlara ulaşabilmektedir (**Oerke, 2006; Özkan ve Yılmaz, 2017**). Doğada var olan ve zararlı popülasyonlarını baskı altında tutan bu doğal dengenin, başta yanlış ve aşırı mücadele uygulamaları olmak üzere çeşitli insan müdahaleleri ile bozulabildiği bilinmektedir (**Yarpuzlu, 2014**). Tüm bitki koruma yöntemleri arasında, kültürel mücadele uygulamaları hem ekonomik olması hem de ekolojik denge üzerinde uzun vadede en az olumsuz etkiye sahip olması nedeniyle, entegre mücadele içerisinde öncelikli olarak başvurulması gereken stratejilerin başında gelmektedir (**Flint ve Van den Bosch, 2012; Anonim, 2021a**).

Kültürel mücadelenin temel prensiplerinden biri, bitkileri zararlılara karşı dayanıklı kılacak optimal koşulları sağlayarak kuvvetli ve sağlıklı bireyler yetiştirmektir. Zira, sağlıklı gelişim gösteren bir bitki, patojen ve zararlıların olumsuz etkilerine karşı daha dirençli hale gelir ve kendini bu etkilerden kısmen de olsa kurtarabilme potansiyeli taşır (**Altieri ve Nicholls, 2003; Pappas ve ark., 2017**). Bu amaca yönelik olarak; uygun toprak hazırlığı, kaliteli tohum veya fide gibi üretim materyallerinin seçimi ile bitkinin genetik özelliklerine uygun ekolojik koşullarda yetiştirilmesi gibi uygulamalar büyük önem taşımaktadır (**Ghorbani ve ark., 2008**).

Söz konusu uygulamaların sonucunda, bitki fizyolojik olarak güçlenir ve zararlı organizmaların neden olduğu stres faktörlerine karşı daha toleranslı bir hale gelir. Örneğin, kök sistemi iyi gelişmiş sebzeler, toprak altı zararlılarının saldırılarından daha az etkilenmektedir (**Öncüer, 2011; Murray ve ark., 2013**).

Kültürel mücadele, temelini tarımsal faaliyetlerin kendisinden alan ve üretim sürecindeki çeşitli uygulamalar aracılığıyla zararlı organizma popülasyonlarını baskı altına almayı, bunların neden olabileceği zararı önlemeyi veya en aza indirmeyi hedefleyen bir bitki koruma yöntemidir. Bu yöntem, tohum ve çeşit seçiminden başlayarak, ekim-dikim zamanı ve yönteminin belirlenmesi, bitki bakımı, gübreleme, hasat ve depolama koşulları gibi tüm üretim aşamalarının, hastalık ve zararlı gelişimini asgari düzeyde tutacak biçimde planlanması ve yürütülmesini kapsar (**Dent, 2000; Flint ve Van den Bosch, 2012**). Kültürel mücadelenin temel amacı, zararlı organizmaların yaşam döngülerini bozacak ve popülasyonlarının artışı engelleyecek agronomik stratejilerin uygulanmasıdır (**Pedigo ve Rice, 2021**). Kimyasal mücadelenin yaygınlaştığı son yüzyıl hariç tutulduğunda, insanlık tarihi boyunca uygulanagelen en kadim ve sürdürülebilir bitki koruma yaklaşımını kültürel yöntemler ve onu tamamlayıcı diğer geleneksel uygulamalar oluşturmaktadır (**Dhaliwal ve ark., 2010**). Bu özellikleri ile kültürel mücadele, çevre ve insan sağlığı üzerinde en düşük riske sahip zirai mücadele stratejilerinden biri olarak öne çıkmaktadır (**Anonim, 2020**).

Kültürel Mücadele Yöntemleri

Ekim Nöbeti (Münavebe)

Sürekli olarak aynı tarlada aynı kültür bitkisinin yetiştirilmesi, monokültür olarak adlandırılan bu uygulama, toprağın besin elementleri bakımından tek yönlü tükenmesine ve yapısal olarak zayıflamasına yol açmaktadır. Bu koşullar altında yetişen bitkiler zayıf bir gelişim gösterir ve doğal olarak hastalık ile zararlılara karşı daha duyarlı hale gelir (**Altieri ve Nicholls, 2003**).

Aynı zamanda, söz konusu zararlı organizmaların yaşam döngüleri için sürekli bir konukçu varlığı sağlandığından, popülasyon yoğunlukları zamanla artış eğilimi gösterir (**Bullock, 1992**). Münavebe, bu olumsuz durumu tersine çevirmek için uygulanan temel bir kültürel stratejidir. İlke, aynı tarlada, belirli bir zararlıya konukçuluk yapmayan farklı familyalardan bitkilerin nöbetleşe yetiştirilmesine dayanır. Bu yöntemle, zararlının hayat döngüsü bozularak popülasyonunun baskılanması sağlanır (**Davis ve ark., 2012**). Münavebenin bir diğer önemli faydası da yabancı ot kontrolüne olan katkısıdır. Yabancı otlarla mücadelede, rekabet gücü yüksek kültür bitkilerinin ekilmesi büyük önem taşır. Örneğin, şeker pancarı, mısır ve birçok sebze türü, yabancı otlarla rekabette genellikle zayıf kalmakta ve yabancı otların yoğun olduğu alanlarda bu bitkilerin ekimi sorunu daha da artırmaktadır. Buna karşılık, aynı alanlara kışlık çavdar veya arpa gibi rekabet yeteneği yüksek bitkilerin ekilmesi, yabancı ot gelişimini baskı altına alarak zararın önemli ölçüde azalmasını sağlamaktadır (**Liebman ve Dyck, 1993; Teasdale ve Mohler, 2000; Uygur ve Boz, 2007**).

Temiz Tohum ve Fide Kullanımı

Hastalık ve zararlı mücadelesinde en kritik kültürel önlemlerden biri, temiz ve sertifikalı üretim materyali kullanmaktır (**Agrios, 2005**). Bazı zararlılar yaşam döngülerinin bir bölümünü tohum içinde geçirerek bir sonraki sezona taşınabilir. Bu duruma tipik bir örnek olarak, Fasulye tohum böceği ile bulaşık tohumların ekilmesi sonucunda, bu tohumlardan çıkan ergin bireylerin, sağlam tohumlardan gelişen bitkilere zarar verdiği gösterilebilir (**Southgate, 1979; Öncüler, 2011**).

Bu nedenle tohum temizliği, tohum böcekleri ve Buğday gal nematodu gibi zararlıların tarla gibi temiz üretim alanlarına taşınmasını önlemesi bakımından hayati öneme sahip bir kültürel mücadele yöntemidir (**Sturhan ve Brzeski, 1991**). Benzer bir risk, fide ve fidanlarla taşınan nematodlar için de geçerlidir. Kök sistemlerinde fark edilmeden taşınan Kök-ur nematodları, bu materyaller vasıtasıyla yeni dikim alanlarına bulaşarak, henüz yeni kurulmuş plantasyonlarda önemli zararlara neden olabilmektedir (**Eleçkioglu ve Özarslandan, 2020**).

Toprak İşleme, Ekim ve Hasat Zamanının Düzenlenmesi

Toprak işleme, temel bir kültürel mücadele yöntemi olarak öncelikle, bitkilerin gelişimini teşvik eden, kök sistemlerinin daha etkili bir şekilde gelişmesine olanak sağlayan ve sonuçta kuvvetli bir bünye kazanmalarını temin eden bir işlemdir. Kuşkusuz, bu şekilde güçlü ve sağlam bir fizyolojik yapı kazanan bitkiler, zararlı ve hastalık etmenlerinin olumsuz etkilerine karşı daha dirençli hale gelmektedir (**Altieri ve Nicholls, 2003**). Bu uygulamanın faydası, sadece bitki gelişimini desteklemesiyle sınırlı olmayıp, özellikle yaşam döngüsünün larva gibi belirli dönemlerini toprak içerisinde geçiren zararlılara karşı da son derece etkilidir. Örneğin, Mayıs böceği ve Fidan dip kurdu larvaları toprak derinliklerinde yaşamlarını sürdürür ve açık hava koşullarına karşı dayanıksızdır. Yapılacak olan sürüm işlemiyle bu zararlılar toprak yüzeyine çıkarılarak, fiziksel koşulların etkisiyle ölmeleri sağlanmakta ve böylece etkin bir mücadele gerçekleştirilmektedir (**Floate ve Boiteau, 2011; Öncüler, 2011; Karaca ve Demirel, 2021**). Diğer bir önemli katkısı ise, toprak işleme faaliyetleriyle, bazı zararlı böceklere barınak olan ya da belirli hastalık etmenlerine ara konukçuluk yapan yabancı ot ve bitki artıklarının ortamdan uzaklaştırılmasıdır (**Gürkan, 2018**).

Kültürel mücadelenin en etkin stratejilerinden biri, ekim ve dikim zamanını bitkinin fenolojisi ile zararlı organizmaların biyolojik döngüsü arasında zaman uyumsuzluğu yaratacak şekilde planlamaktır (**Pedigo ve Rice, 2021; Bozdoğan ve Demirel, 2024**). Bu sayede, zararlıların en aktif dönemleri ile bitkinin en hassas gelişim evreleri örtüşmez ve böylece üründe meydana gelebilecek zarar

büyük ölçüde önlenabilir veya ekonomik zarar eşiğinin altında tutulabilir. Konuya ilişkin çarpıcı örnekler mevcuttur. Örneğin, sonbaharda erken dönemde ekilen bakla bitkisinin, yaprakbiti saldırılarını geç ekimlere kıyasla daha kolay atlattığı bilinmektedir (**Parry ve ark., 2019**). Benzer biçimde, erken ekim mısırdaki Yeşilkurt zararını önemli ölçüde azaltmaktadır (**Calvin ve Van Duyn, 2019**). Tahıllarda ise Süne ve Kımıl gibi önemli zararlıların, erkenci hububat çeşitlerinde daha az zarar oluşturduğu gözlemlenmektedir (**İren ve Aydın, 1995**). Bunun temel nedeni, erkenci çeşitlerin vejetatif gelişimini daha hızlı tamamlayarak, zararlı erginlerinin kışlaklarından çıkıp tarlara ulaştığı dönemde yapısal olarak daha dayanıklı bir hale gelmeleridir. Aynı prensip meyve yetiştiriciliğinde de geçerlidir; erkenci kiraz çeşitleri, Kiraz sineği popülasyonunun pik yaptığı dönemde genellikle hasat aşamasına geldiğinden, bu zararlının olumsuz etkilerinden daha az etkilenmektedir (**Vogt ve ark., 2002**). Benzer şekilde turuncgil yetiştiriciliğinde de erkenci çeşitler, Akdeniz meyve sineği erginlerinin popülasyon yoğunluğunun belirgin biçimde arttığı döneme kalmadan hasat edilebildikleri için bu zararlının oluşturabileceği zarar düzeyi önemli ölçüde azalmaktadır (Demirel ve Akyol, 2017). Buna karşılık geççi turuncgil, nar ve Trabzon hurması çeşitlerinde meyvelerin olgunluk döneminin zararlı popülasyon pikine denk gelmesi, bulaşıklık oranını artırmakta ve zarar riskinin daha yüksek seviyelerde ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Kılıç ve Demirel, 2018; Demirel ve ark., 2018; Demirel, 2020; Demirel ve Çardak, 2021; Demirel, 2023).

Zararlı popülasyonlarının neden olduğu ürün kayıplarını minimize etmede, hasat zamanlaması kritik bir kültürel mücadele stratejisi olarak öne çıkmaktadır. Temel prensip, ürünün hasat olgunluğuna ulaştığı dönemi dikkate alarak, böcek zararının ekonomik kayıp eşiğini aşmasına fırsat vermeden hasadın gerçekleştirilmesidir. Hasattaki gecikmeler, zararlı organizmalara beslenme ve üreme için ek süre tanıdığından, zarar oranında önemli bir artışa yol açabilmektedir (**Stern ve ark., 1959**). Bu stratejinin uygulanmasına yönelik çeşitli örnekler bulunmaktadır. Buğdayda gövdede galeriler açarak zarara neden olan Ekin sap kurdu ile mücadelede, bulaşık ürünün zamanında hasat edilmesi büyük önem taşımaktadır (**Kornosor, 2001**). Hasadın gecikmesi durumunda, zararlıların galeri açma faaliyetleri devam ederek sap bütünlüğünü bozmakta ve tüm tarlada verim kaybına neden olabilmektedir. Benzer şekilde, yoncada Yonca hortumlu böceği'nin neden olduğu zararı azaltmak için, ilk biçim işleminin normal tarihten 10-15 gün önce yapılması etkili bir yöntemdir (**Lehmhus ve Niebuhr, 2018**). Tahıllarda Süne zararının azaltılmasında da erken hasat benzer bir avantaj sağlamaktadır (**Paulian ve Popov, 1980**). Pamuk üretiminde ise, erken ekim ve bunun sonucunda mümkün olan en erken dönemde hasat, Pembekurt'un larvalarının beslenme periyodu ile pamuk bitkisinin hassas fenolojik dönemi arasındaki örtüşmeyi azaltarak zarar seviyesini düşürmektedir (**Hutchison ve ark., 2010**).

Bitki Artıklarının İmhası veya Yönetimi

Kültürel mücadelenin en temel ve etkili uygulamalarından biri, hastalık ve zararlılarla bulaşık bitki artıklarının sistemli bir şekilde toplanarak imha edilmesidir. Bu koruyucu yöntem, patojen ve zararlıların birincil inokulum kaynağını ortadan kaldırarak, sonraki üretim sezonunda ortaya çıkabilecek zararı önemli ölçüde azaltır (**Agrios, 2005**). Yere dökülen bulaşık meyvelerin (Demirel ve Akyol, 2017; Kılıç ve Demirel, 2018; Demirel ve ark., 2018; Demirel, 2020; Demirel ve Çardak, 2021; Demirel, 2023), enfekteli yaprak ve dalların toplanması ve yabancı ot popülasyonlarının temizlenmesi, zararlı organizmaların kışlama ve barınma alanlarını yok etmek açısından hayati önem taşır. Bu bitki artıkları, birçok zararlı türü için önemli bir kışlama alanıdır. Örneğin, Mısır kurdu larvaları kışı tarlada kalan mısır saplarının içinde geçirirken (Bozdoğan ve ark., 2025), Pamuk pembekurtu ise tarlada bırakılan veya yere dökülen açılmamış pamuk kozalarında yaşamını sürdürür. Hasat sonrasında, bu bitki kalıntılarının parçalanarak toprak derinliğine gömülmesi, bu zararlıların popülasyon yoğunluğunu baskılamada oldukça etkili bir yöntemdir (**Öncüler, 2011; Bohnenblust ve ark., 2013**). Konuya yabancı ot mücadelesi açısından bakıldığında, sap ve saman gibi hasat artıklarının bol miktarda yabancı ot tohumu içerebileceği unutulmamalıdır. Bu materyallerin gelişigüzel tarlaya serpilmesi veya tarlada bırakılması, yabancı ot tohumlarının yayılımını hızlandırarak gelecek sezon için ciddi bir problemin temelini oluşturur (**Buhler, 2002**). Bu nedenle, hasat artıklarının tarladan uzaklaştırılması veya uygun şekilde işlenmesi gereklidir. Ayrıca, yabancı otlar sadece rekabet açısından değil, aynı zamanda birçok zararlı böcek için alternatif konukçu ve yumurta bırakma alanı olduklarından da önemli bir risk oluşturur

(Norris ve Kogan, 2005). Bazı zararlılar, yaşam döngülerinin ilk aşamalarını yabancı otlar üzerinde tamamladıktan sonra kültür bitkilerine geçiş yapar (Capinera, 2005). Bu nedenle, tarlalardaki yabancı otların biçme, toprak işleme veya uygun herbisit uygulamaları gibi yöntemlerle kontrol altına alınması, bu ikincil zararın da önüne geçilmesini sağlayarak entegre mücadele içinde önemli bir adım oluşturur.

Bitki Sıklığı, Sıra Arası Mesafe ve Yönlendirme

Seyrek yetiştirme, bitkilerin birim alandan daha fazla besin, su ve ışık alabilmesine imkan tanıyarak, kuvvetli ve sağlam bir bünyeye sahip olmalarını teşvik eden önemli bir kültürel önlemdir. Buna karşılık, sık yetiştirilen bitkiler ise bu kaynaklar için rekabete girdiklerinden genellikle zayıf ve cılız bir gelişim gösterirler. Bu zayıf fizyolojik yapı bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı duyarlılığını artırır (Altieri ve Nicholls, 2003). Ayrıca, sık dikim, bitki örtüsü içinde hava sirkülasyonunu azaltarak nem oranını yükseltir ve bu nemli mikroklimal ortam, birçok fungal ve bakteriyel hastalığın gelişimi için ideal koşulları oluşturur (Agrios, 2005). Benzer şekilde, Kabuklubitler ve Unlubitler gibi belirli zararlı böcek türleri de yüksek nemi tercih eder ve doğrudan güneş ışığından kaçınırlar. Bu nedenle, sık dikilmiş ve iç kısımları nemli kalan bahçeler, bu zararlıların popülasyonlarının artışı ve daha fazla zarar yapması için uygun bir habitat oluşturur (Gullan ve Kosztarab, 1997; Kaydan ve Ülgentürk, 2013). Tüm bu sebeplerden ötürü, özellikle bu tip zararlı organizmaların baskı altına alınmasında, seyrek dikim etkili bir kültürel mücadele stratejisi olarak tavsiye edilmektedir (Flint ve Van den Bosch, 2012).

Sulama, Gübreleme ve Besin Yönetimi

Sulama uygulamaları, bitki koruma açısından dikkatle ele alınması gereken bir konudur, zira birçok hastalık etmeni, özellikle de toprak kökenli patojenler, sulama suyu vasıtasıyla taşınarak daha önce temiz olan alanlara bulaşabilmektedir. Bu noktada, açık sulama kanallarından sağlanan suların potansiyel bir bulaşma kaynağı olabileceği göz ardı edilmemelidir (Agrios, 2005). Öte yandan, drenaj uygulamaları, su tutma kapasitesi yüksek olan topraklarda, yüksek nemden beslenen fungal ve bakteriyel hastalıkların gelişimini ve neden olduğu zararı önemli ölçüde sınırlandırmaktadır (Palti, 1981). Bitkinin su regülasyonu, zararlı böcek saldırıları karşısında da belirleyici bir role sahiptir. Sulama sonrasında bitkide oluşan yeni ve körpe sürgünler, birçok zararlı böcek türü için cezbedici bir besin kaynağı oluşturmakta ve bu böcekler bu sürgünlere hücum ederek yumurta bırakmaktadır. Ayrıca, aşırı sulama vejetatif dönemi uzatarak zararlıların daha fazla döl vermesine olanak sağlar (White, 2009; Schowalter, 2016). Drenajın bir diğer temel işlevi ise, bitkilerin optimal gelişim gösterebilmesi için topraktaki fazla taban suyunu uzaklaştırmak ve toprak tuzluluğunu azaltmaktır. Bu işlem sayesinde, yüksek nemli toprak koşullarında yaşamını sürdüren birçok toprakaltı zararlısının popülasyonu baskı altına alınabilmekte ve neden oldukları zararlar minimize edilebilmektedir (Villani ve Wright, 1990; Öncüler, 2011).

Gübreleme, bitkilerin optimal gelişimini sağlamak için hayati öneme sahip bir kültürel uygulama olmakla birlikte, etkinliği ve bitki sağlığına olan etkisi, uygulamanın dengeli ve bilinçli bir şekilde yapılmasına bağlıdır. Dengeli bir gübreleme programı, bitkinin sağlam ve kuvvetli bir bünye kazanmasına katkıda bulunarak, onu zararlı organizmaların saldırılarına karşı daha dayanıklı hale getirir (Altieri ve Nicholls, 2003). Bunun aksine, dengesiz ve aşırı gübre kullanımı, özellikle de azot formundaki gübrelerin fazla uygulanması, bitkide aşırı vejetatif gelişmeyi teşvik eder. Bu durum, bitki dokularının sürekli körpe ve yüksek su içeriğine sahip olmasına yol açar. Oluşan bu fizyolojik yapı, Yaprakbitleri, Beyazsinek, Yaprak pireleri, Kabuklubitler ve Thrips'ler gibi bitki öz suyu ile beslenen emici böcek grupları için ideal bir besin ortamı yaratmakta ve popülasyonlarında kontrolsüz bir artışa neden olarak zarar seviyesini yükseltmektedir (Jauset ve ark., 1998; Altuntaş, 2019; Bozdoğan ve Demirel, 2024). Buna karşılık, potasyum ağırlıklı gübreleme, bitki hücre çeperlerinin kalınlaşmasını ve dokuların sağlamlaşmasını teşvik eder. Bu sayede bitki, yapısal olarak daha dirençli bir karakter kazanır ve bahsi geçen emici zararlıların beslenme faaliyetleri büyük ölçüde kısıtlanır. Bu nedenle, söz konusu zararlı gruplarına karşı bitki direncini artırmak amacıyla, potasyum içeriği yüksek gübrelerin kullanımı önerilmektedir (Küsek ve Yolageldi, 2015).

Yabancı Ot ve Konukçu Bitki Yönetimi

Yabancı ot mücadelesinde kültürel yöntemlerin temelini, bu bitkilerin yayılma yollarını kesmek oluşturur. Yabancı ot tohumları ile karışık haldeki kültür bitkisi tohumlarının ekilmesi, istilacı türlerin hızla yayılmasına zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle mücadelede en etkili stratejilerden biri, temiz ve sertifikalı tohum kullanmaktır (**Booth ve ark., 2010**). Kaliteli tohum, sadece yabancı ot bulaşmasını engellemekle kalmaz, aynı zamanda yüksek çimlenme oranı ve kuvvetli bitki gelişimi sağlayarak, ekilen bitkinin yabancı otlarla rekabet gücünü artırır. Tohum temizliği ile yabancı ot tohumlarının tarlaya taşınması önlendiğinde, kültür bitkisinin gelişim için gereken kaynaklara daha fazla erişimi olur ve böylece daha sağlıklı bir popülasyon oluşur (**Zimdahl, 2018**). Benzer şekilde, vejetatif üretimde kullanılan kalem, soğan, yumru, gövde, kök ve sürgün gibi materyallerin de hastalık ve zararlılar yönünden temiz ve sertifikalı olması zorunludur (**Radosevich ve ark., 2007**).

Yabancı ot yönetiminde dikkat edilmesi gereken bir diğer kritik nokta ise, hayvan yemi ve organik gübre kullanımıdır. Ülkemizde selektör ve değirmen artıkları, genellikle herhangi bir sterilizasyon işlemine tabi tutulmadan hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Oysa pek çok yabancı ot tohumu, hayvanların sindirim sisteminden canlılığını yitirmeden geçerek dışkı yoluyla dışarı atılabilmekte ve bu yolla tarım arazilerine yayılabilmektedir. Aynı şekilde, kompost yığınlarında yeterli sıcaklığa ulaşılmadığı takdirde, buradaki yabancı ot tohumları da canlılığını koruyabilmektedir (**Blackshaw ve Rode, 1991; Larney ve Blackshaw, 2003**). Dolayısıyla, iyi yanmamış hayvan gübresi ve yeterince olgunlaşmamış kompostun tarlada kullanımı, yabancı ot popülasyonlarının tarım alanlarına bulaşması ve yayılması için önemli bir risk oluşturmaktadır.

Dayanıklı Çeşit Kullanımı

Bitki koruma stratejileri içerisinde, dayanıklı çeşit kullanımı hem en etkili hem de en ekonomik yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (**Agrios, 2005**). Dayanıklılık, bir bitki çeşidinin, belirli bir zararlı veya hastalık etmeninin eşit yoğunluktaki saldırısı karşısında, diğer hassas çeşitlere kıyasla daha az etkilenecek, daha yüksek verim ve kalitede ürün verme kapasitesi olarak tanımlanır. Hastalık ve zararlılarla mücadelede, dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilip kullanıma sunulması kadar geniş kapsamlı avantajlar sağlayan başka bir yöntem bulunmamaktadır (**Stuthman ve ark., 2007**). Bu yaklaşımın klasik bir uygulama örneği, hassas çeşitlerin, belirli toprak kökenli hastalıklara karşı direnç gösteren anaçlar üzerine aşılmasıdır. Bu yöntem, özellikle meyve ağaçları yetiştiriciliğinde uzun yıllardır başarıyla kullanılmaktadır (**Webster, 1995**). Bağcılık alanından da benzer bir örnek vermek gerekirse, önemli bir zararlı olan Filoksera'nın yerli asma çeşitlerinde daha fazla zarara yol açması nedeniyle, bu zararlıya karşı dayanıklılık gösteren Amerikan asma anaçlarının kullanımı yaygınlaşmıştır. Asma yetiştiriciliğinde Filoksera ve Unlubit gibi zararlılara karşı dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıyla elde edilen başarılı sonuçlar, diğer birçok bitki koruma sorununun çözümünde de bu stratejiye ağırlık verilmesi gerektiğini ortaya koymuştur (**Granett ve ark., 2001; Öztürk, 2017**).

Kullanılan Alet ve Ekipmanın Temizliği

Bitki koruma stratejilerinde, kültürel mücadelenin en kritik ve çoğu zaman gözden kaçan unsurlarından biri de kullanılan alet ve ekipmanın hijyenidir. Toprak kaynaklı patojenler veya yapışkan maddeler aracılığıyla yayılan hastalık etmenleri, tarımsal faaliyetlerde kullanılan aletler ve hatta insan eliyle kolaylıkla taşınabilmekte ve sağlıklı bitkilere bulaşabilmektedir. Özellikle hasat, budama ve benzeri kültürel işlemler sırasında, makas gibi kesici aletlerin ve ellerin daldan dala, ağaçtan ağaca sürekli temas etmesi, bu mekanik taşınma riskini daha da artırmaktadır (**Agrios, 2005**). Bulaşmayı önlemek için alet ve ekipman her kullanım sonrası mutlaka dezenfekte edilmelidir (**Fox, 2018**). Benzer bir taşınma riski, yabancı ot mücadelesi için de geçerlidir. Rhizom, stolon veya yayılcı kök sistemleriyle vejetatif olarak çoğalan yabancı ot türlerinin, hasat makineleri ve toprak işleme ekipmanlarına parçalar halinde takılarak temiz alanlara taşınması, yaygın bir sorundur. Bu istenmeyen yayılımı, söz konusu aletlerin işlemler arasında iyi bir şekilde temizlenmemiş olmasının rolü oldukça büyüktür (**Zimdahl, 2018**). Dolayısıyla hem hastalık hem de yabancı ot yayılımını kontrol altına almak için, tüm tarımsal alet ve makinelerin düzenli temizlik ve dezenfeksiyonu, entegre mücadele içerisinde vazgeçilmez bir uygulama olarak kabul edilmelidir (**Anonim, 2021b**).

Gençleştirme ve Budamanın Bitki Koruma Açısından Önemi

Meyve ağaçları gibi çok yıllık kültür bitkilerinde uygulanan düzenli budama ve gençleştirme amaçlı kesimler, bitkilerin daha kuvvetli bir vejetatif yapı geliştirmesine katkıda bulunarak, onları zararlı ve hastalık etmenlerine karşı daha dirençli hale getirir. Ancak, bu olumlu etkinin gerçekleşebilmesi için budama işleminin, patojenlerin yayılım riskini en aza indirecek şekilde planlanması esastır (**Flint, 2018; Pscheidt ve Ocamb, 2023**). Bu kapsamda, budamanın ağaçların fizyolojik olarak durgun olduğu dönemde yapılması ve budama aletlerinin bir bitkiden diğerine geçerken mutlaka dezenfekte edilmesi kritik öneme sahiptir. Örneğin, Domates bakteriyel solgunluk hastalığı, seralarda yapılan koltuk alma işlemleri sırasında; bağlarda görülen Kav hastalığı ve çeşitli bitki kanserleri, sterilize edilmemiş budama aletleri vasıtasıyla kolaylıkla yayılabilen hastalıklardandır (**Agrios, 2005**). Budama uygulamalarında karşılaşılan en yaygın sorunlardan biri, budamanın ya hiç yapılmaması ya da ağacı fizyolojik olarak zayıf düşürecek derecede aşırı ve şiddetli bir şekilde uygulanmasıdır (**Schowalter, 2016**). Budamanın tamamen ihmal edilmesi, hava sirkülasyonunu azaltan sık bir taç oluşumuna yol açarak, nemli ve gölgeli bir mikroklima yaratır ki bu da birçok fungal hastalık ve böcek zararlısı için ideal bir gelişme ortamıdır. Öte yandan, aşırı şiddette yapılan budama ise bitkide stres oluşturur ve açılan büyük yara yüzeyleri, böcekler, funguslar ve bakteriler için giriş kapısı oluşturur. Bu nedenle, budamanın olumlu etkilerinden faydalanabilmek için uygulama zamanının, sıklığının ve şiddetinin bitki türüne ve fenolojik dönemine uygun olarak titizlikle belirlenmesi gerekmektedir (**Dixon ve Aldous, 2014**).

Kültürel Mücadelenin Avantaj ve Dezavantajları

Kültürel mücadele, bitki koruma stratejileri içerisinde zararlı organizma ve patojenlerin popülasyon gelişimini sınırlandırmak amacıyla, temel tarımsal faaliyetlerin bilinçli bir şekilde düzenlenmesine dayanır. Bu yaklaşım, ekim nöbeti (münavebe), dayanıklı çeşitlerin seçimi, optimum ekim-dikim zamanının belirlenmesi, toprak işleme teknikleri ve hijyen odaklı üretim protokolleri gibi çeşitli uygulamaları kapsamaktadır (Flint ve Van den Bosch, 2012).

Bu yöntemin en önemli avantajı, sentetik pestisit kullanımını azaltarak ekolojik dengeyle uyumlu ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim modeline olanak sağlamasıdır (Pretty ve Bharucha, 2015). Bunun yanı sıra, agroekosistemdeki biyolojik çeşitliliğin ve doğal dengenin korunmasına katkıda bulunurken (Altieri ve Nicholls, 2003), uygulama maliyetlerinin nispeten düşük olması da önemli bir ekonomik avantaj olarak öne çıkar (Pimentel ve ark., 2005).

Ancak kültürel mücadelenin sınırlılıkları da bulunmaktadır. Etkisinin genellikle uzun vadede ortaya çıkması ve yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşmış zararlılar karşısında tek başına yetersiz kalabilmesi, bu sınırlılıkların başında gelir (Zalom, 2011). Bu nedenle, kültürel yöntemlerin etkinliğini artırmak ve kalıcı bir kontrol sağlamak amacıyla, biyolojik ve gerektiğinde hedef odaklı kimyasal mücadele yöntemleriyle entegre bir şekilde uygulanması önerilmektedir (Dent, 2000).

Sonuç ve Öneriler

Kültürel mücadele yöntemleri, tarımsal sürdürülebilirlik hedefleriyle paralellik gösteren çevre dostu, ekonomik ve kalıcı çözümler sunan temel bitki koruma stratejilerini oluşturmaktadır. Bu yöntemlerin sistematik olarak uygulanması, sentetik pestisit kullanımına olan bağımlılığı önemli ölçüde azaltarak agroekosistemlerdeki biyolojik dengeyi korumaya katkı sağlamaktadır. Uygulanan her bir kültürel yöntem, patojen ve zararlı popülasyonlarının baskılanmasına ek olarak, bitkilerin abiyotik ve biyotik stres faktörlerine karşı fizyolojik dayanıklılığının güçlendirilmesine de olanak tanımaktadır.

Etkili bir kültürel mücadele programının başarısı, bu yöntemlerin entegre bir yaklaşımla, planlı programlı ve birbirini tamamlayacak şekilde uygulanmasına bağlıdır. Bu kapsamda, üreticilerin konuya ilişkin farkındalık düzeyinin artırılması, yayım faaliyetlerinin etkinleştirilmesi ve sürdürülebilir tarım politikaları içerisinde kültürel mücadele uygulamalarına stratejik bir öncelik verilmesi büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, kültürel mücadele modern bitki koruma paradigmasının ekolojik temelli ve uzun vadeli bakış açısını yansıtan temel bir bileşen konumundadır. Söz konusu yöntemlerin yaygınlaştırılması ve benimsenmesi, hem tarımsal üretimde verimlilik ve devamlılığın sağlanmasına hem de ekosistem bütünlüğünün ve sağlığının korunmasına önemli katkılar sunacaktır.

KAYNAKLAR

- Agrios, G. N. (2005). Plant Pathology (5th ed.). Elsevier Academic Press.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2003). Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, 72(2), 203-211.
- Altuntaş, E. (2019). Bitki Besleme ve Bitki Koruma İlişkisi. In S. Maden (Ed.), *Bitki Koruma* (ss. 189-205). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Anonim, (2020). Entegre Mücadele Teknik Talimatları. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Menu/28/Yayinlar_veriler (Erişim Tarihi: 06.10.2025).
- Anonim, (2021a). Bitki Sağlığında Kültürel Önlemler. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitki-Sagligi-Hizmetleri/Bitki-Sagliginda-Yayinlar> (Erişim Tarihi: 06.10.2025).
- Anonim, (2021b). Bitki Sağlığı Açısından Alet-Makine ve Ekipman Hijyeni. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Bitki_Sagligi/Bitki_Sagligi_Uygulama_Kitaplari/2023_Bitki_Sagligi_Uygulama_Programi.pdf (Erişim Tarihi: 06.10.2025).
- Bayhan E., & Ceylan A. (2024). "Pesticides in Agricultural Products and Heath Effect" Food Safety, Editör: Arıcan Yağmur Emre, Osmanoğlu Emir Hasan, Yayın Yeri: Nobel, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:340, ISBN:2024-01-16.
- Bayhan, E., & Ölmez Bayhan S. (2021). "Tarımsal Zararlılara Karşı Biyolojik Mücadele Yöntemi" Çocuk Kronik Hastalıklarında Beslenme 4 Çocuk Nöroloji ve Psikiatri hastalıklarında Beslenme Halk Sağlığı ve Beslenme. Editör: Prof. Dr. Yusuf Kenan Haspolat Prof. Dr. Coşkun Çeltik Prof. Dr. Kürşat Bora Çarman Doç. Dr. Ulaş Emre Akbulut Uzm. Dr. Taşkın Taş, Yayın Yeri: Orient, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:658, ISBN:978-975-6124-85-7 (Tk) 978-975-6124-89-5 (4.c), Bölüm Sayfaları:645 -650.
- Bayhan, E., & Ölmez Bayhan S. (2023a). "New Approaches in Chemical Pest Control against Insects" New Horizons in Agriculture- Part 1. Editör: Hakan Çetinkaya İsmail Gül Dilek Şentürk Demirel İsmail Gül Yusuf Kenan Haspolat, Yayın Yeri: Orient Yayınları, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:165, ISBN:978-625-6598-48-5, Bölüm Sayfaları:155 -161.
- Bayhan, E. (2021). "Organik Tarım ve Bitkisel Kökenli Biyopestisitler", Çocuk Kronik Hastalıklarında Beslenme 4. Çocuk Nöroloji ve Psikiatri hastalıklarında Beslenme Halk Sağlığı ve Beslenme. Editör: Prof. Dr. Yusuf Kenan Haspolat Prof. Dr. Coşkun Çeltik Prof. Dr. Kürşat Bora Çarman Doç. Dr. Ulaş Emre Akbulut Uzm. Dr. Taşkın TAŞ, Yayın Yeri: orient, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:658, ISBN:978-975-6124-85-7 (Tk) 978-975-6124-89-5 (4.c), Bölüm Sayfaları:629 -644.
- Bayhan, E., & Ölmez Bayhan S. (2022). "Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Alanlarındaki Entomolojik Sorunlar", İstilacı Zararlı Türler ve Mücadelesinde Yeni Yaklaşımlar. Eds. Gülay Kaçar, Paradigma Akademi Yayınevi, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:1, ISBN:678.
- Bayhan, E., & Ölmez Bayhan S. (2023b). "New Developments in Biotechnical control Methods Against Insects" New Horizons in Agriculture:Part 1 Ecological Farming And Sustainability. Editör: Hakan Çetinkaya İsmail Gül Dilek Şentürk Demirel İsmail Gül Yusuf Kenan Haspolat, Yayın Yeri:Orient Yayınları, Basım sayısı:1, Sayfa sayısı:165, ISBN:978-625-6598-48-5.
- Blackshaw, R. E., & Rode, L. M. (1991). Effect of ensiling and rumen digestion by cattle on weed seed viability. *Weed Science*, 39(1), 104-108.
- Bohnenblust, E. W., et al. (2013). Current European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, injury levels in the northeastern United States and the value of field corn refugia in an area with mixed Bt and non-Bt corn. *Journal of Economic Entomology*, 106(2), 573-580.

- Booth, B. D., Murphy, S. D., & Swanton, C. J. (2010). *Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems*. CABI Publishing. (Sayfa 215-217).
- Bozdoğan, İ.E., & Demirel, N. (2024). Population dynamics of cotton leafhoppers [*Asymmetrasca decedens* and *Empoasca decipiens* (Hemiptera: Cicadellidae)] in conventional cotton production areas of Hatay province, Türkiye. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (3), 791-803. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1484745>.
- Bozdoğan, İ.E., Demirel, N., Konuşkan, Ö., & Asil, H. (2025). Assessment of larval density and damage by lepidopteran species complex in some sweet and dent maize cultivars in Hatay province. *BSJ Agri*, 8(4): 548-555. doi: 10.47115/bsagriculture.1706723
- Buhler, D. D. (2002). Challenges and opportunities for integrated weed management. *Weed Science*, 50(3), 273-280.
- Bullock, D. G. (1992). Crop rotation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 11(4), 309-326.
- Calvin, D. D., & Van Duyn, J. W. (2019). Corn earworm and European corn borer: Effect of planting date on larval damage. *Journal of Economic Entomology*, 112(2), 853-859.
- Capinera, J. L. (2005). Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. *Weed Science*, 53(6), 892-901.
- Davis, A. S., et al. (2012). Increasing cropping system diversity balances productivity, profitability and environmental health. *PLoS ONE*, 7(10), e47149.
- Demirel, N., Yıldırım, A.E., & Kılıç, G. (2018). Effectiveness of various attractants for Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on pomegranate fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 3191-3198.
- Demirel, N. (2020). Population fluctuation and infestation rates of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on different pomegranate varieties in Hatay (Turkey). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(10), 2144-2147., Doi: 10.24925/Turjaf.V8i10.2144-2147.3617.
- Demirel, N. (2023). Comparison of food-based synthetic attractants for capture of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) on persimmon fruits. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 6(3), 302-310., Doi: 10.38001/Ijlsb.1354718.
- Demirel, N., & Akyol, E. (2017). Evaluation of mass trapping for control of Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Satsuma mandarin in Hatay province of Turkey. *International Journal of Environmental Agriculture Research*. 3(12): 32-37.
- Demirel, N., & Çardak, M. (2021). Seasonal population fluctuations and damage rates of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on Pomegranate orchards in Osmaniye Province. *KSÜ Tarım Ve Doğa Derg*, 24(1), 171-176., Doi: <https://doi.org/10.18016/Ksutarimdog.Vi.744349>.
- Dent, D. (2000). *Insect Pest Management* (3rd ed.). CABI Publishing.
- Dhaliwal, G. S., Jindal, V., & Dhawan, A. K. (2010). Insect pest problems and crop losses: Changing trends. *Indian Journal of Ecology*, 37(1), 1-7.
- Dixon, G. R., & Aldous, D. E. (Eds.). (2014). *Horticulture: Plants for People and Places, Volume 1: Production Horticulture*. Springer. (Sayfa 412-414).
- Eleçkioglu, İ. H., & Özarslandan, A. (2020). Bitki Paraziti Nematodlar ve Mücadele Yöntemleri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 295*, Sayfa 45-47.
- Flint, M. L. (2018). *Pests of the Garden and Small Farm: A Grower's Guide to Using Less Pesticide* (3rd ed.). University of California Agriculture and Natural Resources. (Sayfa 45-47).
- Flint, M. L., & van den Bosch, R. (2012). *Introduction to Integrated Pest Management*. Springer Science & Business Media.

- Floate, K. D., & Boiteau, G. (2011). Tillage and other physical management strategies. In *Insect Pest Management and Ecological Perspectives* (pp. 183-206). Springer, Dordrecht.
- Fox, A. (2018). *Disinfection Techniques for Horticultural Tools and Surfaces*. University of California Agriculture and Natural Resources, Publication 8150.
- Ghorbani, R., Wilcockson, S., Koocheki, A., & Leifert, C. (2008). Soil management for sustainable crop disease control: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 6, 149-162.
- Granett, J., Walker, M. A., & Kocsis, L. (2001). Biology and management of grape phylloxera. *Annual Review of Entomology*, 46, 387-412.
- Gullan, P. J., & Kosztarab, M. (1997). Adaptations in scale insects. *Annual Review of Entomology*, 42(1), 23-50.
- Gürkan, B. (2018). Kültürel Mücadele Yöntemleri. In M. R. Ulusoy (Ed.), *Genel Bitki Koruma* (ss. 215-240). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Hutchison, W. D., et al. (2010). Area-wide suppression of European corn borer with Bt maize reaps savings to non-Bt maize growers. *Science*, 330(6001), 222-225.
- İren, Z., & Aydın, İ. (1995). *Tahıl Zararlıları ve Savaşım Yöntemleri*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ziraî Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Jauset, A. M., et al. (1998). The impact of nitrogen fertilization on the population dynamics of the green peach aphid, *Myzus persicae*, on pepper. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89(1), 1-6.
- Karaca, Z., & Demirel, N. (2021). Seasonal Population Fluctuations and Damage Rates of *Capnodis tenebrionis* L. and *Capnodis carbonaria* L. (Coleoptera: Buprestidae) in Apricot Orchards in Malatya Province. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 661-669.
- Kaydan, M. B., & Ülgentürk, S. (2013). *Türkiye Kabuklubitleri (Coccoidea)*. Meta Basım. (Sayfa 15-18).
- Kiliç, G., & Demirel, N. (2018). A Population Fluctuation and Damage Rates of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) on persimmon Fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(7), 5072-5077.
- Kornosor, S. (2001). The sunn pest and other cereal pests in Turkey. In *Wheat in a Global Environment*, Springer (Z. Bedö & L. Láng, Eds., pp. 749-755).
- Küsek, M., & Yolageldi, L. (2015). Bitki Besin Elementlerinin Bitki Hastalık ve Zararlıları ile İlişkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 1-10.
- Larney, F. J., & Blackshaw, R. E. (2003). Weed seed viability in composted beef cattle feedlot manure. *Journal of Environmental Quality*, 32(3), 1105-1113.
- Lehmhus, J., & Niebuhr, B. (2018). Cultural control of the alfalfa weevil (*Hypera postica*) by early harvesting. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125(3), 305-311.
- Liebman, M., & Dyck, E. (1993). Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications*, 3(1), 92-122.
- Murray, P. J., et al. (2013). The effect of root herbivory on aboveground plant growth and associated natural enemies. *Annals of Applied Biology*, 162(2), 133-142.
- Norris, R. F., & Kogan, M. (2005). Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Annual Review of Entomology*, 50, 479-503.
- Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science*, 144(1), 31-43.
- Öncüer, C. (2011). *Türkiye Zararlıları ve Mücadele Yöntemleri*. Meta Basım. (Sayfa 245-255).
- Özkan, M., & Yılmaz, İ. (2017). *Bitki Koruma*. Nobel Akademik Yayıncılık. (Sayfa 5-10).

- Öztürk, A. (2017). Bağcılık (Ampeloloji). Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 50. (Sayfa 85-90).
- Palti, J. (1981). Cultural Practices and Infectious Crop Diseases. Springer-Verlag. (Sayfa 89-92).
- Pappas, M. L., et al. (2017). Induced plant defences in biological control of arthropod pests: a double-edged sword. *Pest Management Science*, 73(9), 1780-1788.
- Parry, H., et al. (2019). Modifying sowing date as a cultural control tactic for aphids and aphid-borne viruses. *Annals of Applied Biology*, 175(3), 284-298.
- Paulian, F., & Popov, C. (1980). Sunn pest or cereal bug. In *Wheat*. CIMMYT, (J. H. W. Holden & T. Williams, Eds., pp. 69-74).
- Pedigo, L. P., & Rice, M. E. (2021). *Entomology and Pest Management* (7th ed.). Waveland Press. (Sayfa 423-445).
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., & Seidel, R. (2005). Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, 55(7), 573-582.
- Pretty, J., & Bharucha, Z. P. (2015). Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. *Insects*, 6(1), 152-182.
- Pscheidt, J. W., & Ocamb, C. M. (Eds.). (2023). *Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook*. Oregon State University.
- Radosevich, S. R., Holt, J. S., & Ghersa, C. M. (2007). *Ecology of Weeds and Invasive Plants: Relationship to Agriculture and Natural Resource Management* (3rd ed.). John Wiley & Sons. (Sayfa 178).
- Schowalter, T. D. (2016). *Insect Ecology: An Ecosystem Approach* (4th ed.). Academic Press.
- Southgate, B. J. (1979). Biology of the Bruchidae. *Annual Review of Entomology*, 24(1), 449-473.
- Stern, V. M., Smith, R. F., van den Bosch, R., & Hagen, K. S. (1959). The integrated control concept. *Hilgardia*, 29(2), 81-101.
- Sturhan, D., & Brzeski, M. W. (1991). Stem and bulb nematodes, *Ditylenchus* spp. In *Manual of Agricultural Nematology* (W. R. Nickle, Ed., pp. 423-464).
- Stuthman, D. D., Leonard, K. J., & Miller-Garvin, J. (2007). Breeding crops for durable resistance to disease. *Advances in Agronomy*, 95, 319-367.
- Teasdale, J. R., & Mohler, C. L. (2000). The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science*, 48(3), 385-392.
- Uygur, F. N., & Boz, Ö. (2007). Yabancı Ot Mücadelesinde Kültürel Yöntemler. In M. A. Sancar (Ed.), *Yabancı Ot Bilimi ve Mücadelesi* (ss. 157-180). Hasad Yayıncılık.
- Villani, M. G., & Wright, R. J. (1990). Environmental influences on soil macroarthropod behavior in agricultural systems. *Annual Review of Entomology*, 35(1), 249-269.
- Vogt, H., et al. (2002). Control of the European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi*, by using the "Attract and Kill" method and by early harvesting of varieties. *IOBC/WPRS Bulletin*, 25(7), 1-8.
- Webster, A. D. (1995). Rootstocks for temperate fruit crops: current uses, future potential and alternative strategies. *Acta Horticulturae*, (383), 33-44.
- White, T. C. R. (2009). Plant vigour versus plant stress: a false dichotomy. *Oikos*, 118(6), 807-808.
- Yarpuzlu, F. (2014). *Entegre Mücadele*. Hasad Yayıncılık. (Sayfa 45-48).
- Zalom, F. G. (2011). Integrated pest management: The twenty-first century approach to insect pest management. In *Insect Pest Management* (pp. 1-14). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Zimdahl, R. L. (2018). *Fundamentals of Weed Science* (5th ed.). Academic Press.

ZEYTİN BAHÇELERİNDE ÖNEMLİ ZARARLI TÜRLER VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Gülcan TARLA¹

Şener TARLA²

Giriş

Zeytin, *Olea europaea* subsp. *europaea* L. (Lamiales: Oleaceae) Akdeniz iklimine sahip bölgelerde yetişen önemli tarımsal ürünlerinden birisidir. Akdeniz havzasında kültürel, ekonomik ve ekolojik bakımdan büyük bir önem taşıyan zeytin geleneksel bir meyve türüdür (Rallo ve ark., 2005; Kaniewski ve ark., 2012). Ülkemizde ise beslenme açısından çok önemli bir kültür bitkisidir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), zeytinyağını insan sağlığı açısından özellikle önemli bulmakta ve onun öneminin arttığını vurgulamaktadır. Kalp sağlığını destekleyici tekli doymamış yağlar ve aynı zamanda da flavonoid gurubu antioksidanlar içermesi nedeni ile zeytin pek çok hastalığa karşı oldukça etkili bir şifa kaynağı olarak bilinmektedir. Zeytinyağının içerisinde bulunan E vitamininin ise vücutta kansere karşı koruyucu etkisi vardır. İçerdiği A, D, E ve K vitaminleriyle potasyum, kalsiyum, fosfor, kükürt, magnezyum az miktarda da manganez, demir, bakır gibi mineraller ile kemik gelişimine fayda sağlamaktadır. Önemli pek çok hastalığın gelişimine karşı koruyucu bir rol oynadığı ifade edilmekle birlikte, bilhassa sindirim bozukluklarında, safra kesesi hastalıklarında, bağırsak kanserinde ve kalp rahatsızlıklarında etkili olduğu belirtilmektedir. Lif içeren, protein oranı yüksek, lezzetli bir gıda olmasının yanı sıra sağlıklı bir vücuda sahip olmak için zorunlu olan birçok aminoasitlerini, doymamış yağ asitlerini, vitaminleri ve temel elementleri içermiş olması nedeniyle de besleyici değeri yüksek bir ürün olarak bilinir (Duran, 2006).

Zeytin ağacının ilk kez kültüre alındığı bölgenin yani anavatanının Anadolu olduğu ve buradan da Dünya'daki diğer ülkelere yayıldığı bilinmektedir. Geçmişte zeytin yetiştiriciliğinin Akdeniz medeniyetlerinin çok önemli bir gelir kaynağı olmuştur ve günümüzde hala bu önemini korumaktadır (Kılıç ve Turhan, 2023). Zeytin ve zeytinyağı Akdeniz ülkelerinde stratejik ve geleneksel bir ürünü olarak tanımlanmaktadır (Neves ve Pires, 2018). Gerek sofralık ve gerekse yağlık amaçla üretilmekte olan zeytinin ülkemiz ekonomisine önemli katkı sağladığı bilinmektedir. Dünyada zeytin ağacı varlığı ve zeytin üretiminin %97'lik kısmı Akdeniz ülkelerine aittir. Türkiye sahibi olduğu zeytin ağacı varlığıyla dünyanın önemli zeytin üreticisi ülkeleri arasında bulunmaktadır. Dünyada sofralık zeytin üreticisi ülkelerin başında Türkiye, Mısır, İspanya, Cezayir ve Yunanistan gelmektedir. Sofralık zeytin üretim miktarında 2024/2025 sezonunda ülkemiz 700 bin ton ile dünyada ilk sırada yerini almıştır. Yine aynı sezonda zeytin yağı üretimi bakımından 450 bin ton ile dünyada İspanya'dan sonra ülkemiz ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2024a).

Ülkemizde zeytin üretiminin yapıldığı bölgelerimiz Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz'dir. Türkiye genelinde ise 41 farklı ilde ve 270 ilçede zeytin üretimi yapılmaktadır. Zeytin üretimimizin yarısından fazlası Ege Bölgesinde (%53) gerçekleşmektedir. Ardından sırasıyla Marmara Bölgesinde %18, Akdeniz Bölgesinde %23, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde %6 ve son olarak Karadeniz Bölgesinde ise yalnızca %0,2'lik bir üretim gerçekleşmektedir. Ege'deki üretilen zeytinin yaklaşık %55'i yağlık, Marmara'da üretilen zeytinlerin ise %60'ı sofralık olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de sofralık zeytin üretiminde öne çıkan iller sırasıyla, İzmir'de %13, Balıkesir ve Manisa'da %12,5, Aydın'da %12, Muğla'da %10, Çanakkale'de %7 ve Bursa'da %5 şeklindedir (Anonim, 2024b).

¹ Uşak Üniversitesi, gulcan.tarla@usak.edu.tr

² Uşak Üniversitesi, sener.tarla@usak.edu.tr

Aydın Memecik Zeytinyağı, Edremit Zeytinyağı ve Milas Zeytinyağı AB Coğrafi İşaret Tescilli olan Türk zeytinyağlarındandır (Yörükoğlu ve ark., 2025). Hem zeytinyağı hem de yeşil ve siyah salamura zeytin olarak tüketilen zeytinin, aynı zamanda milyonlarca dolarlık ihracat yapılmaktadır.

İhracatımız ve iç tüketimimiz için oldukça öneme sahip olan ve bu kadar geniş alanlarda üretimi yapılan zeytin ağaçlarından daha kaliteli ve fazla ürün alabilmek için zeytin zararlılarının, hastalıklarının ve yabancı otlarının iyi bilinmesi mücadelede çok büyük önem arz etmektedir. Bu sorunlar hem zeytinyağının ve hem de sofralık zeytin üretiminin azalmasına yol açmaktadır. Sofralık zeytincilik sektöründe ortaya çıkan kalite azlığı, zeytin yetiştiriciliği sırasında ve üretiminin diğer aşamalarında karşılaşılan sorunlardan kaynaklanmaktadır.

Ülkemizde zeytin yetiştiriciliğinde önemli bölgelerden biri olan Marmara Bölgesi iklim özellikleri bakımından yağışlı ve nemli bir özellik göstermektedir. Bu durum da aslında kurak iklim bitkisi olan zeytinde çoğu hastalık ve zararlıının artmasına neden olmaktadır. Bunları kontrol altına almak için uygulanan pestisitler insan ve çevre sağlığı açısından birçok olumsuz sonuç doğurmaktadır. Bu yüzden de zeytinde verimin ve kalite özelliklerinin yanı sıra hastalıklara ve zararlılara karşı dayanıklı ya da toleranslı tiplerin seçilmesi önemlidir (Yalçınkaya ve ark., 2000).

Zeytin yetiştiriciliği sürecinde zeytin ağaçlarında tek başına ya da birlikte zarar yapan, birçok zararlı bulunmaktadır. Bu zararlılar, Türkiye’de ekonomik getirisi yüksek ilk on tarım ürünü içerisinde olan ve aynı zamanda hem sofralık hem de yağ üretiminde kullanılmak suretiyle katma değeri yüksek tarım ürünleri arasında olan zeytinin verimi düşürmektedir (Anonim, 2022b). Bu zararlı unsurların zeytin üretiminde vermiş oldukları zararlar yaklaşık %30 olarak değerlendirilmektedir ve bunun yarısını (%15’ini) zeytin zararlıları meydana getirmektedir (Bueno ve Jones, 2002).

Ülkemizde zeytin zararlıları hakkında ilk bilgiler, Bodenheimer (1941), Nizamlioglu ve Gökmen (1964) ile İyriboz (1968) tarafından verilmiştir. Sonraki yıllarda yapılan çalışmalar daha çok, zeytinin yaygın olarak yetiştirildiği Akdeniz, Marmara ve Ege bölgelerinde yürütülmüştür (Aysu ve ark., 1971; Ercan ve ark., 1975; Gökmen ve Seçkin, 1979; Kaya, 1979; Çakıcı, 1982; Yayla, 1983; Keçecioglu, 1984; Şahan Kaçar ve Ulusoy, 2007; Kaçar ve ark., 2010; Kaçar ve Nishikawas, 2014; Kaçar ve ark., 2016.; Kaçar ve Ulusoy, 2017).

Günümüzde çevrenin, biyolojik çeşitliliğin ve insan sağlığının korunması ön plana çıkmıştır. Bu yüzden zararlılarla mücadelenin her aşamasının agroekosistemin ve sürdürülebilir bir tarımsal üretimin dikkate alınmak suretiyle yapılması bir zorunluluktur. Elbette ki bunun da başta biyolojik mücadele olmak üzere, kimyasala alternatif yöntemlerle ve birbirini tamamlayan, birbirini destekleyen entegre bir mücadele sisteminin uygulamasıyla sağlanabilmesi mümkündür (Anonim, 2022a).

Zeytinde Önemli Zararlı Türler

Zeytinde hem veriminde hem de kalitesinde kayba neden olan zararlılar içerisinde:

- Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* Rossi) (Diptera: Tephritidae)
- Zeytin güvesi (*Prays oleae* Bernard) (Lepidoptera: Yponomeutidae)
- Zeytin kabuklu biti (*Parlatoria oleae* Colvee) (Hemiptera: Diaspididae)
- Zeytin fidantırtılı (*Palpita unionalis* Hübn.) (Lepidoptera: Pyralidae)
- Zeytin karakoşnili (*Saissetia oleae* Bern) (Hemiptera: Coccidae)
- Zeytinde pamuklu bit (*Eupyllura olivina* Costa) (Diptera: Syrphidae)
- Zeytin pamuklu koşnili (*Philippia oleae* Costa) (Hemiptera: Coccidae)
- Zeytin çiçek sap sokanı (*Calocoris trivialis* Costa) (Hemiptera: Miridae)
- Zeytin kızılkurdu (*Lasioptera berlesiana* Paoli) (Diptera: Cecidomyidae)
- Zeytin filizkiran (*Phloeotribus scarabaeoides* Bern) (Coleoptera: Scolytidae)

-Zeytin kırlangıç böceği (*Agalmatium flavescens* Olivier) (Hemiptera: Issidae)

-Zeytin yara koşnili (*Pollinia pollini* Costa) (Hemiptera: Asterolecaniidae)

-Zeytin kurdu (*Coenorrhinus cribripennis* Desb) (Coleoptera: Attelabidae) yer almaktadır (Ülgentürk, 2017).

Zeytin sineği, zeytin zararlıları içerisinde ana zararlı konumunda olup, zeytin zararlıları içerisinde olarak ilk sırada yerini alır. Zeytin güvesi de yine en önemli zararlıların başlarında gelmektedir (Bodenhemier, 1941; Nizamoğlu ve Gökmen, 1964; İyriboz, 1968; Yayla ve ark., 1995).

Bu zararlılar sofralık ürünlerde zeytinin kalitesi, bileşimi ve diğer bazı özellikleri üzerinde %100'e kadar etkili olabilmekte ve zeytinyağı üretiminde ise %80'e varan kayıplara yol açabilmektedir (Daane, 2010).

Zeytin Sineği

Takım: Diptera

Familiya: Tephritidae

Tür: *Bactrocera (Dacus) oleae* Rossi

Dünyada zeytinliklerdeki en önemli zararlıdır. Afrika'da kültüre alınmış olan zeytin ağaçlarında ilk olarak görülmüştür. Daha sonra Akdeniz bölgesinde ve Amerika kıtasında varlığına rastlanmıştır (Daane, 2010). Akdeniz bölgesindeki zeytin ağaçlarında sıklıkla rastlanır.

Biyolojisi ve zararı: Döl sayısı, sıcaklık ve zeytinin fenolojisi (meyvesinin yumurta bırakılma olgunluğunda olması) gibi iki temel faktöre sıkıca bağlıdır. Ilıman bölgelerde, zararlı gelişmesini her yıl kesintisiz sürdürür. Ancak soğuk bölgelerde yaşam döngüsünü tamamlayamamaktadır. Bu nedenle, Zeytin sineği saldırısının etkileyen bu faktörlere ve yıllara göre değişmekle beraber senede 3-4 nesil verebilmektedir (Tzanakakis 1989).

İlkbaharda ergin bireylerin pupadan çıktığı zaman ile zeytin meyvelerinin yumurta bırakılması için uygun olgunluğuna geldiği zaman arasında bulunan dönem de çok önemlidir. Bu dönemin uzun olması, zararlının popülasyonunda ölüm oranının artmasına ve böylelikle de birinci neslin zararının azalmasına yol açmaktadır (Rice, 2000).

Zararlı kışı meyve içinde larva, toprakta pupa ya da ergin halde geçirebilmektedir. Haziran ayı ortasından itibaren ergin zeytin sinekleri çıkışı başlar. Ergin dişiler olgunlaşma yemesi yapmak için etraftaki bitkilerde bulunan ballı, nektarlı maddelerle beslenir. Bir dişi ortalama 200-250 adet yumurta bırakmaktadır.

Zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı farklı bölgelerde, çevresel koşullar özellikle de iklim koşulları, kışlama dönemlerindeki ölüm üzerinde etkilidir. Olumsuz koşullarda pupa döneminde hayatını sürdürebilme ihtimali daha yüksektir. Zeytin sineği, verime ve kaliteye etki ederek önemli düzeyde ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Egedsa,1998).

Zeytin sineği aslında sadece zeytinlerle beslenen küçük bir sinektir. Ancak zeytin üretimini yalnızca birkaç hafta içinde azaltabilir. Doğrudan meydana getirdiği zarar ile zeytin üretimini dünya çapında en az %15'ini azaltabilme potansiyeline sahiptir (Bueno ve Jones 2002).

Zeytin sineği, sofralık amaçla yetiştirilen zeytinde doğrudan, yağlık zeytinlerde ise tanelerin sıkma işlemine tabi olması nedeniyle dolaylı olarak zarara yol açar. Yağlık zeytinlerde meyveler olgunlaşmadan önce dökülmeye başlar ve gelişmenin daha ileri dönemlerinde ise bu dökülmeler giderek artar. Bölgelere göre değişen oranlardaki olgunlaşma öncesindeki dökülmeler %10 ile %50- arasında değişebilmektedir. Larvanın beslenmesi ile meyve etinde de kayıplar oluşmaktadır. Her bir larva olgunlaşmaya kadar geçen sürede 50 ila 150 mg. meyve eti tüketebilir. Elde edilen yağın kalitesine olan olumsuz etkisi ile de önemli ölçüde zarar oluşturmaktadır. Yağın kalitesinde hızla bozulmalar ortaya çıkmaktadır. Meyvenin olgunlaşması süresince üretilmekte olan enzimlerin katalizör görevi

görmesi sebebiyle yağ asitlerinin hidrolize olması sonucunda asidite artar ve yağın oksijenle temas etmesi ile, özellikle de bulaşık meyvelerde bulunan beslenme galerilerinin içerisinde gelişen fungus ve bakterilerin etkisi ile bu olay hızlanmaktadır. Zeytinyağının organoleptik özelliklerini belirleyen kimi aromatik maddelerde ve asitliği koruyucu etkisi olan bazı polifenoller üzerinde de bozulmalar olmaktadır. Eğer ağır bulaşmaların olduğu meyveler yığınlar halinde hasat edilerek, zamanında preslenirse, başlangıçta asidite oranı % 1' in altında kalabilir, ancak düşük miktarda polifenoller maddeler ihtiva etmesi durumunda, asidite %5-6 seviyesine kadar çıkabilir (Sert ve Başpınar, 2006).

Zeytin sineği, Akdeniz havzasında yetiştiriciliğinin sınırlandığı kesimlere kadar her yerinde bulunmaktadır. Zeytinin kültür ve yabani çeşitlerine doğal olarak sıkıca bağlıdır. Laboratuvar denemelerinde, Oleaceae familyasına bağlı türlerden *Jasminum* ve *Ligustrum* üzerinde de gelişebildiği gözlenmiştir. Akdeniz bölgesinde, hem kültür hemde delice zeytin (*Olea europea* var. *oleaster*) ile beslenen tek sinektir (Egedsa, 1998).

Erginlerin (Şekil 1) boyu 4-6 mm kadar olup karasineğe benzerler fakat daha küçük, parlak kahve ve bal rengindedirler. Ergin sineğin göğsünün üstünde üç adet açık kahve renginde bant bulunur. Yumurtaları ortalama 0.7-0.9 mm boyunda olup mat beyaz renginde ve mekik şeklindedir. Larvalar şeffaf beyaz renkli ve bacaksızdır. Olgunlaşmış halde 6-8.5 mm uzunluğundadır. Pupaları 3.8-8 mm boyunda olup koyu kahverengi ve fiçi şeklindedir (Egedsa, 1998).



Şekil 1. Zeytin sineği, *Bactrocera oleae*'nin ergini bireyi (Karakoyun ve Akça Uçkun, 2024)

Zararı larvalar yapmaktadır. Zeytin sineği ile mücadele yapılmadığı takdirde normal yıllarda %20–30, salgın yıllarındaysa %70' e varan verim kaybı meydana gelebilmektedir (Neuenschwander ve Michelakis, 1978).

Mücadelesi Kültürel önlemler: Zeytin sineğinin sonbaharda dönemindeki yoğun zararının önlenmesi için, amaca uygun olacak şekilde hasat yapılmalıdır. Özellikle sofralık zeytinlerde hasadın erken yapılması ile zararın kısmen de olsa önüne geçilebilmektedir. Bu zararlı ile mücadele için yere dökülen meyvelerin toplanıp yok edilmesi, zarar süresince her 3-4 günde bir, kurtlu zeytinlerin toplanarak bahçeden uzaklaştırılması gereklidir. Kış aylarında ise mutlaka derin sürüm yapılarak toprağın işlenmesiyle pupaların yok edilmesi gerekir (Baba ve Bora, 2021).

Kimyasal mücadele: Zeytin meyvelerinde %10 vuruş (yumurta ve küçük larva) görüldüğünde bu zararlıya karşı ilaçlı mücadeleye karar verilmektedir. Zararın devamı durumunda ise 10-15 gün ara verilerek ikinci ve üçüncü ilaçlamaların da yapılması gereklidir.

Biyoteknik mücadele: Zeytin zararlılarına karşı uygulanan ilk biyoteknik mücadele yöntemlerinden biri çekici besin tuzakları (McPhail) olup, bu tuzaklar zeytinin en önemli zararlısı olan Zeytin sineğine karşı kullanılmıştır. Takip eden yıllarda ise eşeysel çekici feromon tuzakları ile görsel sarı yapışkan tuzaklar da kullanılmaya başlamıştır. Son zamanlarda ise çekici besin kokusu, feromon,

renk ve insektisit birleşimi olan kombine tuzaklar, bazı uzaklaştırıcı maddeler (repellent, deterrent) ve buna ilaveten doğrudan mücadelede kullanılabilecek doğal maddeler üzerinde çalışmaların artmış olduğu ve başarılı sonuçların alındığı görülmektedir (Kaptan ve ark., 2018).

Doğal düşmanları: Bazı ülkelerde *Opius concolor* Szep. (Hymenoptera: Braconidae) kitle halinde üretildikten sonra zeytin bahçelerine salınmak suretiyle biyolojik mücadele amaçlı kullanılmaktadır. Zeytin sineğinin ülkemizde saptanmış olan doğal düşmanlarının listesi Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Zeytin sineğinin ülkemizde saptanan parazitoidlerinin listesi (Anonim, 2024c)

Parazitoid türün bilimsel adı	Takımı ve Familyası
<i>Psytalia(=Opius) concolor</i> Szep.	Hym.: Braconidae
<i>Zaglyptus multicolor</i> Gra	Hym.: Ichneumonidae
<i>Aprostocetus epicharmus</i> Walker.	Hym.: Chalcididae
<i>Inveria subaenea</i> Masi	Hym.: Chalcididae
<i>Pinigalio mediterraneus</i> (Fer. and Del.)	Hym.: Eulophidae
<i>Metaphycus silvestrii</i> Sugon	Hym.: Encyrtidae
<i>Eupelmus urozonus</i> Dalm.	Hym.: Eupelmidae
<i>Eurytoma tibialis</i> Boh.	Hym.: Eurytomidae
<i>Eurytoma parvula</i> (Thom.)	Hym.: Eurytomidae
<i>Eurytoma strigifrons</i> (Thom.)	Hym.: Eurytomidae
<i>Cyrtotypx latipes</i> Rond.	Hym.: Pteromalidae
<i>Cyrtotypx dacicida</i> Masi.	Hym.: Pteromalidae

Zeytin Güvesi

Takım: Lepidoptera

Familiya: Yponomeutidae (Hyponomeutidae)

Tür: *Prays oleae* (Bern.)

Zeytinin en önemli zararlılarından birisi olarak bilinen bu zararlı zeytin üretimi yapılmakta olan hemen hemen her yerde vardır. Zararının zeytin bitkisi haricinde diğer konukçuları ise akçakesme (*Phillyrea* spp.), kurtbağı (*Ligustrum* spp.), yasemin (*Jasminum* spp.) ve yabani zeytin (*Oleae oleaster*) olduğu bildirilmiştir (Kırıkoglu ve Genç, 2018).

Biyolojisi ve zararı: Kış dönemini yaprakların içerisinde oluşturdıkları beslenme odacıklarında geçiren larvalar uygun koşulları bulduklarında taze filizlerin ya da genç yaprakların üzerinde beslenmeye başlarlar. Yaklaşık olarak 25-30 gün beslenen larvalar genç yaprakları ve filizleri ince ağlar ile birbirine bağlayarak bunlar arasında pupa olurlar. Ortalama 8-10 gün içerisinde çıkan ergin bireyler (Şekil 2a) çiftleşirler ve yumurtalarını çiçek tomurcuklarının dibine bırakırlar. İlkbaharda bu

yumurtalardan çıkan larvalar (anthophaga) tomurcuklarda ve çiçek saplarında beslenirler. Beslenerek olgunlaşan larvalar daha sonra çiçek tomurcuklarını ince ağlar ile birbirine bağlayarak içerisinde yine pupa olurlar. Bu pupalardan çıkış yapan ergin güveler yumurtalarını bu kez de meyveler üzerine bırakırlar. Meyvede zarar oluşturan larvalara (carpophaga) (Şekil 2b) ise meyvenin çekirdek kısmını yiyerek zarar verirler. Larvaların bulunduğu kurtlu olan meyveler zamanından önce dökülür. Meyvelerde gelişmesini tamamlayan bireylerden çıkan ergin bireyler ise bu kez yumurtalarını yaprakların üzerine bırakırlar. Bu yumurtalardan çıkan larvalar (phyllophaga) yapraklarda galeriler açarak, kışı geçirecekleri beslenme odacıklarını hazırlar. Bu şekilde zeytin güvesi hem yaprak ve sürgünler üzerinde hem çiçek tomurcuklarında ve çiçeklerde ve hem de meyvelerde zararlar meydana getirir. (Anonim, 2016).

Zeytin güvesi yaprak, somak (tomurcuk ve çiçek) ve meyvede zarar yaparak doğrudan ve dolaylı ürün kayıplarına neden olmakta, ürün kalitesini bozmaktadır. Bu zararının meyvelerde oluşturduğu zarar oranı bölgelere ve yıllara göre değişebilir. Apostolov, (1990), zeytin güvesinin bazı yıllarda %90'a ulaşan meyve dökümüne yol açtığını bildirmiştir. Bu zararlı ile ilgili dünyada ve Türkiye'de pek çok araştırma yapılmıştır. Ramos et al. (1978), İspanya'da, Zeytin güvesinde ortalama popülasyon azalmasının meyve dölünde en yüksek oranda (%96.7) olduğunu, popülasyonun çok az bir kısmının gelişerek sonbahar yaprak dölünü oluşturduğunu bildirmiştir. Mechelany (1969) ise Lübnan'da, meyve dölündeki Zeytin güvesi larvalarının ölümünün prematüre meyve dökümü yüzünden %80'e ulaştığını bildirmiştir. Çetin ve Alaoğlu (2005), Zeytin güvesinin zeytin ağacının yapraklarına, çiçeklerine ve meyvelerine doğrudan ve dolaylı olarak zarar verdiğini, ürün kalitesini bozduğunu ve meyvelerin erken dökülmesine neden olur bildirmişlerdir. Çakıllar (1959), erken meyve dökümünde döllememiş meyve oranının %60-80 olduğunu, Kaya ve ark. (1987), *P. oleae*'nin popülasyon yoğunluğu ve zarar derecesi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu, çiçeklenme döneminde %8.3-19.3'lük zarar meydana geldiğinde ürün kaybının %37.0-41.1 olduğunu rapor etmişlerdir.



Şekil 2a. *Prays oleae* (Bernard)'nın ergini bireyi
(Aykut, 2017)



Şekil 2b. *Prays oleae* (Bernard)'nın larvası
(Aykut, 2017)

Zeytin güvesi, önceki senelerde yoğun ilaçlamalar yapılmış olan ve doğal dengesi bozulmuş olan zeytinliklerde sorun oluşturmaktadır. Ergin kelebeğin boyu yaklaşık 7-8 mm olup, kanat açıklığı ise yaklaşık olarak 13-16 mm civarındadır. Görünüşü itibarı ile gümüşü gri renklidir. Ön kanatları üzerinde siyah lekeler vardır ve kanat kenarlarının uçlarında gümüşü saçaklar bulunur. Ortalama boyu 8-10 mm olan larvası yumurtadan yeni çıktığında kirli beyaz görünüme sahiptir. Daha sonra sarımtırak renge sahip olur. Larvanın vücudunun her iki yanında koyu renkli birer adet bant bulunmaktadır.

Yumurtalar 0.5 mm çapında ve basık birer kubbe biçimindedir. Üzerinde arı peteğini andıran desenleri bulunur. Önce şeffaf görümlü olup, açılmaya yakın zamanda kirli beyaz veya sarımsı renk alır. Pupası 6-7 mm boyunda, beyaz seyrek dokulu bir kokon içindedir ve kahverengidir (Anonim, 2016).

Mücadelesi Kültürel önlemler: İlkbahar döneminde yaprak, filiz, tomurcuk ve çiçeklerde ağ oluşumları görüldüğünde, bu ağ örülü dokular makas ile kesilmeli, ayrıca yere dökülen meyveler de toplanarak imha edilmelidir.

Biyolojik mücadele: Bu zararlının doğal düşmanları arasında parazitoitler, avcılar ve hastalıklara neden olan diğer organizmalar (entomopatojenik bakteriler, mantarlar ve virüsler gibi) bulunur. Yaygın parazitoit türleri *Ageniaspis fuscicollis* var. *praysincola* (Dalman) ve *Chelonus elaeaphilus* Silvestri'tir. Ülkemizde *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) ve *Ageniaspis fuscicollis praysincola* Silvestri (Hymenoptera: Chalcididae) türleri bu zararlının doğal düşmanları olarak tespit edilmiştir. Ancak parazitoit türlerin zeytin güvesinin kontrolü için genellikle yeterli olmadığı, ancak ikincil zeytin zararlıları için önemli olduğu düşünülmektedir (Delrio, 2010).

Biyoteknolojik Mücadelesi: Zeytin bitkisinin tomurcukların kabarmaya başladığı zamanda (mart sonu -nisan başında), ağacın 1,5- 2 metre yüksekliğine, meyve bulunan dalına, hektara 1 adet olacak şekilde delta tipi feromon tuzak asılarak yapılmaktadır. Her üç adet zeytin ağacına bir adet delta tipi eşeysel tuzak (kitlesel tuzaklama) asılır ve bu şekilde zararlı ile etkili bir mücadele yapılabilir. Feromon kapsülleri her 4- 6 haftada bir, yapışkan tablaların ise kirlendikçe değiştirilmesi gerekir (Kumral, 2005).

Kimyasal mücadele: Zeytin güvesi deltametrin, lambda-sihalotrin, asetamiprid, fosmet veya yakın zamanda spinetoram gibi böcek öldürücüler kullanılarak kontrol altına alınmaktadır (Ortiz ve ark. 2021). Çiçek tomurcuklarının patladığı ve zeytin tanelerinin mercimek büyüklüğünü aldığı zaman olmak üzere bu zararlıya karşı ruhsatlı bir ilaç ile 2 defa uygulama yapılmalıdır. Özellikle meyve nesli hedef alınır. Kontrol edilen mercimek danesi büyüklüğüne ulaşmış olan zeytin danelerinin %10'unda canlı birey (yumurta + larva) olması halinde ilaçlama yapılır. Çiçek nesline karşı ise ilk güve yakalandıktan 7-10 gün sonrasında ilaçlama yapılmalıdır (Anonim, 2022a).

Zeytin Kabuklu Biti

Takım: Homoptera

Familiya: Diaspididae

Tür: *Parlatoria oleae* Colvee

Zeytin karakoşnili, özellikle Marmara bölgesi ile Ege bölgesinin, Marmara bölgesine bitişik olan Balıkesir ilinin Bandırma ve Erdek ilçelerinde ve ayrıca Balıkesir ve Çanakkale illerinin sahil şeridinde yer alan zeytinliklerde sorun haline gelmiştir. Bu yerlerin dışında kalan Ege ve Akdeniz bölgesi zeytin alanlarında ise sorun oluşturmamaktadır. Zararlının ana konukçusu zeytin olmakla birlikte ayrıca narenciye, incir, hurma, ayva, nar, yumuşak çekirdekli meyveler ile akasya, gül, zakkum, çınar ve defne gibi bitkilerde bulunmakta ve zarara neden olmaktadır (Yaşlı, 1978). Zeytin kabuklu biti gövde, dal, yaprak ve meyvelerde emgi yaparak zarara yol açar; ağır bulaşmalarda ağaçlarda kurumaya neden olabilir (Anonim, 2025b).

Biyolojisi ve zararı: Ergin dişilerin uzunluğu 3-5 mm, genişliği 2-3 mm ve yüksekliği ise 1,5-2,5 mm olup kahverengimsi siyah yarım küre şeklinde olan, üzeri pürüzlü ve sırt kısmında “H” harfi şeklinde çizgilere sahip bir böcektir (Yaşlı, 1978). Yumurtası uzunca oval olup önceleri parlak krem renginde, sonra ise embriyonun olgunlaşmasının ardından turuncu renge sahip ve yumurtalı dişinin kabuğunun altındadır. Aktif larvası, turuncuya benzer renkli ve hareketlidir. İlk dönem larvası, bitkiye tutunduğu için hareketsiz olup ve yassı şekillidir. Rengi önce sarı iken, sonradan koyulaşır. Sırtında ise boydan boya bir çıkıntı bulunur. İkinci dönem larvası, sarımsı-bej renklidir. Sırtında “H” harfi belirgin olup, vücut yüksekliği fazla ve “H” harfinin etrafında koyu kahverengi lekeler mevcuttur. Üçüncü dönem larvası, krem-si-bej renginde ve “H” harfi iyice belirgindir. Ergin dişi yumurtasız döneminde vücudu yarımküre şeklinde, rengi mat gri, olgunlaştıkça kirli gri bir renge sahip olur. H harfinin etrafı basıktır ve oluşan mum tabakası belirgin bir şekilde kalınlaşır (Yaşlı, 1978). Erkekleri ender görülür. Erkeklerin uzunluğu 1 mm, rengi bal sarısı ve bir çift kanada sahiptir. Yumurtalı ergin dişiler, yüksekliği

tam yarım küre şeklini almış olup parlak görünüşlü, mat siyah koyu kahverengi ve sertleşmiş mum tabakasına sahiptir. Bu mum tabakası böceği olumsuz iklim şartlarından ve aynı zamanda doğal düşmanlarından da koruyan önemli bir kalkandır (Şişman, 2008).

Zararlı kış dönemini ergin olarak (olgun dişi) geçirir. Yılda 2 döl verir. Zeytin kabuklu biti gövdede, dallarda, yapraklarda ve meyvelerde emgi yaparak beslenirler. Beslendiği yerde koyu mor-bordo renk değişimi gözlenir. Bu leke taş çekirdekli ve yumuşak çekirdekli meyvelerde kırmızımsıdır. Ayrıca meyvede şekil bozukluğu da görülür. Bitkilerde gelişme geriliği, yapraklarda, meyvelerde küçülme, dökülmeler, uç dallardan geriye kurumalar görülür. Ağacın mevcut diğer stres faktörlerine karşı dayanıklılığı azalır. Yüksek popülasyonların bulunduğu ağaçlarda dallar önce çatlayıp, daha sonra kururlar. Yapraklar zamansız dökülürler ve hatta ağaçların bile kuruduğu görülür. Meyvelerdeki zararı sonucunda kalite ve verim kaybı söz konusudur (Şekil 4). Zararlı zeytin meyvelerindeki yağ oranını önemli derecede düşürmektedir.



Şekil 4 *Parlatoria oleae* (Colvee)'nin zeytin meyvelerinde zararı (Anonim, 2025a)

Zararlı bir neslini 30-45 günde tamamlar. Doğada zeytin kabuklu bitinin nesilleri birbirine karışır. Polifag bir zararlı olup, başta zeytin olmak üzere armut, elma, erik, şeftali, kiraz, badem, ceviz, turuncgiller, sera ve süs bitkilerine zarar verir (Anonim, 2016).

Mücadelesi Kültürel önlemler: Sulama, gübreleme, budama ve toprağın işlenmesi gibi bakım işlemlerinin mutlaka ve zamanında yapılarak, ağaçların zayıf düşmesi önlenmelidir. Kurumuş olan dallar kesilerek yakılmalı, dökülen yapraklar ve meyveler ile budamadan kalan artıklar sık aralıklarla toplanıp imha edilmelidir. Zararlı ile bulaşık ağaçlardan alınan malzemeler (dayak veya sırık gibi) bulaşık olamayan ağaçlarda kullanılmamalıdır. Bahçe kenarlarında bulunan çit bitkileri de kontrol edilmelidir. Zararlıya rastlanması durumunda, bu bitkiler de ilaçlanmalı ya da kesilerek yakılmalıdır. Genellikle zeytin bahçelerinde nem oranının yüksek olduğu sahil kesimlerini ve sulanan bahçelerdeki yeşil sofralık zeytin çeşitlerini daha fazla tercih etmektedir (Kıvrak, 2023).

Biyolojik mücadele: Bu zararlı türün doğada çoğalmasını baskılayan birçok doğal düşmanı bulunmaktadır. Bu türler; *Chilocorus bipustulatus* (L.), *Rhyzobius lophantae* (Blaisdell) (Coleoptera: Coccinellidae), *Aphytis maculicornis* (Masi) ve *A. melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae); *Cybocephalus fodori minor* E.-Y. (Coleoptera: Cybocephalidae)'dür. Bunlardan özellikle parazitoit olanların zararlının popülasyonunu azaltmada oldukça etkili olduğu bilinmektedir. Parazitlenme oranı %50 den fazla ise ilaçlama yapılmaz (Funes, 2014).

Kimyasal mücadele: Kimyasal ilaç kullanımına gerek duyulması halinde, yumurtaların %75'inin açıldığı zaman ve sulama imkânı bulunan zeytin bahçelerinde yazlık beyaz yağ uygulanması yapılabilir. Zararlı kış dönemini genellikle olgun dişi olarak geçirmektedir. Bu dönemde dişilerin

kabukları hem çok sert hem de kalındır. Bu nedenle kışlık ilaçların etkisi pek yüksek olmaz. Sulama imkânı olmayan alanlarda ise zararlıya karşı ruhsatlı bir insektisit kullanılarak ilaçlamanın yapılması tavsiye edilmektedir.

Bulaşık meyve bahçeleri devamlı olarak gözlenmeli ve kontrol edilmelidir. Zeytin bitkisinde gözler henüz patlamadan önce bahçeyi temsil eden 5adet ağacın farklı yönlerindeki dalların kontrol edilmesi gereklidir. Canlı bireylerin varlığının ve oranının belirlenmesi önemlidir. Mayıs ayının başından itibaren de hareketli larvaların çıkışı gözlenmelidir. Zeytin kabuklu bitinin yapraklarında ve sürgünlerinde zarar yapmakta olan ilk nesline karşı, çok yüksek popülasyonların haricinde ilaçlama yapılmaz. Zararlının ikinci neslinde ise, bahçedeki yoğunluğuna ve parazitlenme oranına bakılır. Zararlı yoğunluğunun yüksek olması, parazitlenme oranının ise %50'den düşük olması halinde kimyasal mücadele uygulanmalıdır. Temmuz sonu ya da ağustos başından itibaren, yumurtalı dişilerin kontrol edilmesi ve yumurtaların %50'sinin açılması (ikinci döl ergin oranının %70-80'i bulduğu) durumunda ilaçlama yapılmalıdır. İlaç tercihinde mümkün olduğu kadar seçici ilaçlar kullanılmalıdır (Kıvrak, 2023).

Sonuç

Bitkisel üretimde kalite ve verimi etkileyen en önemli faktörlerden biri zararlı organizmalar (hastalıklar, zararlılar ve yabancı otlar)'dır. Ülkemizde zeytincilikte ortaya çıkan kalite ve verim sorunları zeytin yetiştiriciliği ve zeytin üretiminin diğer aşamaları sırasında ortaya çıkmaktadır. Zeytin yetiştiriciliğinde hem veriminde hem de kalitesinde kayba neden olan zararlılar içerisinde Zeytin sineği, *B. oleae*, Zeytin güvesi, *P. oleae* ve Zeytin kabuklu biti, *P. oleae* gibi ana zararlıların dışında diğer potansiyel pek çok zararlı bulunmaktadır. Günümüzde bu zararlılarla mücadelede çevrenin, mevcut biyolojik çeşitliliğin ve insan sağlığının korunması ön plandadır. Bu sebepten dolayı zararlılarla mücadele ederken sağlıklı ve dengeli bir agroekosistemin ve sürdürülebilir bir tarımsal üretimin dikkate alınması bir zorunluluk haline gelmiştir. Türkiye'de özellikle sofralık zeytin sektöründe karşılaşılan kalite sorunlarını, bütüncül bir yaklaşımla belirlemek ve çözüm önerileri geliştirmek gerekir. Bu da ancak ve ancak başta biyolojik mücadele yöntemleri olmak üzere, kimyasal mücadeleye alternatif sayılabilecek diğer tüm yöntemlerinin uygulaması ile sağlanabilir. Entegre Mücadele sistemi, çevreyi ve doğal dengeyi dolayısıyla da insan sağlığını hedefleyen sürdürülebilir bir mücadele sistemidir. Bu da "Entegre Ürün Yönetimi" ve "Sürdürülebilir Tarımsal Üretim" temelini oluşturur.

Entegre mücadele talimatlarında; kimyasal mücadeleye alternatif olan kültürel, mekanik, fiziksel, biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemlerine öncelik verilmektedir. Alternatif mücadele yöntemleri ile kontrol altına alınabilen hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı, kimyasal mücadele tavsiye edilmemektedir. Şayet kimyasal mücadele yapılması zorunlu ise; doğal düşmanlara, insanlara ve çevreye yan etkisi en düşük olan, çevre dostu ve spesifik pestisitler önerilmektedir. Pestisitlerin gerek insan sağlığı ve gerekse çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilmek için, tarımsal ürünlerde kaliteyi ve verimi düşüren tüm hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı ekonomik ve ekolojik bir mücadelenin yapılması gereklidir. Pestisitlerin etkili olan en düşük dozunda ve doğadaki faydalı organizmaların en az düzeyde zarar göreceği zamanlarda uygulanması ve ilaçlamaların doğru aletlerin ve de doğru ilaçlama tekniğinin kullanılarak yapılması esas alınmaktadır. Bu nedenle entegre mücadele talimatlarında, uluslararası kriterlere göre seçilen ve entegre mücadele programlarına uygun olan pestisitler önerilir ve hatta mecbur kalmadıkça riski yüksek olan pestisitlere yer verilmez.

Yapılan tüm tarımsal savaş faaliyetlerinin insan ve çevre sağlığını baz alarak, agroekosistem ve biyolojik denge üzerine olası yan etkilerini en aza indirecek bir şekilde ve sürdürülebilir tarımsal üretim tekniklerine uygun olacak şekilde yapılması önem arz etmektedir. Entegre Mücadelenin ilkeleri göz önüne alındığında doğal düşmanların korunması ve desteklenmesi, kimyasal mücadele son çare olarak kullanılması ancak ekonomik zarar eşiği aşılmadan, çevre dostu ve spesifik ilaçlar tercih edilmesi esasına dayalı olması sürdürülebilir tarım tekniklerine uygundur. Ancak bu yolla daha kaliteli ve pestisit kalıntısı olmayan ürün elde edilmesi, doğal dengenin korunması, çevre kirliliğini önlenmesi ve ekonomik tasarruf sağlanması mümkündür.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2016). Zeytin Zararlıları Çukurova Üniversitesi Dokumanlar Bitki Koruma Bölümü 4. Hafta https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2016/BKP404/259251724_zeytinzararlılari.pdf
- Anonim, (2022a). Zeytin Entegre Mücadele Teknik Talimatı, Ankara, Türkiye: T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araş. Daire Başkanlığı, 4 s. <https://www.tarimorman.gov.tr/Tagem/Belgeler/yayin/zeytin%20entegre-11.10.2017.pdf>
- Anonim, (2022b). Zeytin Zararlıları ve Hastalıkları ile Mücadele. Hektaş <https://hektas.com.tr/blog/zeytin-zararlılari-ve-hastaliklari-ile-mu-cadele>
- Anonim, (2024a). IOC 2024-b, World Market of Olive Oil and Table Olives-Data From December 2024 (<https://www.internationaloliveoil.org/world-market-of-oliveoil-and-table-olives-data-from-december-2024/>) (Erişim Tarihi: 27.01.2025).
- Anonim, (2024b). Zeytin dostu Derneği, Türkiye’de Zeytincilik (<https://zeytindostu.org.tr/zeytin/turkiyedezeytincilik>) (Erişim Tarihi: 01.02.2025).
- Anonim, (2024c). Zeytin Sineği *Bactrocera oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae) Meyve Zararlıları Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Ankara, Türkiye: T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, 273 s. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Meyve%20Zararlı%20B1lar%20B1%20Zirai%20M%20C3%20BCcadele%20Teknik%20Talimatlar%20C4%20B1.pdf>
- Anonim, (2025a). Zeytin kabuklu biti (*Parlatoria oleae*). Agroplanet Zararlılar. https://agroplanet.com/mobil/index.php?id=hasere_ac&hid=533 (Erişim Tarihi: 19.11.2025).
- Anonim, (2025b). Zeytin Kabuklu Biti (*Parlatoria oleae*), T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/zmmae/Belgeler/Sol%20Menu/Zirai%20M%20C3%20BCcadele%20Rehberi/Meyve/Zararlı%20B1/25.pdf>
- Apostolov, V.I. (1990). The Olive Moth. Zashchita-Rastemi, 7: 27.
- Aykut, S.S. (2017). Aydın İli Organik Zeytin Alanlarındaki Zararlıların Saptanması, Önemlilerinin Popülasyon Değişimleri ve Meyvedeki Zarar Oranları. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı 2017-Y1-050.
- Aysu, R., Tokmakoğlu, C. & Gökmen, N. (1971). Zeytin sineği (*Dacus oleae* Gmel.) parazitlerinin tespiti üzerinde çalışmalar. Zir. Müc. Araşt. Yıll., 54.
- Baba, S. & Bora, Ş. (2021) Agent Based Modeling and Simulation of the Olive Fly (*Bactrocera oleae*) in Turkey. European Journal of Science and TechnologySpecial Issue 29, pp. 255-258, December 2021
- Bodenheimer, F. S. (1941). Türkiye’de Ziraata ve Ağaçlara Zararlı Olan Böcekler ve Bunlarla Savaş Hakkında Bir Etüd. Ed.; Naci Kenter, 1958, Bayur Matbaası, Ankara, 347 s.
- Bueno, A. M. & Jones, B. O. (2002). Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae*, involving semiochemicals. Use of pheromones and other semiochemicals in integrated production. IOBC wprs Bulletin 25 (9): 147- 156.
- Çakıcı, M. (1982). Batı Anadolu Zeytin Ağaçlarında (*Olea europaea* L.) Zarar Yapan Scolytidae (Coleoptera) Familyasına Bağlı Türler, Özellikle *Phloeotribus scarabaeoides* Bern. (Filizkiran)’in Yayılışı, Biyolojisi, Zararı ve Doğal Düşmanları Üzerinde Araştırmalar. Tar. Ve Or. Bak. Zir. Müc. Kara. ve Gn. Md. Araş. Eser. Serisi No: 3, Ankara, 50 s.
- Çakıllar, M. (1959). Marmara Bölgesinde Zeytin Güvesinin Biyolojisi üzerinde Araştırmalar. T. C. Ziraat Vekaleti, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Umum Müdürlüğü Neşriyatı. İstanbul, 100 s

- Çetin, H. & Alaoğlu, Ö. (2005). Mut (Mersin) İlçesinde Zeytin güvesi (*Prays oleae* Bern.) (Lepidoptera: Yponomeutidae)'nin popülasyon değişimi ve zararı üzerinde araştırmalar. *Türk. entomol. derg.*, 2005, 29 (2): 125-134
- Daane, K.M. & Johnson M.W. (2010). Olive fruit fly: managing an ancient pest in modern times. *Annu Rev Entomol*, 55:151-69. DOI:10.1146/annurev.ento.54.110807.090553.
- Delrio, G. (2010). Biological control of olive pests in the Mediterranean region. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 53, 2010 pp. 85-92
- Duran, M. (2006). Zeytin zeytinyağı sektör raporu. http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1_-106.pdf (Erişim tarihi:19/04/2010).
- Egedsa, S. (1998). *World Olive Encyclopedia*. International Olive Oil Council. Principe de Vergara. Madrid. 479-496.
- Ercan, H., Kaya, M. & Çakıcı, M. (1975). Ege Bölgesi zeytinliklerinde zarar yapan zeytin kara koşnilinin (*Saissetia oleae* Bern.) biyo-ekolojisi, yayılışı, tabii düşmanları ve kimyasal savaş yöntemleri üzerinde araştırmalar. *Zir. Müc. Araşt. Yıll.*, 36-37.
- Funes, C.F., Matías, A.C., Ortíz P. & Diez, P.A. (2014). Bio- ecology of *Parlatoria oleae* Colvée, 1880 (Hemiptera, Diaspididae) on Olive trees in Catamarca and La Rioja, Argentina. *Acta horticulturae* (1057):57-63.
- Gökmen, N. & Seçkin, E. (1979). Marmara Bölgesi zeytin alanlarında zarar yapan zeytin kara koşnili (*Saissetia oleae* Barn.)'nin morfolojisi, biyo-ekolojisi ve savaş yöntemleri üzerinde araştırmalar. *Bit. Kor. Bült.*, 19 (3): 130-158.
- İyriboz, N. (1968). Zeytin Zararlıları ve Hastalıkları. Tarım Bakanlığı Zir. Müc. ve Zirai Karantina Gen. Md. Yayınları, Karınca Matb. Tic. Koll. Şti. İzmir, 112 s.
- Kaçar, G. & Nishikawas, M. (2014). Forficulidae Fauna of Olive Orchards in the South Eastern and Mediterranean Regions of Turkey. *J. Entomol. Res. Soc.*, 16(1): 27-35 (ISSN: 1302-0250)
- Kaçar, G. & Ulusoy, M.R. (2017). Interaction between two important parasitoids (*Apanteles brunnistigma* and *Trichogramma evanescens*) and their host *Palpita unionalis* in olive groves of the eastern Mediterranean region. *Journal of Agricultural Sciences*, 23:109-118 (ISSN: 1300-7580). WOS:000397094600011
- Kaçar, G., Arıdıci Kara, P. & Ulusoy, M.R. (2016). Distribution of Spiders (Araneae) in Olive Groves in the Eastern Mediterranean and South-Eastern Anatolia Regions of Turkey. *Journal of Pakistan Zoology*, 48 (3): 735-745 (ISSN: 0030-9923)
- Kaçar, G., Denizhan, E. & Ulusoy, M.R. (2010). Doğu Akdeniz Bölgesi Zeytin Bahçelerinde Zararlı *Aceria oleae* (Nalepa, 1900) ve Türkiye İçin Yeni Bir Kayıt: *Tegolophus hassani* (Keifer, 1959) (Acari: Prostigmata: Eriophyoideae). *Bitki Koruma Bülteni*, 50(3): 123-134 (ISSN 0406-3597).
- Kaniewski, D., Van Campo, E., Boiy, T., Terral, J. F., Khadari, B. & Besnard, G. (2012). Primary domestication and early uses of the emblematic olivetree: palaeobotanical, historical and molecular evidence from the MiddleEast. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 87, 885 –899.
- Kaptan, S., Akşit, T. & Başpınar, H. (2018). Zeytin Sineği (*Bactrocera oleae* (Rossi), Diptera:Tephritidae) Mücadelesinde Uygulanan Biyoteknik Mücadele Yöntemleri. *Zeytin Bilimi*, Cilt: 8 Sayı: 1, 1-12
- Karakoyun, S. & Akça Uçkun, A. (2024). Zeytin yetiştiriciliğinde önemli bir sorun olan zeytin sineği (*Bactrocera oleae*)'nin izlenmesi ve mücadelesindeki yaklaşımlar. Meyve ve sebze tarımında son gelişmeler Bölüm 3 Sa 86-11. https://www.researchgate.net/publication/382802337_bolum_3_zeytin_yetistirciliginde_onemli_bir_sorun_olan_zeytin_sinegi_Bactrocera_oleae_nin_izlenmesi_ve_mucadelesindeki_yaklasimlar

- Kaya, M. (1979). Ege Bölgesi'nin Önemli Zeytin Sahalarında Zeytin Ağaçlarının Tali Zararlıları, Tanınmaları, Zarar Şekilleri ve Popülasyon Yoğunlukları Üzerinde İncelemeler. T.C. Gıda Tarım ve Hay. Bak. Zir. Müc. Ve Zir. Karan. Gn. Md. İzmir Bölge Zirai Müc. Araş. Enst. Md. Araş. Eser. Ser. No: 31, Ankara 45 s.
- Kaya, M., Yalçın, E., Soydanbay, M. & Kahya, C. (1987). Investigations on population fluctuations, economic threshold and methods of control of Olive moth (*Prays oleae* Bern.) in the Aegean Region of Turkey. Doğa, Tarım ve Ormancılık, 11 (1): 67-85.
- Keçecioğlu, E. (1984). Antalya ve Çevresinde Zeytinlerde Zarar Yapan Zeytin Pamuklu Biti *Euphyllura olivina* (Costa) (Homoptera: Aphalaridae)'nın Tanınması, Kısa Biyolojisi ve Doğal Düşmanları Üzerinde Araştırmalar. T.C. Tar. Or. Ve Köyşleri Bak. Zir. Müc. Ve Zir. Karan. Gn. Md. Antalya Biy. Müc. Araş. Enst. Md. Araş. Eser. Ser. No: 1, Ankara, 19 s.
- Kılıç, T.M. & Turhan, Ş. (2023). Türkiye'nin sofralık zeytin ihracatı ve değeri arasındaki ilişki: ARDL sınır testi yaklaşımı. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 10(2):206-213, (<https://doi.org/10.30910/turkjans.952769>) (Erişim: 26.01.2025).
- Kırıkoğlu, O. & Genç, H. (2018). Zeytin Bahçelerinde Zeytin Güvesi *Prays oleae* Bernard (Lepidoptera: Yponomeutidae)'nin Mücadelesi Hakkında Çiftçilerin Bilinç Düzeylerinin Belirlenmesi. [ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi](#). Cilt :6 Sayı :özel sayı Sayfa :107-114.
- Kıvrak, M. (2023). BAÜN Edremit MYO Zeytincilik ve Zeytin İşleme Teknolojisi Programı. Ders notu: 78. Balıkesir [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://mucahitkivrak.baun.edu.tr/index_dosyalar/17-5-zeytin-kabuklu-biti-parlatoria-oleae.pdf](https://mucahitkivrak.baun.edu.tr/index_dosyalar/17-5-zeytin-kabuklu-biti-parlatoria-oleae.pdf)
- Kumral, N.A., Kovancı, B. & Akbudak, B. (2005). "Pheromone trap catches of the olive moth, *Prays oleae* (Bern.) (Lep., Plutellidae) in relation to olive phenology and degree-day models". Journal of Applied Entomology, 129(7), 375-381.
- Neuenschwander, P. & Michelakis, S. (1978). The infestation of *Dacus oleae* Gmel. (Dip.: Tephritidae) at Harvest Time and Its Influence on Yield and Quality of Olive Oil in Crete, Z. Ang. Ent., 86: 420-433.
- Neves, B. & Pires, I.M. (2018). The Mediterranean diet and the increasing demand of the olive oil sector. Region 5(1):101-112.
- Nizamlioğlu, K. & Gökmen, N. (1964). Türkiye'de Zeytine Zarar Veren Böcekler. Yenilik Basımevi, İstanbul, 160 s.
- Ortiz, A., Porras, A., Marti, J., Tudela, A., Rodríguez-González, A. & Sambado, P. (2021). Mating Disruption of the Olive Moth *Prays oleae* (Bernard) in Olive Groves Using Aerosol Dispensers. Insects 2021, 12, 1113.
- Ralloó, L., Barranco, D., Caballero, J.M., del Río, C., Martín, A., Tous, J. & Trujillo, I. (2005). Variedades del Olivo en España. Editado por: Junta de Andalucía, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación y Ediciones Mundi Pesa.
- Sert, S. & Başpınar, H. (2006). Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Gmel.)) (Diptera: Tephritidae)'nin savaşımında alternatif mücadele yöntemlerinin kullanılması. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın
- Rice, R.E. (2000). Bionomics of the olive fruit fly. Cooperative Extension Work in Agriculture and Home Economics, U.S. Department of Agriculture, University of California and County of Glenn Cooperatin Olive Fruit Fly Update, October. 20, 2000. 1(4): 2-4.
- Şahan Kaçar, G. & Ulusoy, M.R., (2007). Zeytin Güvesi, *Prays oleae* (Bern.) (Lepidoptera: Yponomeutidae)'nın Balcalı (Adana)'da Bazı Zeytin Çeşitlerinde Zarar Oranlarının Saptanması. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 22 (2), 39-44.
- Şişman, S. (2008). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Coccoidea (Hemiptera) türleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Anabilim Dalı Dönem Projesi, 97 s, Ankara.

- Tzanakakis, M.E. (1989). Small scale rearing.In: Robinson AS, Hooper G (eds.). Fruit Flies:Their Biology, Natural Enemies and Control.Amsterdam. Elsevier. 105–18.
- Tokmakoglu, C. & Gokmen, N. (1971). Zeytin sinegi (*Dacus oleae* Gmel.) parazitlerinin tespiti üzerinde calismalar. Zir. Muc. Arast. Yill., 54.
- Ulgenturk, S. (2017). Zeytin zararlıları ve mücadele. Açık Ders, Ankara, 24 s. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/13676/mod_resource/content/1/Zeytin%20Zararlı%20C4%B1lar%C4%B1.pdf
- Yalcinkaya, E., Kaynas, N., Sutcu, A. R. & Fidan, A. E. (2000). Gemlik zeytinde klon seleksiyonu yoluyla alternans göstermeyen, ustun ozellikteki tiplerin belirlenmesi üzerine arastirmalar. Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu Bildirileri, (6-9 Haziran 2000), pp. 90-95, Bursa.
- Yasli, A.S. (1978). Dogu Karadeniz Bolgesi kultür bitkilerinde zarar yapan Coccoidea ust familyası türleri ve mücadele imkanları üzerinde calismalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Diploma Tezi, 110 s, Ankara.
- Yayla, A. (1983). Antalya ili zeytin zararlıları ile dogal dusmanlarının tespiti üzerinde ön calismalar. Bit. Kor. Bult., 23 (4): 188-206.
- Yayla, A., Kelten, M., Davarci, T. & Salman, A. (1995). Antalya İli Zeytinliklerindeki Zararlılara Karşı Biyolojik Mücadele Olanaklarının Arastırılması. Bitki Koruma Bülteni, 35 (1-2): 63-91.
- Yörükoğlu, T., Dayısoylu, K.S., Ançel, T. & Özdemir, Y. (2025). Dünyada Zeytin ve Zeytinyağı Üretimi ve Türkiye'deki Zeytinlerin ve Zeytinyağlarının Coğrafi İşaret Tescili Açısından Değerlendirilmesi Bahçe Dergisi 54 (1): 17-24 (2025) <https://doi.org/10.53471/bahce.163168517>.

FINDIK MOZAİK HASTALIĞI (*Ilarvirus ApMV*), FINDIK TARIMINA ETKİLERİ VE KONTROLÜ

Beste KEBAPCI¹
Sena ÇANKAYA²
Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ³
Miray ARLI SÖKMEN⁴

Giriş

Fındık (*Corylus avellana* L.), Betulaceae (huşgiller) familyası içerisinde sınıflandırılan, ekonomik değeri yüksek, sert kabuklu bir meyve türüdür (Alasalvar ve ark., 2009; Çoğalan, 2024). Fındık bitkisi doğal olarak çok gövdeli çalı formunda büyüme eğilimindedir. Ancak, dünyada fındık yetiştiricilik sistemleri, coğrafik bölgelere göre bazı farklılıklar göstermektedir. Avrupa ve Türkiye’de fındık yetiştiriciliği, çok gövdeli çalı formunda çeşitlerle yapılırken, ABD’de ağaç formunda çeşitler kullanılmaktadır. Çalı formundaki çeşitler, genellikle 1 m çapındaki dairenin çevresine yaklaşık 6 adet bitki dikilerek, ocak şeklinde yetiştirilmektedir. Odunsu gövde, toprak ve bakım koşullarına göre ortalama 3-5 m’ye kadar uzayabilmekte ve çok sayıda dip sürgünü vermektedir (Balık ve ark., 2016).

Türkiye, 2022 yılında 765.000 ton üretimi ile dünya fındık üretiminin yaklaşık %67’sini karşılamıştır. Türkiye’yi 98.670 ton üretim ile İtalya ve 72.105 ton ile Azerbaycan izlemektedir (FAO, 2022). Üretimdeki payları bakımından, bu ilk üç ülkeyi sırasıyla ABD, Şili, Gürcistan, Çin, İran, Fransa ve Polonya takip etmektedir. Türkiye’de fındık üretimi, Karadeniz Bölgesi’nde iki ana lokasyonda yoğunlaşmıştır. Üretimin yaklaşık %60’ı Doğu Karadeniz Bölgesi’nde gerçekleştirilmekte olup, bu alan Samsun, Ordu, Giresun ve Trabzon illerini kapsamaktadır. Diğer %40’lık kısım ise Batı Karadeniz Bölgesi’nde, özellikle Sakarya, Zonguldak, Bolu ile Düzce illerini kapsayan alanda yapılmaktadır (İslam, 2018) (Şekil 1). Bitkisel üretim istatistiklerine göre (TÜİK, 2024), Türkiye’de fındık üretiminde, Ordu ili 202.065 ton üretim ile ilk sırada yer almakta; bu ili sırasıyla 114.089 ton ile Samsun ve 95.470 ton ile Düzce izlemektedir (Çizelge 1).

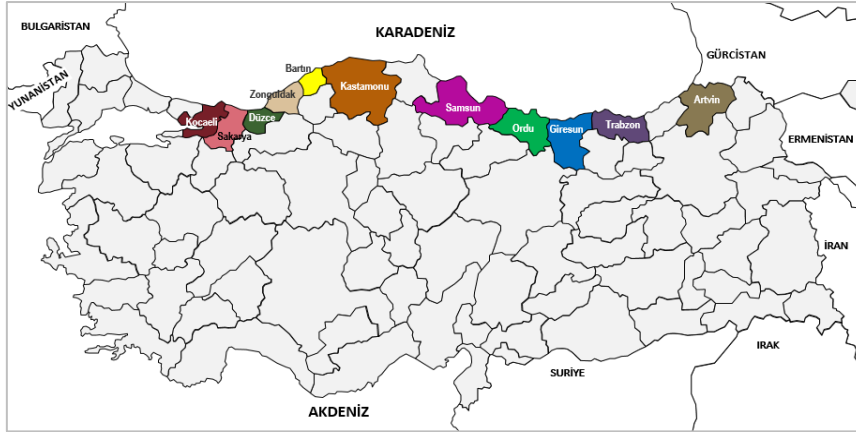
Türkiye’de fındık çeşitlerinin yetiştiriciliği nispeten bölgeye özgü olarak gerçekleştirilmektedir. Karadeniz Bölgesi’nin doğusunda (Giresun, Ordu) Tombul, Çakıldak, Mincane ve Palaz çeşitleri yaygın olarak yetiştirilirken; bölgenin batı kesiminde (Akçakoca civarı) ise Karafındık, Mincane, Çakıldak ve Foşa çeşitleri ön plana çıkmaktadır (İslam, 2018). Meyve şekli çeşitlere göre karakteristik özelliklere sahiptir. En önemli fındık çeşitleri yuvarlak şekillidir (Balık ve ark., 2016). Bahsedilen bu çeşitlerden, Tombul çeşidi, hem en yaygın hem de iç fındık kalitesi açısından en üstün Türk çeşidi olarak kabul edilmektedir (Thompson, 1982; Ayfer ve ark., 1986; İslam, 2000).

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye bestekebapci@gmail.com

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye sena.cankaya01@gmail.com

³ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye nazlik@omu.edu.tr

⁴ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye mirays@omu.edu.tr



Şekil 1. Türkiye’de fındık yetiştiriciliği yapılan iller (N.D. Kutluk Yılmaz)

Çizelge 1. Türkiye fındık üretiminde ilk 10’da yer alan illere ait alan ve üretim bilgileri (TÜİK, 2024)

İller	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretime Katkı (%)
Ordu	2.272.158	202.065	28.19
Samsun	1.249.679	114.089	15.91
Düzce	634.352	95.470	13.32
Giresun	1.177.290	94.018	13.11
Sakarya	793.725	82.083	11.45
Zonguldak	249.568	39.531	5.52
Trabzon	652.399	38.323	5.35
Kocaeli	96.903	12.902	1.80
Bartın	81.689	12.131	1.69
Kastamonu	82.086	6.473	0.90
Toplam	7.370.697	702.879	98.05

Türkiye’de 2022 yılında üretilen fındığın 181 bin tonu (%23.6) kabuklu ve iç fındık olarak ihraç edilmiştir (FAO, 2022). Genellikle fındığın bir bölümü yurt içinde tüketilmekte veya işlenmiş ürün şeklinde ayrıca ihraç edilmektedir. Fındık, çikolata, bisküvi ve şekerleme endüstrisinde hammadde olarak kullanılmakta, kabukları ise yüksek kalori değeri nedeniyle yakacak olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, %75-80 oranında oleik asit içeriği ile fındık yağı, gliserin, margarin, sabun ve ilaç üretiminde tercih edilmekte, kozmetik endüstrisinin aranan bir bileşeni olma özelliği göstermektedir (Polat, 2019).

Türkiye’de beş yıllık (2018-2022) ortalama fındık verimi 93 kg/da’dır ve bu değer dünya ortalamasının (105 kg/da) altındadır (Anonim, 2024). Fındık verimini etkileyen çok sayıda abiyotik ve biyotik faktör bulunmaktadır. Olumsuz hava koşulları sebebiyle bazı yıllar üretimde ciddi kayıplar yaşanmaktadır. Ayrıca, son yıllarda fındıkta külleme hastalığı ve kahverengi kokarca gibi zararlılar sebebiyle fındık tarımı önemli düzeyde etkilenmektedir. Türkiye’de günümüze kadar fındıkta yapılan çalışmalar incelendiğinde, birçoğunun zararlılar üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Ecevit ve ark., 1996; Ozman ve Çobanoğlu, 2001; Tunçer ve ark., 2001; Aşkın ve ark., 2022; Aşkın ve Akça, 2023).

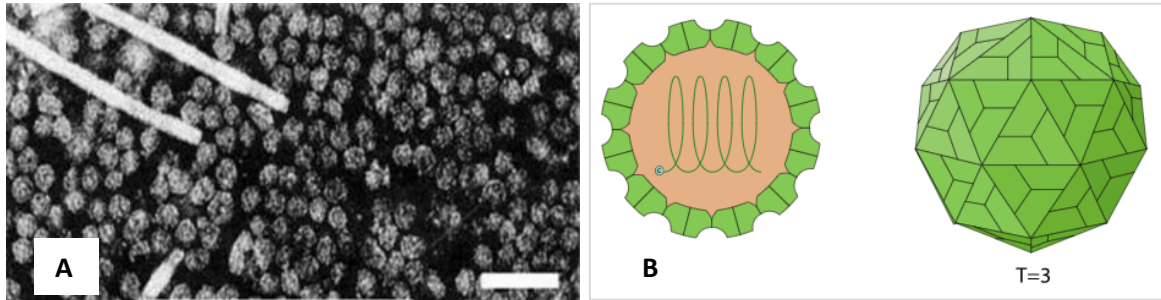
Bununla birlikte, Türkiye’de fındık üretiminde fungal (Sezer ve Dolar, 2015; Sezer ve ark., 2017; Lucas ve ark., 2018; Arciuolo ve ark., 2022; Polat ve ark., 2022), bakteriyel (Karahana ve ark., 2013; Ulusal ve Aksoy, 2017) ve viral (Akbaş ve ark., 2004) kaynaklı hastalıklar ve yabancı otlar da (Mennan ve ark., 1999; Kaya Altop ve Mennan, 2017) problem oluşturmaktadır.

Ilarvirus ApMV, daha yaygın bilinen adıyla apple mosaic virus (ApMV), dünyada fındık alanlarında en sık rastlanan virüs türüdür. Buna ilave olarak, prunus necrotic ringspot virus (PNRSV) (tür *Ilarvirus PNRSV*) ve tulare apple mosaic virus (TAMV) (tür *Ilarvirus TAMV*) dünyada fındıkta enfeksiyon oluşturduğu belirlenen diğer viral etmenlerdir (Pscheidt ve Stone, 2001; Snare, 2006). Türkiye’de şu ana kadar, fındık alanlarında sadece ApMV enfeksiyonuna rastlanmıştır (Akbas ve ark., 2004; Arlı Sökmen ve ark., 2004). Öte yandan, Moini ve ark. (2009), İran’da tomato ring spot virus (ToRSV) (tür *Nepovirus lycopersici*)’un fındıkta enfeksiyon oluşturduğunu belirlemişlerdir.

Bu bölümde, ApMV’nin biyolojik ve moleküler özellikleri, bulaşma yolları, dünyadaki yayılış alanları ve fındık yetiştiriciliğine etkileri üzerinde durulmuş, güncel bilgiler doğrultusunda virüsün kontrolüne yönelik önerilerde bulunulmuştur.

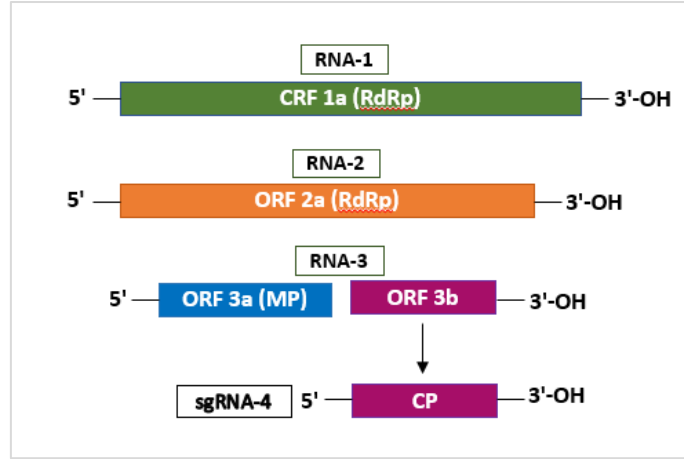
Morfolojik, Taksonomik ve Genomik Özellikleri

Ilarvirus ApMV (apple mosaic virus; ApMV), taksonomik olarak *Bromoviridae* familyası *Ilarvirus* cinsi içerisinde sınıflandırılmış bir virüs türüdür (ICTV, 2025). *Ilarvirus* cinsinde sınıflandırılan virüsler, serolojik özelliklerine göre 6 alt gruba (subgrup) ayrılmışlardır. ApMV subgrup III’de yer almaktadır (Roossinck ve ark., 2005). Virüsün yapısı, çapları 25-29 nm arasında değişen ikosahedral yapıda ve yarı-küresel (quasi-spherical) şekilli (Şekil 2) üç partikülden oluşmaktadır (Barbara ve ark., 1978; Roossinck ve ark., 2005).



Şekil 2. Apple mosaic virus partiküllerinin elektron mikroskop altında görünüşleri (A; Manzoor ve ark., 2023) ve T=3 ikosahedral simetriye sahip, şematize *Ilarvirus* virion yapısı [12 pentamer ve 20 heksamer yapıda, toplam 180 kapsid protein alt biriminden oluşur] (B; ViralZone, 2025)

ApMV, pozitif özellikte tek zincirli üç genomik (RNA-1, RNA-2 ve RNA-3) ve bir sub-genomik RNA (RNA-4) segmentine sahiptir (Roossinck ve ark., 2005) (Şekil 3). Bu RNA segmentlerinin 3' ucunda yer alan nükleotit dizileri birbiri ile benzerlik göstermektedir. RNA-1, 3476 nükleotitten oluşmakta ve birçok bitki RNA virüsünde olduğu gibi, metiltransferaz- ve helikaz-benzeri (MET/HEL) motiflerini içeren tek bir proteini (1a), yani RNA-bağımlı RNA polimeraz enzimini (RdRp-1) kodlamaktadır. RNA-2, 2979 nükleotide sahiptir ve 2a proteinini (RdRp-2) kodlayan tek bir okuma çerçevesini (ORF) içermektedir (Shiel ve Berger, 2000). Üçüncü genom segmenti (RNA-3) ise, 2056 nükleotid büyüklüğünde ve iki ORF bölgesine (3a ve 3b) sahiptir. İlk ORF (3a) hareket proteinini (MP) (Shiel ve ark., 1995), ikincisi (3b) ise 24.5 kDa büyüklüğünde kapsid proteinini (CP) kodlamaktadır. Kapsid proteini, 885 nükleotid içeren sub-genomik RNA replikasyon stratejisi aracılığıyla oluşturulmaktadır (Alrefai ve ark., 1994) (Şekil 3).



Şekil 3. Apple mosaic virus genom segmentlerinin organizasyonu [Manzoor ve ark. (2023)’den modifiye edilmiştir]

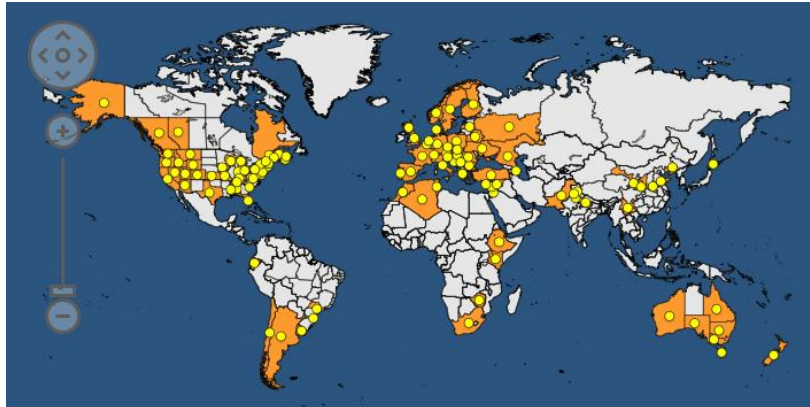
Dünyada Fındıkta İlk Tespiti ve Coğrafik Dağılımı

Fındıkta mozaik hastalığının belirtileri ilk defa Bulgaristan’da (Atanasoff, 1935), daha sonra 1957 yılında İtalya’da tanımlanmıştır (Scaramuzzi ve Ciferri, 1957). Ancak, İtalya’da fındık yapraklarında klorotik halka ve şerit şeklinde gözlenen belirtilerin ApMV ile ilişkili olduğu daha sonra gösterilmiştir (Ragozzino, 1980). ApMV, Fransa (Marenaud ve Germain, 1975), İspanya (Tasias, 1975), ABD (Postman ve Cameron, 1987), Türkiye (Akbaş ve ark., 2004; Arlı-Sökmen ve ark., 2004), Polonya (Kobylko ve ark., 2005), Portekiz (Silva ve ark., 2009) gibi çok sayıda ülkede fındık alanlarında tespit edilmiştir (Şekil 4).

ApMV’nin özellikle İtalya, İspanya ve Türkiye’de fındık üretim alanlarında yaygın olduğu; ABD ve Avrupa’da ise elma üretiminde önemli hale geldiği bilinmektedir. Dolayısıyla ApMV, geniş coğrafi yayılımı (Şekil 4) ve farklı iklim koşullarındaki konukçu çeşitliliği ile küresel ölçekte ekonomik öneme sahip bir patojen konumuna gelmiştir.

Türkiye’de Fındıkta İlk Tespiti ve Coğrafik Dağılımı

Türkiye’den ABD’ye ithal edilen 34 fındık klonunun %15’inde ApMV enfeksiyonunun saptanması ile ilgili çalışma (Postman ve Mehlenbacher, 1994), Türkiye’de ApMV’nin fındık alanlarında varlığına dair ilk bulguyu oluşturmaktadır.



Şekil 4. Apple mosaic virus’un dünyada coğrafik dağılımı. Sarı daire ApMV’nin varlığını, turuncu renk virüsün tespit edildiği ülkeyi temsil etmektedir (EPPO, 2025)

Türkiye’de fındık bahçelerinde gözlenen virüs-şüpheli örneklerdeki etmenin belirlenmesine yönelik çalışmalara 2001 yılında Batı Karadeniz Bölgesi’nde (Bartın, Düzce ve Zonguldak) ve 2002 yılında ise Samsun’da başlanmıştır. Zonguldak, Bartın ve Düzce’de fındık alanlarında incelenen 80 bahçenin 30’unun (%37.5) ApMV ile bulaşık olduğu saptanmıştır (Akbas ve ark., 2004). Arlı-Sökmen ve ark. (2004), Samsun’da incelenen 62 fındık bahçesinden rasgele alınan 620 örneğin test edilmesi sonucunda, ilçelere göre ApMV ile bulaşık oranının %10-18.3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Daha sonradan aşağıda belirtilen çalışmalar ile ApMV’nin Türkiye fındık üretimi için önemli birçok ilinde yaygın olduğu gösterilmiştir.

Batı Karadeniz Bölgesi’nde 2005-2008 yılları arasında beş ili (Kocaeli, Sakarya, Düzce, Zonguldak ve Bartın) kapsayan bir çalışmada, 213 fındık bahçesinden alınan toplam 1465 bitki örneği, DAS-ELISA (double antibody sandwich-enzyme linked immunosorbent assay) yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu örneklerin 197’sinde (%13.6) ApMV tespit edilmiştir (Akbaş ve Değirmenci, 2009). Daha sonra, Doğu ve Batı Karadeniz Bölgesi’nde (Düzce, Sakarya, Samsun, Ordu, Giresun ve Trabzon) 2007-2010 yılları arasında, 194 fındık ve 47 elma örneği DAS-ELISA yöntemi ile test edildiğinde, 44 fındık ve 15 elma örneğinin ApMV ile bulaşık olduğu saptanmıştır (Ertunç ve ark., 2014). Takiben, Giresun ilinde, 2011-2012 yıllarında 35 fındık bahçesinden toplanan 229 yaprak örneğinin %7.86’sının ApMV ile enfekteli olduğu belirlenmiştir (Sevik, 2015).

Konukçu Çevresi

İllarvirus’ler daha ziyade odunsu bitkilerde enfeksiyon oluşturmaktadır. ApMV, başta elma olmak üzere; fındık, gül, şerbetçiotu, huş, at kestanesi, kiraz, erik, şeftali, kayısı, badem, böğürtlen, ahududu ve çilek gibi türlerin bulunduğu 19 familyaya ait 65’ten fazla bitki türünü enfekte edebilmektedir (Gottlieb ve Berbee, 1973; Sweet ve Barbara, 1979; Wong ve Horst, 1993; Aramburu ve Rovira, 1998; Tzanetakakis ve Martin, 2005; Lakshmi ve ark., 2011). Ayrıca, ApMV’nin konukçu çevresinin, liken simbiyozunda yer alan *Trebouxia* alglerini de içerdiği bildirilmiştir (Grimová ve ark., 2013).

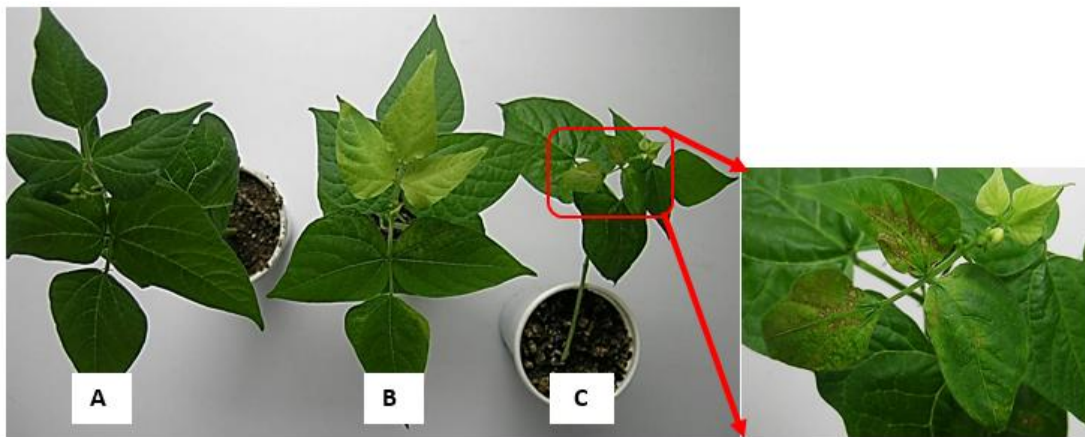
Türkiye’de fındık dışında; elma (Özkan ve Kurçman, 1976; Elibüyük ve Erdiller, 1998; Kutluk Yılmaz ve ark., 2005; Akbaş ve İlhan, 2005; Yardımcı ve Eryiğit, 2006; Dursunoğlu ve Ertunç, 2008; Birişik ve ark., 2008; Uzunoğulları ve İlbağı, 2009), armut, ayva, (Dursunoğlu ve Ertunç, 2008; Uzunoğulları ve İlbağı, 2009), erik (İlbağı ve ark., 2008), kayısı (Buzkan ve ark., 2006), şeftali (Çıtır ve İlbağı, 2008) gibi yumuşak ve sert çekirdekli meyveler ile gülde (Sipahioğlu ve ark., 2001; Yardımcı ve Culal, 2009; Orhan ve Yeşil, 2025) ApMV belirlenmiştir. Yumuşak çekirdekli meyve üretimi bakımından Türkiye’nin önemli illerinde yetiştirilen bazı meyve çeşitlerinde ApMV enfeksiyonu tespit edilmiştir. Özellikle, Starking Delicious, Golden Delicious, Granny Smith, İmparator, Starkrimson, Vista Bella ve Anna elma çeşitlerinde ve M9 anaçlarında (Akbaş ve İlhan, 2005; Kutluk Yılmaz ve ark., 2005; Çağlayan ve ark., 2006; Yardımcı ve Eryiğit, 2006; Uzunoğulları ve İlbağı, 2009), ayrıca Santa Maria, Deveci ve Akça armut çeşitlerinde ve Eşme ayva çeşidinde (Uzunoğulları ve İlbağı, 2009) ApMV saptanmıştır.

ApMV’nin, doğal koşullarda bazı yabancı ot türlerinde de enfeksiyon oluşturduğu belirlenmiştir. Samsun iline bağlı Merkez, Çarşamba ve Terme, Ordu iline bağlı Ünye ve Fatsa ilçelerindeki enfekteli fındık ocaklarının altında yetişen otsu ve yarı odunsu özellikteki bitkilerden alınan örnekler ELISA ve RT-PCR (reverse transcription-polymerase chain reaction) yöntemleri ile test edilmiş ve ApMV’nin *Rubus canescens* ve otsu bazı yabancı otlarda (*Scandix sp.*, *Artemisia vulgaris*, *Campanula sp.*, *Galeopsis sp.*, *Salvia verbenaca*, *Prunella spp.*, *Clematis vitalba*) enfeksiyon oluşturduğu belirlenmiştir (Arlı-Sökmen ve ark., 2005) (Çizelge 2). Ancak, ApMV’nin fındıktan otsu bitki türlerine – ya da otsu bitki türlerinden fındığa bulaşmasında rol oynayan olası bir vektörü konusunda bu çalışmada herhangi bir bulguya ulaşılamamıştır. Bununla birlikte, fındık bahçelerinde ApMV bulaşıklık durumunun çok yoğun olmaması nedeniyle, fındık ve yabancı otlar arasında virüsün taşınmasını sağlayan hareket kabiliyeti düşük bir vektörünün olabileceğine vurgu yapılmıştır (Arlı-Sökmen ve ark., 2005).

Çizelge 2. Apple mosaic virus'un tespit edildiği yabancı ot türlerinin familyaları, yaşam formu ve bu türlerde gözlenen belirtiler (Arli-Sokmen ve ark., 2005)

Tür	Familiya	Yaşam Formu	Arazide gözlenen yaprak belirtisi
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Asteraceae	Çok yıllık	Yok
<i>Campanula</i> sp.	Campanulaceae	Tek yıllık	Yok
<i>Clematis vitalba</i> L.	Ranunculaceae	Çok yıllık	Yok
<i>Galeopsis</i> sp.	Lamiaceae	Tek yıllık	Yok
<i>Prunella</i> sp.	Lamiaceae	Tek yıllık	Meşe yaprağı deseni
<i>Rubus canescens</i> L.	Rosaceae	Çok yıllık	Klorotik leke
<i>Salvia verbenaca</i> L.	Lamiaceae	Çok yıllık	Kloroz
<i>Scandix</i> sp.	Apiaceae	Tek yıllık	Yok

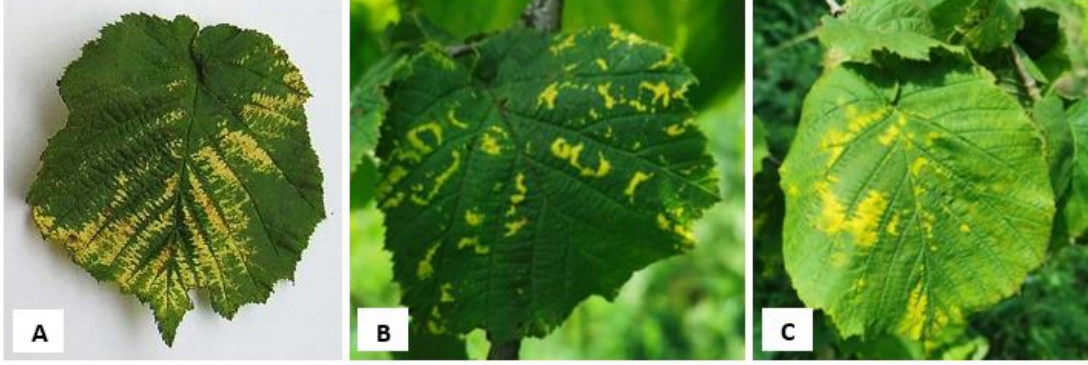
ApMV'nin laboratuvar koşullarında odunsu konukçularından otsu bitkilere mekanik inokulasyon yöntemi ile bulaştırılması oldukça zordur (Fulton, 1966; Shiel ve Berger, 2000). Buna rağmen, *Chaenomeles japonica*, *Cucumis sativus*, *Torenia fournieri*, *Vinca rosea*, *Vigna sinensis*, *Cyamopsis tetragonoloba*, *Petunia hybrida*, *Chenopodium quinoa*, *C. amaranticolor*, *Cucurbita maxima*, *C. pepo*, *Nicotiana benthamiana*, *N. megalosiphon* ve *Phaseolus vulgaris* gibi otsu bitki türlerine bitki öz suyu ile mekanik olarak taşınabildiği gösterilmiştir (Fulton, 1972; Paunovic ve ark., 2011). Daha önceki bir çalışmada, ApMV-enfekteli olduğu belirlenen yabancı ot türlerine ait bitki öz suları kullanılarak fasulye bitkilerine virüs mekanik olarak bulaştırıldığında, inokulasyondan 2-5 hafta sonra bu bitkilerin apikal yapraklarında kloroz ve nekrotik lezyonlar gözlenmiştir (Şekil 5). Bu bitkiler, ELISA ve RT-PCR yöntemleri ile test edildiklerinde ApMV ile enfekteli bulunmuştur (Arli-Sökmen ve ark., 2006).



Şekil 5. Apple mosaic virus-Samsun izolatu ile mekanik olarak inokule edilen fasulye bitkilerinin üst yapraklarında oluşan kloroz ve nekrotik lezyonlar (B ve C) ile sağlıklı fasulye bitkisinin (A) genel görünümü (Fotoğraflar: M. Arli-Sökmen ve N.D. Kutluk Yılmaz)

Fındıktaki Belirtileri

ApMV ile bulaşık fındık ocaklarında yapraklarda mozaik, klorotik halkalı leke, damar bantlaşmaları ve meşe yaprağı benzeri belirtiler gözlenmektedir (Şekil 6). Bu belirtiler özellikle ilkbahar aylarında daha belirgin iken, zamanla ve sıcaklıkların artmasıyla kısmen veya tamamen kaybolabilmektedir (Kobylko ve Nowak, 2006).



Şekil 6. Fındık bitkisinde ApMV'nin oluşturduğu damar aralarında bantlaşma (A), halkalı leke (B) ve mozaik (C) belirtileri (Fotoğraflar: A: M. Arlı-Sökmen; B-C: S. Çankaya)

Bulaşma Yolları

ApMV, doğada enfekteli aşı materyalleri ve vejetatif çoğaltım materyalleri ile bulaşmaktadır. İlâveten, birbirine yakın dikilen genç fidanlar arasında kök kaynaşması yoluyla (Graham ve Bormann, 1966) ve şerbetçi otunda budamada kullanılan ekipman ile enfekteli bitkilerden sağlıklı bitkilere taşınabilmektedir (Pethybridge ve ark., 2002). Ayrıca, fındık bitkisinde ApMV'nin tohum ile de taşınabildiği gösterilmiştir. İspanya'da, aşı yöntemiyle ApMV ile inokule edilen "Negret" çeşidine ait fındık bitkileri, sağlıklı bitkiler ile aralıklı olarak dikildikten sonra 10 yıllık süre boyunca ApMV'nin aşılınmamış diğer bitkilere bulaşma ve yayılması izlenmiştir. İlk yedi yılda negatif olmalarına rağmen, 10 yılın sonunda aşılınmayan bitkilerin %15'i ApMV ile enfekteli bulunmuştur. Ayrıca, aşı ile ApMV bulaştırılan bitkilerden elde edilen tohumların %54'ü, aşılınmayan bitkilerden elde edilen tohumların ise %8'i ApMV-pozitif olarak elde edilmiştir (Aramburu ve Rovira, 2000). Ayrıca, Cameron ve Thompson (1986), enfekteli polenden elde edilen tohumların %2'sine ApMV'nin bulaştığını belirlemişlerdir.

Yeni fındık bahçelerinin oluşturulması sırasında, virüs ile bulaşık fındık ocaklarına ait dip sürgünlerin vejetatif çoğaltım materyali olarak kullanılması, virüsün yayılmasında rol oynayan en önemli faktörlerden biridir (Akbas ve ark., 2004; Arlı-Sökmen ve ark., 2005). Diğer taraftan, şu ana kadar ApMV'nin doğal koşullarda taşınmasında etkili olduğu belirlenmiş olan bir vektörü bulunamamıştır (Postman ve Mehlenbacher, 1994).

Teşhis ve Tanısı

Bitki virolojisi alanında serolojik ve moleküler yöntemler uzun yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. En klasik serolojik yöntemlerinden biri olan ELISA yöntemi, çok sayıda örneğin aynı anda test edilmesine olanak vermesi ve enfekteli bitkilerin belirlenmesi esnasında hızlı tarama imkânı sağlaması sebebiyle günümüzde halen kullanım alanına sahiptir. Diğer odunsu bitkileri enfekte eden birçok virüs gibi, ApMV enfekte ettiği bitkilerin dokularında genellikle düzensiz dağılım göstermektedir (Fuchs ve Gruntzig, 1994). Örneğin, enfekteli olduğu bilinen fındık bitkisinin bazı dallarından alınan örnekler ApMV ile enfekteli olarak belirlenmişken, diğer bazı dallarına ait örnekler ApMV ile bulaşık olmayabilir. Bu düzensiz dağılım özelliği göz önüne alındığında, örnekleme zamanı ve ağacın kanopisinde örneğin alındığı kısım, ELISA ile ApMV'nin belirlenmesini etkilemektedir (Gruntzig ve ark., 1994). Sert çekirdekli meyve ağaçlarında örnekleme zamanının ApMV'nin teşhisindeki etkisine yönelik İspanya'da yapılan bir çalışmada, kasım ayında alınan dormant dönemdeki tomurcukların

çoğunun ELISA ile bulaşık olarak belirlendiği, ancak sıcak aylarda alınan yaprak örneklerinin sadece %10'nun pozitif sonuç verdiği bildirilmiştir (Matic ve ark., 2008). Çek Cumhuriyeti'nde yapılan bir diğer çalışmada, elma ağaçlarının genç yapraklarında ApMV'nin maksimum konsantrasyona Nisan ayı ortalarında ulaştığı belirlenmiştir (Svoboda ve Polak, 2010). Düşük virüs konsantrasyonu içeren örneklerde, ELISA yönteminin duyarlılığı sınırlı olabilmektedir. Fındık yaprak örneklerinin ELISA ile ApMV-antiserumu kullanılarak test edildiği bir çalışmada (Arli-Sökmen ve ark., 2004), bazı semptomlu örneklerin virüs bakımından negatif, bazı semptomsuz örneklerin ise pozitif sonuç verdiği gözlenmiştir. Bir diğer çalışmada (Akbaş ve Değirmenci, 2009), ELISA ile test edilen semptomlu fındık bitkilerinin tamamı pozitif, semptomsuz bitkilerin ise çoğu negatif sonuç vermiştir. ELISA sonuçlarını etkileyen birden fazla faktör bulunmaktadır. Torrance ve Dolby (1984), genç yaprakların, yaşlı yapraklara göre ELISA ile ApMV'nin belirlenmesinde daha kullanışlı olduğunu, test edilen örnekteki virüs ve kullanılan antikor konsantrasyonlarının, ve ayrıca substrat ilavesinden sonra ELISA mikropleyti inkübasyon süresinin ELISA absorban değerlerini, dolayısıyla sonucu etkilediğini belirtmişlerdir.

Konvansiyonel RT-PCR ve real-time qPCR (quantitative-PCR) yöntemleri, serolojik yöntemlere göre daha duyarlı olmaları nedeniyle, son yıllarda virüs tanısında araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. ApMV'nin kapsid veya hareket protein bölgelerine özgü primerler kullanılarak uygulanan RT-PCR (Ulubaş ve Ertunç, 2003; Arli-Sokmen, 2005; Çağlayan ve ark., 2006; Arli-Sokmen ve ark., 2006; Yardımcı ve ark., 2008; Korkmaz ve ark., 2013) ve real-time qPCR (Akbaş ve ark., 2025) yöntemleri, Türkiye'de özellikle fındık ve elmada ApMV'nin belirlenmesinde ve moleküler karakterizasyonunda yüksek özgüllük ve duyarlılıkta sonuçlar vermiştir. RT-qPCR ile düşük virüs konsantrasyonları güvenle tespit edilebilmekte, bu sayede sertifikasyon programlarında güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda, gerek RT-PCR yönteminin (Çağlayan ve ark., 2006; Yardımcı ve ark., 2008), gerekse RT-qPCR'ın; ELISA yöntemine kıyasla ApMV'nin teşhis ve tanısında daha üstün olduğu gösterilmiştir. Konvansiyonel RT-PCR yöntemi ile virüs teşhis limiti 100 pg/µl iken, RT-qPCR yönteminde 100 fg/µl olarak belirlenmiştir (Akbaş ve ark., 2025). Ayrıca, yeni nesil dizileme (NGS) tabanlı yöntemler, ApMV'nin genetik çeşitliliğini ve farklı varyantlarını belirlemede önemli bir potansiyel taşımaktadır. Yakın zamanda, bu teknik iki farklı elma çeşidinde (Golden Delicious ve Oregon Spur) ApMV'nin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır (Nabi ve ark., 2022).

ELISA ve PCR yöntemleri ile ApMV'nin güvenilir teşhis ve tanısı için; yaprak, çiçek, ağaç kabuğu veya odun dokusu gibi farklı bitki kısımlarından hangilerinin daha iyi sonuç verdiğinin ön çalışmalarla belirlenmesi gereklidir. Buna yönelik bir çalışmada, farklı fındık dokularından (fındık zuru, çiçeği ve yaprağı) ve beş farklı izolasyon yöntemi [LiCl₂/Fenol/Kloroform (1), Guanidin izosiyanat (2), LiCl₂ (3), Qiagen's RNeasy Plant Mini kit (4), Guanidin izosiyanat/Silika jel (5)] kullanılarak elde edilen toplam RNA'lar ile RT-PCR yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada, ApMV'nin güvenilir teşhisinde en iyi sonuç, aktif karbon uygulaması ile kombine edilen guanidin izosiyanat/silika jel yöntemi ile elde edilmiştir. Kullanılan farklı bitki dokularından en iyi sonucu ise çiçek dokusu vermiştir (Akbaş ve Değirmenci, 2011). Nitekim, elma ağaçlarında ApMV'nin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmalarda da genç elma yaprakları ile kıyaslandığında, çiçek petal yapraklarının daha yüksek virüs konsantrasyonu içerdiği belirlenmiştir (Turk, 1996; Svoboda ve Polak, 2010). Bir diğer çalışmada, lityum klorür yöntemi ile farklı fındık çeşitlerine (Foşa, Mincane, Palaz, Tombul) ait yapraklardan elde edilen toplam RNA'lar kullanılarak uygulanan RT-PCR yöntemi ile ApMV başarılı bir şekilde tespit edilmiştir (Kaya, 2014).

ApMV'nin en güvenilir ve hassas şekilde belirlenmesi için, kullanılan bitki dokusunun ve örnek alma zamanının uygunluğu, birçok araştırmacının sertifikasyon çalışmaları sırasında önem verdiği bir konudur. RT-PCR ve RT-qPCR yöntemleri, farklı bitki kısımlarından farklı zamanlarda alınan örneklerdeki virüs miktarının ve virüsün bitkideki dağılımının belirlenmesi için kullanılmaktadır. Elmada mozaik hastalığına sebep olan ApMV ve apple necrotic mosaic virus (ApNMV), RT-PCR yöntemi ile ilkbahar mevsiminde alınan bütün örneklerde belirlenmişken, yaz aylarında alınan örneklerde sadece tohum ve meyvede, sonbaharda ise yapraklarda ve çiçek sapında saptanmıştır. RT-qPCR yöntemi sonuçları ise her iki virüsün miktarının ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde yapraklarda daha fazla

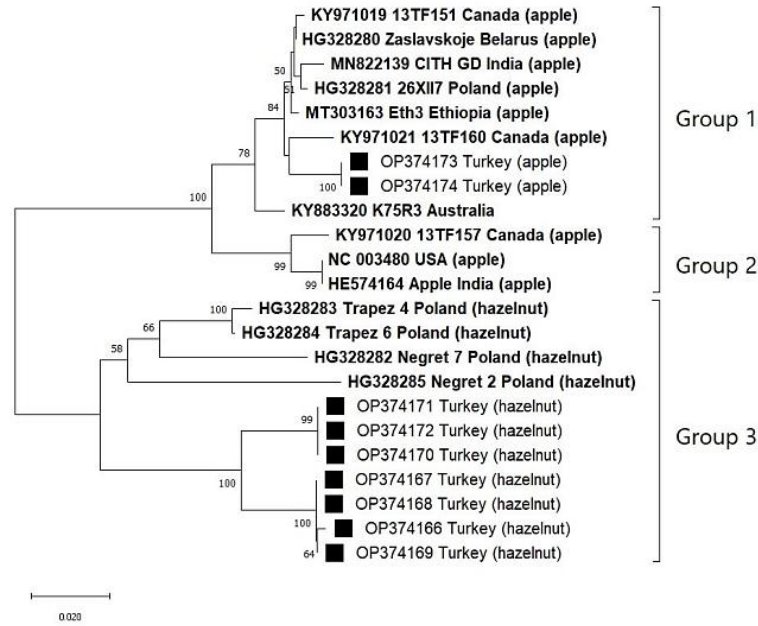
olduğunu, buna karşılık yaz aylarında ise tohumda fazla olduğunu göstermiştir (Nabi ve ark., 2023). Her iki virüsün erken ve hızlı bir şekilde RT-PCR yöntemi ile elmada belirlenmesi için, ilkbahar ve sonbaharda alınan yaprak örneklerinin; yaz aylarında ise tohum örneklerinin kullanılabileceği bu çalışmada vurgulanmıştır.

PCR esaslı yöntemlerin ApMV'nin teşhis ve tanısında kullanımını zaman zaman sınırlandıran faktörler mevcuttur. Bazı odunsu bitkilerin dokularında bulunan ve RNA izolasyonunda inhibitör etkisi olan fenolik bileşikler bunlar arasındadır. Özellikle bitki dokusunda virüs miktarı düşük olduğunda, inhibitör maddelerin etkisiyle sonuç almak zor olabilmektedir.

ApMV İzolatlarının Genetik İlişkileri

ApMV, hem otsu, hem de odunsu bitkilerde enfeksiyon oluşturmaktadır. Türkiye'de farklı konukçu bitki türlerinde enfeksiyon oluşturan ApMV izolatlarının moleküler özelliklerini ve genetik ilişkilerini inceleyen çalışmalar mevcuttur (Ertunç ve ark., 2011; Akbaş ve Değirmenci, 2012; Karanfil, 2017; Çelik ve ark., 2023). Bazı çalışmalarda, izolatlar arasında genetik akrabalıkların, ApMV izolatının elde edildiği konukçu ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Örneğin, Marmara, Ege, Akdeniz ve Orta Anadolu Bölgeleri'nde gül yetiştirilen alanlardan alınan örneklerde tespit edilmiş olan ApMV izolatları, kapsid protein bölgesine ait nükleotid dizileri kullanılarak filogenetik olarak analiz edildiği zaman, gül izolatlarının diğer konukçulara (findık, elma, armut, şerbetçi otu) ait izolatlardan ayrı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir (Karanfil, 2021). Bir diğer çalışmada (Çelik ve ark., 2023) da benzer şekilde konukçuya göre ApMV izolatları arasındaki genetik yakınlık veya uzaklıklar gösterilmiştir. Bu çalışmada, ApMV-kısmi hareket proteinini, transkripsiyon dışı (UTR) ara bölge ve kapsid proteinini sekans verilerinin analizi; farklı ülke orijinli elma ve findık ApMV izolatlarının üç ana grupta (Grup I-III) toplandığını ortaya koymuştur. Türkiye-findık izolatları, Türkiye-elma izolatlarından ziyade, Polonya findık izolatları ile daha yakın genetik ilişkili bulunmuştur (Çelik ve ark., 2023). Türkiye elma izolatları ise, filogenetik ağaçta farklı ülkelere ait diğer elma izolatları ile bir arada kümelenmiştir (Şekil 7). Benzer şekilde, Polonya'da yapılan bir çalışmada, ApMV-findık izolatları; elma, armut, *Prunus* sp., gül, şerbetçi otu, *Trebouxia* sp. (liken simbiyozu alg) ve kara mürver'den elde edilen izolatlardan farklı grupta kümelenmiştir. Ancak, Polonya'ya ait tek bir findık izolatı, Çek Cumhuriyeti'ne ait findık izolatı ile ayrı gruplarda yer almış ve bu iki izolat genetik olarak yakın ilişkili bulunmamıştır.

Çelik ve ark. (2023), Türkiye findık izolatlarının RNA-3 segmentinde 1003-1005. ve 1089-1091. pozisyonlarda, amino asit dizisini etkileyen nükleotid silinmelerinin olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca; yedi ApMV findık izolatında, 1098-1100. ve 1106-1112. nükleotid pozisyonlarında, dört amino asit dizisini etkileyen 10 nükleotidlik silinmenin daha mevcut olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmada, elma ve findık izolatları arasındaki varyasyonların çoğunlukla genler arası kod dışı bölgede olduğu belirlenmiştir.



Şekil 7. Türkiye ApMV izolatlarının (siyah kare ile işaretli) ve NCBI’da kayıtlı ApMV izolatlarının kısmi hareket protein+translasyon dışı (UTR) bölge+kapsid protein gen bölgelerine ait nükleotid dizileri kullanılarak, Neighbor –joining yöntemiyle oluşturulan dendrogram (Çelik ve ark., 2023)

Diğer bazı çalışmalarda, ApMV izolatları arasındaki genetik ilişkilerin konukçu ile bir bağlantısı olduğu gösterilmemiştir. Düzce ilinde fındıktan elde edilen iki ApMV izolatı ile Isparta iline ait bir elma ve Amasya iline ait iki erik izolatının kapsid protein nükleotid dizileri analiz edilmiştir. Az sayıda ApMV izolatının filogenetik analizde kullanıldığı bu çalışmada; her iki fındık izolatının da, Amasya erik izolatı ve Avustralya orjinli şerbetçi otu ve Kore elma izolatları ile filogenetik ağaçta aynı ana grupta yer aldığı belirlenmiştir. Buna karşılık, diğer Amasya erik izolatı ve Isparta elma izolatı ise, Brezilya (elma), Hindistan (elma) ve Çek Cumhuriyeti (armut) izolatları ile aynı ana gruba yerleşmiştir (Akbaş ve Değirmenci, 2012).

Diğer taraftan, bir başka çalışmada ise ApMV izolatlarının konukçudan ziyade, coğrafik orijinlerine göre filogenetik ağaçta kümelendiği belirlenmiştir (Ertunç ve ark., 2011). Ukrayna’ya ait elma, gül ve kırmızı berberis (*Berberis thunbergii*) bitkilerine ait izolatlar ile Türkiye’ye ait elma ve fındık izolatları, kapsid protein gen bölgesi nükleotid dizisi bakımından analiz edilmiştir. Türkiye’ye ait 11 fındık izolatından altı tanesinin, Isparta ilinden elde edilen elma izolatı ile beraber aynı grupta; diğer bir fındık izolatının Nevşehir elma izolatı, geriye kalan diğer fındık izolatlarının Yeni Zelanda elma, Tokat ve Antalya elma izolatları ile genetik ilişkili olduğu gösterilmiştir. Ukrayna elma, gül ve kırmızı berberis izolatları ise dendrogramda farklı bir dalda toplanmıştır (Ertunç ve ark., 2011).

Fındık Üretimine Etkisi

ApMV’nin zarar derecesi ve kayıp oranları konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. İspanya’da ‘Negret’ fındık çeşidi ile yapılan dört yıllık bir çalışma, sağlıklı fındık ağaçlarından elde edilen verimin, ApMV ile enfekteli ağaçlara göre %77’ye kadar değişen oranda daha fazla olduğunu göstermiştir (Aramburu ve Rovira, 1998). Verim kaybının enfekteli ağaçlardan nispeten daha az sayıda meyve elde edilmesi ile bağlantılı olduğu, fındık meyvesindeki ağırlık kaybı ile ilgili olmadığı belirtilmiştir (Aramburu ve Rovira, 1998). Türkiye’de Bartın, Düzce, Zonguldak illerinde yürütülen çalışmada, ApMV’nin illere göre sırasıyla ortalama %19.7, %35.6 ve %28.3 oranlarında fındık veriminde kayıp oluşturduğu saptanmıştır. Ayrıca, Aramburu ve Rovira (1998)’dan farklı olarak, bu

çalışmada ApMV'nin fındık meyve kümelerinde (çotanak) %28.2 ağırlık kaybına neden olduğu, enfekteli bitkilerin daha küçük ve iç boş meyve oluşturduğu bildirilmiştir (Akbaş ve Değirmenci, 2009).

Karadeniz Bölgesi fındık alanlarında ApMV belirtilerine uzun zamandır rastlanmaktadır. Araştırmacıların uzun yıllara dayalı gözlemleri, bölgede ApMV'nin yaygın bulunduğunu, ancak bahçe içindeki bitkiden bitkiye bulaşma hızının ise düşük olduğunu göstermiştir. İspanya'da Negret çeşidinin yetiştirildiği fındık bahçesinde 10 yılda %15 yeni ApMV bulaşıklığına ulaşılmış olması (Aramburu ve Rovira, 2000), Karadeniz Bölgesi fındık alanlarındaki ApMV enfeksiyonu ile ilgili gözlemleri desteklemektedir. Fındık mozaik hastalığının arazideki ilerleme seyrinin yavaş olması, bölge üreticileri tarafından ApMV belirtilerinin fark edilmesini ve önlem alınmasını geciktirmektedir. Kısa sürede belirgin bir zarar oluşturduğu net olarak anlaşılmasa da, ApMV uzun vadede fındık bahçelerinin sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyebilir. Özellikle daha ufak meyve oluşumuna sebep olması ve ihracat kalitesini olumsuz etkileme potansiyeli nedeniyle, ApMV fındık yetiştiriciliğinde dikkate alınması gereken önemli bir viral etmendir.

Kontrolü

Bilindiği gibi, günümüzde bitki virüslerine karşı direkt etkili ve pratikte uygulanabilecek herhangi bir tedavi edici yöntem bulunmamaktadır. Bu nedenle virüs kontrolü, daha çok bulaşma ve yayılmayı önleyici tedbirlere dayanmaktadır. ApMV ile mücadelede en önemli konulardan biri; üretimde sertifikalı, virüs içermeyen çoğaltım materyallerinin kullanılmasıdır. Türkiye'nin dünya fındık üretimindeki yeri göz önüne alındığında, sürdürülebilir fındık üretimi için özellikle yeni tesis edilecek bahçelerin ve bahçe içindeki gençleştirme çalışmalarının, hastalıksız üretim materyalleri kullanılarak yapılması önemlidir. Bu bakımdan; fındık, sertifikalı bitki materyali üretimi için öncelik verilmesi gereken bitki türlerinden biridir. Ayrıca, meristem kültürü, termoterapi ve kriyoterapi gibi biyoteknolojik yöntemlerle, virüsten arındırılmış bitkiler elde edilebilmektedir. Özellikle, kriyoterapi yönteminin ApMV eliminasyonunda başarılı olma potansiyeli bulunmaktadır (Kaya, 2021).

ApMV'nin konukçu çevresinin şu ana kadar bilinen bitki türleri ile sınırlı olmadığı tahmin edilmektedir. Fındık bahçelerinde konukçusu olabilecek yabancı ot türlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara devam edilmesi, ekosistemde minimum etkiye sahip entegre mücadele teknikleri kullanılarak yabancı ot kontrolü, bitki dikim mesafesine dikkat edilerek kök kaynaşması yoluyla virüs taşınmasının önlenmesi ve yeni bahçe tesisi edilirken toleranslı/dayanıklı çeşitlerin kullanılması, ApMV ile mücadelede öncelik verilmesi gereken konular arasındadır. Ayrıca, ıslah çalışmaları ile ApMV'ye dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi, uzun vadede sürdürülebilir virüs kontrolü için önemlidir.

Sonuç

Taksonomik olarak *Bromoviridae* familyası *Ilarvirus* cinsinde yer alan *Ilarvirus ApMV*, daha yaygın bilinen adıyla apple mosaic virus (ApMV), fındık alanlarında en çok rastlanılan virüs türüdür. Enfekteli fındık bitkilerinin altında gelişen ve çoğaltımda kullanılan dip sürgünleri, virüs ile bulaşık bitkilerden alınan aşı materyalleri, fındık alanlarında çoğunlukla ilk inokulum kaynaklarını oluşturmaktadır. ApMV; doğada sık dikilen bitkiler arasında kök kaynaşması ve düşük oranda da olsa enfekteli bitkilerden elde edilen tohumlar ile taşınabilmektedir. ApMV, Türkiye'de fındıkta ortalama %19.7 ve %35.6 arasında değişen verim kayıplarına neden olmaktadır. Virüsün fındık yapraklarında oluşturduğu mozaik, klorotik halkalı leke ve damar bantlaşma belirtileri özellikle erken ilkbahar döneminde daha belirgindir. Yaz aylarında sıcaklığın 27-28°C'nin üzerine yükselmesi ile bu belirtiler geçici olarak tamamen ya da kısmen maskelenebilmektedir. Bu nedenle, ELISA, RT-PCR, RT-qPCR gibi hassas yöntemler ile ApMV'nin belirlenebilmesi için; örneklemenin erken ilkbahar döneminde ve farklı bitki kısımlarına ait doku örnekleri kullanılarak yapılması gereklidir. Ayrıca, üretim materyali temininde kaynak olarak kullanılması planlanan fındık bitkilerinin, söz konusu bu yöntemler ile önceden test edilmesi önemlidir. Virüsün doğal vektörünün bilinmemesi, epidemiyolojisinde önemli bir araştırma boşluğu oluşturmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'de fındık üretim alanlarında ApMV'nin genetik çeşitliliğini ve olası potansiyel vektörünü belirlemeye yönelik kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. İlâveten, mevcut sertifikasyon sistemlerinin güçlendirilmesi, RT-qPCR gibi yüksek hassasiyetli tanı yöntemlerinin rutin olarak uygulanması, fındıkta virüssüz çoğaltım materyali üretimi ve kullanımının

teşvik edilmesi gereklidir. Bu kapsamda, etkili bir yöntem olan kriyoterapi, ApMV'den arındırılmış sağlıklı bitki materyali elde edilmesi için kullanılabilir. Böylelikle, bütüncül bir yaklaşımla, ApMV'nin neden olduğu verim kayıpları en aza indirilebilir.

KAYNAKLAR

- Akbaş, B., İlhan, D., & Atlamaz, A. (2004). A preliminary survey for hazelnut (*Corylus avellana* L.) viruses in Turkey. Abstract Book. 6th International Congress on Hazelnut, 14–18 June, 2004. Tarragona, Reus, Spain, p.94.
- Akbaş, B., & Değirmenci, K. (2009). Incidence and natural spread of *Apple mosaic virus* on hazelnut in the west black sea coast of Turkey and its effect on yield. *Journal of Plant Pathology*, 91(3): 767-771.
- Akbaş, B., & Değirmenci, K. (2011). Simultaneous detection of apple mosaic virus in cultivated hazelnuts by one-tube RT-PCR. *African Journal of Biotechnology*, 9 (12): 1753-1757.
- Akbaş, B., & Değirmenci, K. (2012). Partial capsid protein gene sequence analysis of apple mosaic virus infecting apple, plum and hazelnut in Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology*, 41 (No. 1-3): 1-7.
- Akbaş, B., & İlhan, D. (2005). Widespread distribution of *Apple mosaic virus* on apple in Turkey. *Plant Disease*, 89 (9): 1010.
- Akbaş, B., Morca, A. F., Coşkan, S., Şahin-Taylan, Z., Taylan, E., Güler, E., & Çelik, A. (2025). Strengthening hazelnut certification systems through sensitive detection of apple mosaic virus (ApMV). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 132 (3): 102.
- Alasalvar, C., Amaral, J. S., Satır, G., & Shahidi, F. (2009). Lipid characteristics and essential minerals of native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). *Food Chemistry*, 113 (4): 919-925.
- Alrefai, R. H., Shiel, P. J., Domier, L. L., D'Arcy, C. J., Berger, P. H., & Kobran, S. S. (1994). The nucleotide sequence of apple mosaic virus coat protein no similarity of with other *Bromoviridae* coat protein genes. *Journal of General Virology*, 75 (10): 2847-2850.
- Anonim. (2024). Fındık Tarım Ürünleri Piyasaları Raporu: Temmuz-2024-v4. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasalari>). (Erişim tarihi: 21.10.2025).
- Aramburu, J. M., & Rovira, M. (2000). Incidence and natural spread of Apple mosaic ilarvirus in hazel in North-East Spain. *Plant Pathology*, 49 (4): 423-427.
- Aramburu, J., & Rovira, M. (1998). The effects of *Apple mosaic ilarvirus* (ApMV) on hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73: 97-101.
- Arciuolo, R., Chiusa, G., Castello, G., Leggieri, M.C., Spigolon, N. & Battilani, P. (2022). *Diaporthe* spp. is confirmed as the main fungus associated with defective Turkish hazelnuts. *Plant Health Progress*, 23: 4, 440-448.
- Arlı-Sokmen, M., Şevik, M. A., & Yılmaz, M. A. (2004). Samsun'da Fındık (*Corylus avellana* L.) Alanlarının Elma mozaik virüsü (ApMV) ile Bulaşıklık Durumunun Belirlenmesi. Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 8-10 Eylül 2004, Samsun, Türkiye, 173 s.
- Arlı-Sökmen, M. (2005). A preliminary study on molecular differentiation of apple and hazelnut isolates of ApMV. *Journal of Turkish Phytopathology*, 32 (3): 115-123.
- Arlı-Sokmen, M., Kutluk Yılmaz, N. D., Mennan, H., & Sevik, M. A. (2006). RT-PCR detection of Apple mosaic virus infection in some weed hosts found in hazelnut orchards in Turkey. In XX. International Symposium on Virus and Virus-Like Diseases of Temperate Fruit Crops-Fruit Tree Diseases 781 (781): 155-160.

- Arli-Sokmen, M. A., Yılmaz, N. D. K., Mennan, H., & Sevik, M. A. (2005). Natural weed hosts of *Apple mosaic virus* in hazelnut orchards in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 87 (3): 239-242.
- Aşkın, A. K., & Akça, İ. (2023). A New Invasive Polyphagous Pest, Brown Marmorated Stink Bug [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]: Biology and Control Methods. Alisherovich, D. B. (Eds.). in: Materials of The International Scientific And Practical Conference: Phytosanitary Safety: Threats And Solutions Congress Book (s. 22-25). Almaty.
- Aşkın, A. K., Akça, İ., Saruhan, İ., & Altaş, K. (2022). Karadeniz Bölgesindeki Önemli İstilacı Böcek Türleri, İstilacı Zararlı Türler Ve Mücadelesinde Yeni Yaklaşımlar, eds. Gülay Kaçar, Paradigma Akademi, ss. 171-205.
- Atanasoff, D. (1935). Old and new virus diseases of trees and shrubs. *Phytopathologische Zeitschrift*, 8: 197-223.
- Ayfer, M., Uzun, A., & Baş, F. (1986). Türk Fındık Çeşitleri. Karadeniz Bölgesi Fındık İhracatçılar Birliği Yayınları, Ankara, 95 s.
- Balık, H. İ., Kayalak, Balık, S., Beyhan, N., & Erdoğan, V. (2016). Ülkemizde yetiştirilen fındık çeşitleri ve bazı özellikleri. Fındık Çeşitleri. Klasmat Matbaacılık, Trabzon, 96 s.
- Barbara, D.J., Clark, M. F., Thresh, J. M., & Casper, R. (1978). Rapid detection and serotyping of *Prunus necrotic ringspot virus* in perennial crops by enzyme-linked immunosorbent assay. *Annals of Applied Biology*, 90: 395-399.
- Birişik, N., Myrta, A., Hassan, M., & Baloğlu, S. (2008). A preliminary account on apple viruses in Mediterranean Region of Turkey. *Acta Horticulturae*, 781: 125-130.
- Buzkan, N., Demir, M., Öztekin, V., Mart, C., Çağlar, B. K., & Yılmaz, M. A. (2006). Evaluation of the status of *Capsicum* viruses in the main growing regions of Turkey. *EPPO Bulletin*, 36: 15-19.
- Cameron, H. R., & Thompson, M. (1986). Seed transmission of apple mosaic virus in hazelnut. *Acta Horticulturae*, 193:131-132.
- Çağlayan, K., Ulubaş Serçe, Ç., Gazel, M., & Jelkmann, W. (2006). Detection of four apple viruses by ELISA and RT-PCR assays in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30 (4): 241-246.
- Çelik, A., Morca, A. F., Coşkan, S., & Santosa, I. (2023). Global population structure of apple mosaic virus (ApMV, genus *Ilarvirus*). *Viruses*, 15 (6): 1221.
- Cieślińska, M., & Valasevich, N., (2016). Characterization of *Apple mosaic virus* isolates detected in hazelnut in Poland. *Journal of Plant Disease and Protection*, 123:187-192.
- Çıtır, A., & İlbağı, H. (2008). Serological identification of some important viruses on fruit trees and bushes in Tekirdağ province of Turkey. *Acta Horticulturae*, 781:103-106.
- Çoğalan, H. (2024) Fındığın Fenolojik, Morfolojik ve Meyve Özellikleri Üzerine Budama Sistemlerinin Etkisi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 85 s.
- Dursunoğlu, S., & Ertunç, F. (2008). Distribution of *Apple mosaic ilarvirus* (ApMV) in Turkey. *Acta Horticulturae*, 781: 131-134.
- Ecevit, O., Tuncer, C., Özman, S. K., Mennan, S., & Akça, İ. (1996). Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerindeki doğal düşmanlar ve biyolojik savaşmada kullanılma olanakları. Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, 10-11 Ocak 1996, Samsun, 293-307.
- Elibüyük, İ. Ö., & Erdiller, G. (1998). Studies on the identification of viruses in stone fruit trees growing in Malatya province. *Proceedings of the 8th Turkish Phytopathology Congress*, Ankara, pp. 89-94.
- EPPO. (2025). EPPO Global Database, <https://gd.eppo.int/taxon/APMV00/distribution>, (Erişim tarihi: 17.10.2025).

- Ertunç, F., Canik, D., Gospodaryk, A., Budzanivska, I.G., & Polischuk, V. P. (2011). Elma Mozaik İlarvirusu Türkiye ve Ukrayna İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 17: 95-104.
- Ertunç, F., Topkaya, S., & Sezer, A. (2014). Distribution and molecular detection of apple mosaic virus in apple and hazelnut in Turkey. African Journal of Biotechnology, 13(31): 3064-3070.
- FAO, (2022). Crops and Livestock Products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL> (Erişim Tarihi: 30.10.2025).
- Fuchs E., Gruntzig M. (1994). Investigations on the distribution of viruses in woody plant hosts. Kuhn Archives, 1: 40–53.
- Fulton, R. W. (1966). Mechanical transmission of viruses of woody plants. Annual Review of Phytopathology, 4: 79-98.
- Fulton, R.W. (1972). CMI/AAB. Descriptions of Plant Viruses. No: 83. Association of Applied Biologists, Wellesbourne, UK.
- Gottlieb, A. R., & Berbee, J. G. (1973). Line pattern of birch caused by Apple mosaic virus. Phytopathology, 63: 1470– 1477.
- Graham, B.F. Jr., & Bormann, F.H., (1966). Natural root grafts. Botanical Review, 32: 255–292.
- Grimová, L., Winkowska, L., Rysanek, P., Svoboda, P., & Petrzik, K. (2013). Reflects the coat protein variability of apple mosaic virus host preference?. Virus Genes, 47 (1): 119-125.
- Grüntzig, M., Fuchs, E., Pfeilstetter, E., Al Kai, B., & Otto, F. (1994). Untersuchungen zur Verteilung mechanisch übertragbarer Viren in Bäumen des kern- und Steinobstes [Studies on the distribution of mechanically transmissible virus in pome and stone fruit trees]. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 29: 217–248.
- ICTV. (2025). Virus taxonomy (ICTV report on virus classification and taxon nomenclature. Book; Family: Bromoviridae, Genus: İlarvirus [Online]. Website <https://ictv.global/report/chapter/bromoviridae/bromoviridae/ilarvirus> (Erişim tarihi: 07.10.2025)
- İlbağı, H., Çıtır, A., & Bostan, H. (2008). *Prunus spinosa* L. – A natural wild host of some important fruit viruses in Tekirdağ, Turkey. Acta Horticulture, 781: 33-36.
- İslam, A. (2000). Clonal selection in Turkish hazelnut cultivars grown in Ordu province. PhD Thesis, University of Çukurova, Adana, 192 p.
- İslam, A. (2018). Hazelnut culture in Turkey. Akademik Ziraat Dergisi, 7 (2): 259-266.
- Karahan A., Altundağ, Ş., Duran, H. & Kılınç, A. O. (2013). Karadeniz bölgesinde fındık bakteriyel yanıklığı [*Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* (Miller et al.) Vauterin et al.] hastalığının yaygınlığı üzerine araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 53 (3): 159-174.
- Karanfil, A., Tuzlali, H. T., & Korkmaz, S. (2017). Molecular characterization of apple mosaic virus isolates from apple orchards of Canakkale province in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 26: 2141–2146.
- Karanfil, A., (2021). Prevalence and molecular characterization of Turkish isolates of the rose viruses. Crop Protection, 143: 105565.
- Kaya Altop, E., & Mennan, H., (2017). **The Effect of weed on hazelnut yield.** International Congress on Hazelnut, Samsun, Türkiye, 15 - 19 Ağustos 2017, ss.140, (Özet Bildiri)
- Kaya, E. (2021). Comparison of three different techniques for eradication of Apple mosaic virus (ApMV) from hazelnut (*Corylus avellana* L.). Bitki Koruma Araştırmaları Dergisi, 61 (1): 11-19.
- Kobyłko, T., & Nowak, B. (2006). Detection and occurrence of Apple mosaic virus in hazelnut in south-east Poland. Journal of Plant Pathology, 88 (1): 122

- Kobylko, T., Nowak, B., & Urban, A. (2005). Incidence of Apple mosaic virus (ApMV) on hazelnut in south-east Poland. *Folia Horticulturae*, 17 (2): 153–161.
- Korkmaz, G., Sipahioglu, H.M., & Usta, M., (2013). Survey of Apple mosaic virus in apple- growing provinces of East Anatolia (Malatya and Van) by RNA probe hybridization assay and RT-PCR. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37 (6): 711–718.
- Kutluk Yılmaz, N. D., Yanar, Y., Kadioğlu, İ., & Yanar, D. (2005). Tokat ili elma bahçelerinde *Apple mosaic virus* (ApMV)'ün yayılış durumunun belirlenmesi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3): 12- 15.
- Lakshmi, V., Hallan, V., Ram, R., Ahmed, N., Zaidi, A. A., & Varma, A. (2011). Diversity of Apple mosaic virus isolates in India based on coat protein and movement protein genes. *Indian Journal of Virology*, 22 (1): 44-49.
- Lucas, S. J., Sezer, A., Boztepe, Ö., Kahraman, K. & Budak, H. (2018). Genetic analysis of powdery mildew disease in Turkish hazelnut. *Acta Horticulturae*, 1226: 413-420
- Manzoor, S., Nabi, S. U., Baranwal, V. K., Verma, M. K., Parveen, S., Rather, T. R., & Shafi, M. (2023). Overview on century progress in research on mosaic disease of apple (*Malus domestica* Borkh) incited by apple mosaic virus/apple necrotic mosaic virus. *Virology*, 587: 109846.
- Marenaud, C., & Germain, E. (1975). La Mosaïque du noisetier. *Annals of Phytopathology*, 7: 133-145.
- Matic, S., Sanchez-Navarro, J. A., Mandic, B., Myrta, A., & Pallas, V. (2008). Tracking three ilarviruses in stone fruit trees throughout the year by ELISA and tissue-printing hybridization. *Journal of Plant Pathology*, 1: 137–141.
- Mennan, H., Kutbay, H.G., & Işık, D., (1999). Karadeniz Bölgesi Fındık Bahçelerinde Sorun Olan Yabancı Ot Türlerinin Saptanması. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 2(2): 13-21.
- Moini, A. A., Roumi, V., Masoumi, M., & Izadpanah, K. (2009). Widespread occurrence of Tomato ring spot virus in deciduous fruit trees in Iran. 21st International Conference on Virus and other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops, 127-128, July 5 - 10, Neustadt, Germany.
- Nabi, S.U., Baranwal, V.K., Rao, G.P., Mansoor, S., Vladulescu, C., Raja, W.H., et al., (2022). High-throughput RNA sequencing of mosaic infected and non-infected apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars: from detection to the reconstruction of whole genome of viruses and viroid. *Plants*, 11 (5): 675.
- Nabi, S. U., Mir, J. I., Yasmin, S., Din, A., Raja, W. H., Madhu, G. S., Parveen, S., Mansoor, S., Chung, Y. S., Sharma, O.C., et al. (2023). Tissue and time optimization for real-time detection of apple mosaic virus and apple necrotic mosaic virus associated with mosaic disease of apple (*Malus domestica*). *Viruses*, 15: 795.
- Orhan, A. T., & Yeşil, S. (2025). Detection of Prunus Necrotic Ringspot Virus (PNRSV) and Apple Mosaic Virus (ApMV) in Rose (*Rosa* spp.) Plants in Konya Province. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 13 (1): 71-77.
- Ozman, S. K., & Çobanoğlu, S. (2001). Current status of hazelnut mites in Turkey. *Acta Horticulturae*, 556: 479-487.
- Özkan, M., & Kurçman, S. (1976). Orta Anadolu Elma Bahçelerinde Görülen Virüs Hastalıkları. *Bitki Koruma Bülteni*, 16 (2):106-115.
- Paunovic S., G. Pasquini & Barba, M. (2011). Apple mosaic virus in Stone Fruits. In: *Virus and virus-like diseases of pome and stone fruits* (A. Hadidi A., M. Barba, T. Candresse, W. Jelk-mann, ed.), American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, USA, 91–95.
- Pethybridge, S.J., Wilson, C.R., Hay, F.S., Leggett, G.W., & Sherriff, L.J., (2002). Mechanical transmission of Apple mosaic virus in Australian hop (*Humulus lupulus*) gardens. *Annals of Applied Biology*, 141 (1): 77–85.

- Polat, D. Ç. (2019). Fındık yağının kozmetik ürünlerde kullanımı. Akademik Ziraat Dergisi, 8(Özel Sayı), 175-178.
- Polat, Z., Gültekin, M. A., Palacioğlu, G. & Bayraktar, H. (2022). First report of *Botryosphaeria dothidea* causing stem canker of hazelnut in Turkey. Journal of Plant Pathology, 104: 467–467.
- Postman J. D., & Mehlenbacher S.A. (1994). Apple mosaic virus in hazelnut germplasm. Acta Horticulturae, 351: 601-609.
- Postman, J. D., & Cameron, H. R. (1987). Apple mosaic virus in US filbert germplasm. Plant Disease, 71: 944-945.
- Pscheidt, J. W., & Stone, J. (2001). Diseases of European Hazelnut (*Corylus* spp.) (www.apsnet.org/online/common/names/hazelnut.asp).
- Ragozzino, A. (1980). Hazel mosaic. XI International Symposium on Fruit Tree Virus Diseases, 94: 375-378.
- Roossinck, M. J., Bujarski, J., Ding, S. W., Hajimarad, R., Hanada, K., Scott, S., & Tousignant, M. (2005). Bromoviridae. In: Virus Taxonomy. Eight Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses (C.M. Fauquet, M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger, L.A. Ball, ed.), Elsevier/Academic Press, Amsterdam, Netherland, 1049-1058.
- Scaramuzzi, G., & Ciferri, R. (1957). Una nuova virosi: la maculatura lineare del nocciolo. Annali dell'istituto Sperimentale Agronomico, 11: 61-71.
- Sevik, M. A. (2015). Occurrence and distribution of Apple mosaic virus on hazelnut cultivars in Giresun, Turkey. Bioscience Journal, 31(5): 1307-1311.
- Sezer, A. & Dolar, F. S. (2015). Determination of Pestalotiopsis sp. causing disease on fruit clusters in hazelnut growing areas of Ordu, Giresun and Trabzon Provinces in Turkey. Agriculture & Forestry, 61 (1): 183-188.
- Sezer, A., Dolar, F.S, Lucas, S.J, Köse, Ç. & Gümüş, E. (2017). First report of the recently introduced, destructive powdery mildew *Erysiphe corylacearum* on hazelnut in Turkey. Phytoparasitica, 45, 577-581.
- Shiel, P. J., & Berger, P. H. (2000). The complete nucleotide sequence of Apple mosaic virus (ApMV) RNA 1 and RNA 2: ApMV is more closely related to alfalfa mosaic virus than to other ilarviruses. Journal of General Virology, 81: 273-278.
- Shiel, P. J., Airefai, R. H., Domier, L. L., Korban, S. S., & Berger, P. H. (1995). The complete nucleotide sequence of Apple mosaic virus RNA 3. Archives of Virology, 140: 1247–1256.
- Silva, A. P., Assunção, A., Gonçalves, B., Cortez, I., & Pereira, A. M. N. (2009). A Preliminary Survey of Hazelnut (*Corylus avellana* L.) Virus-like Disease in Portugal: a Case Study. Acta Horticulturae, 845: 585-589 (Eds.: L. Varvaro and S. Franco).
- Sipahioğlu, H. M., Çağlar, B. K., & Baloğlu, S. (2001). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde güllerde zararlı PNRSV ve ApMV virüs hastalıklarının serolojik olarak yaygınlıklarının saptanması. Türkiye IX Fitopatoloji Kongresi Bildiriler Kitabı, 3-8 Eylül 2001, Tekirdağ, Trakya Üniversitesi Yayınları, No:45: 572-577.
- Snare, L. (2006). Pest and Disease Analysis in Hazelnuts. Date of Report, July, 68 pp.
- Svoboda, J., & Polak J. (2010). Relative concentration of apple mosaic virus coat protein in different parts of apple tree. Horticultural Science, Czech Academy of Agricultural Sciences, 37: 22–26.
- Sweet, J. B., & Barbara, D. J. (1979). A yellow mosaic disease of horse chestnut (*Aesculus* spp.) caused by apple mosaic virus. Annals of Applied Biology, 92 (3): 335-341.
- Tasias, J. (1975). El Avellano En La Provincia de Tarragona. Reus, Spain: DiputacioÂn de Tarragona. p363.

- Thompson M. M. (1982). Breeding for filbert varieties suitable for shelling. Proc. Nut Growers Soc. OR, WA, and BC. 67: 35-42.
- Torrance L., & Dolby C. A., (1984). Sampling conditions for reliable routine detection by enzyme-linked immunosorbent assay of three ilarviruses in fruit trees. Annals of Applied Biology, 104: 267-276.
- Tunçer, C., Akça, İ., & Saruhan, İ. (2001). Integrated pest management in Turkish hazelnut orchards. Acta Hort., 556: 419-429.
- Türk B. A. (1996). Detection of Apple mosaic virus, Apple chlorotic leaf spot virus and Apple stem grooving virus in apple trees by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) using different plant tissues. Reports Biotechnical Faculty of the University of Ljubljana, 67: 151–157.
- TÜİK. (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> (Erişim tarihi: 15.12.2025)
- Tzanetakis, I. E., & Martin, R. R. (2005). First report of strawberry as a natural host of Apple mosaic virus. Plant Disease, 89: 31.
- Ulusal, E., & Aksoy, H. M. (2017). Samsun İlinde fındık bakteriyel yanıklık etmeni *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*'nın yaygınlık durumunun ve TİP III efektör R genlerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun. 69 s.
- Uzunoğulları, N., & İlbağı, H. (2009). Güneydoğu Marmara Bölgesi'nde yumuşak çekirdekli meyvelerde apple mosaic ilarvirus (ApMV)'un saptanması. Bahçe, 38 (2): 9-14.
- ViralZone. (2025). ViralZone database. <https://viralzone.expasy.org/136>, erişim tarihi: 17.10.2025).
- Wong, S. M., & Horst, R. K. (1993). Purification and characterization of an isolate of Apple mosaic virus from rose in the USA. Journal of Phytopathology, 139: 33-47.
- Yardımcı, N., & Eryiğit, H. (2006). Isparta ili elma üretim alanlarında Apple mosaic virus (Elma mozaik virüsü) (ApMV)'nün belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10 (2): 185-187.
- Yardımcı, N., Çevik, B., & Eryiğit, H. (2008). Detection of Apple mosaic virus on apple cultivars growing in South-West Turkey by ELISA and RT-PCR methods. Acta Horticulturae, 781: 561-565.
- Yardımcı, N., & Culal, H. (2009). Occurrence and incidence of PNRSV, ArMV and ApMV in oil rose in lakes region of Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 37 (2): 95-98.