

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çağlar KALKAN

**FARKLI *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ACARI:
ERİOPHYIDAE) POPÜLASYONLARININ BAZI
AKARİSİTLERE KARŞI DİRENÇ DÜZEYLERİNİN
BELİRLENMESİ**

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ADANA-2022

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ACARI:
ERIOPHYIDAE) POPÜLASYONLARININ BAZI AKARİSİTLERE
KARŞI DİRENÇ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Çağlar KALKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 05/08/2022 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

Prof. Dr. Serdar SATAR
DANIŞMAN

Prof. Dr. M.Rifat ULUSOY
ÜYE

Prof. Dr. Hasan TUNAZ
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2021-13518

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ACARI: ERIOPHYIDAE) POPÜLASYONLARININ BAZI AKARİSİTLERE KARŞI DİRENÇ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Çağlar KALKAN

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Serdar SATAR
Yıl: 2022, Sayfa 53
Jüri : Prof. Dr. Serdar SATAR
: Prof. Dr. Mehmet Rifat ULUSOY
: Prof. Dr. Hasan TUNAZ

Phyllocoptruta oleivora (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) turuncgil yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı ülkemizin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde, turuncgillerde sezon içerisinde çok sayıda kimyasal mücadele uygulaması yapılmasına rağmen engellenemeyen ve ekonomik kayıplara neden olan bir zararlıdır. Bu çalışmada, Erdemli (Mersin), Karataş, Kozan ve Yüreğir (Adana)'den alınan Turuncgil pasböcüsü popülasyonlarının abamectin, kükürt, pyridaben ve spiroticlofene karşı direnç düzeyleri biyolojik etkinlik denemeleri ile belirlenmiştir. Denemelerde karşılaştırma olarak kullanılmak üzere pesitisit uygulaması yapılmayan alandan hassas (Balcalı/Sarıçam/Adana) popülasyon alınmıştır. Yapılan biyolojik etkinlik denemelerinin sonuçlarına göre bahçe popülasyonlarının LC₅₀ değerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değerine bölünmesiyle, abamectine karşı en dirençli popülasyonun 25.31 kat ile Kozan'dan alınan popülasyonda olduğu, en düşük dirence sahip popülasyonun ise 8.13 kat ile Yüreğir'den alınan popülasyonda olduğu belirlenmiştir. Kükürte karşı popülasyonların düşük düzeyde direnç gösterdiği tespit edilmiş, en yüksek direnç oranının ise 2.53 ile Yüreğir'den alınan popülasyonlarda olduğu saptanmıştır. Spiroticlofene karşı 24.00 kat ile en yüksek direncin Erdemli popülasyonunda olduğu bunu sırasıyla 15.39, 14.05 ve 9.21 değerleriyle Karataş, Yüreğir ve Kozan popülasyonlarının takip ettiği tespit edilmiştir. *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının pyridabene karşı direnç oranlarına bakıldığında ise Erdemli, Kozan, Yüreğir ve Karataş için sırasıyla 30.30, 15.85, 10.10 ve 7.55 kat olarak belirlenmiştir. Bölgeden toplanan popülasyonların en az direnci kükürte karşı gösterdiği, abamectin, spiroticlofen ve pyridabene ise orta düzeyde dirençli olduğu belirlenmiş olup en yüksek direnç oranı pyridabene karşı Erdemli popülasyonunda saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akarisit, biyolojik etkinlik, dayanıklılık, Doğu Akdeniz Bölgesi, Türkiye.

ABSTRACT

MSC. THESIS

DETERMINATION OF RESISTANCE LEVELS OF *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ACARI: ERIOPHYIDAE) POPULATIONS TO SOME INSECTICIDES

Çağlar KALKAN

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

Supervisor : Prof. Dr. Serdar SATAR
Year: 2022, Page: 53
Jury : Prof. Dr. Serdar SATAR
: Prof. Dr. Mehmet Rifat ULUSOY
: Prof. Dr. Hasan TUNAZ

Phyllocoptruta oleivora (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) is a significant pest that is unsuccessful in its control and causes economic losses, although many chemical control applications during the season in the Eastern Mediterranean Region of Türkiye, where citrus is grown intensively. In this study, the resistance levels of *P. oleivora* populations collected from Erdemli (Mersin), Karataş, Kozan, and Yüreğir (Adana) were determined to abamectin, sulfur, spiroticlofen, and pyridaben using bioassay method. The susceptible (Balcalı/Sarıçam/Adana) population was taken from the orchard without pesticide application to be used for comparison purposes in the experiments. Based on the bioassay experiments, the LC_{50} value of the orchard populations was divided by the LC_{50} of the susceptible population, the most resistant population to abamectin was found to be Kozan with 25.31 fold, and the population with the lowest resistance was determined to be Yüreğir with 8.13 fold. All populations showed low resistance against sulfur, the highest resistance rate was found in Yüreğir with 2.53 fold. The highest resistance population against spiroticlofen was detected in Erdemli with 24.00 fold, followed by Karataş, Yüreğir, and Kozan populations with 15.39, 14.05, and 9.21 fold, respectively. The resistance rates of *P. oleivora* populations against pyridaben were found to be 30.30, 15.85, 10.10 and 7.55 fold in Erdemli, Kozan, Yüreğir and Karataş, respectively. The populations collected from the region showed the least resistance to sulfur, and moderate resistance to abamectin, spiroticlofen, and pyridaben, and the highest resistance rate was found in the Erdemli population to pyridaben.

Key Words: Acaricide, Bioassay, Eastern Mediterranean Region, Resistance, Turkey.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Turunçgil ekosistemi içerisinde meyve üzerinde beslenme sonucunda zarara neden olan birçok zararlı bulunmaktadır. Bu zararlılar içerisinde özellikle nemli bölgelerde sorun olan Turunçgil pasböcüsü, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) meyve üzerinde neden olduğu pas görünümlü lekeler nedeniyle meyveleri pazarlanamaz hale getirebilmektedir. Ülkemizde bu zararın önlenmesi için sadece kimyasal mücadele yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntem uygulanırken genel olarak kaplama şeklinde yeşil aksam ilaç uygulamaları tavsiye edilmektedir. Ancak T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanına bakıldığında etki mekanizması farklı olan sadece 4 adet aktif maddenin bu zararlıya karşı ruhsatlı olduğu görülmektedir. İlaçlamalar yapılırken alternatif etki mekanizmasına sahip kısıtlı sayıda akarisitlerin yer alması zararlıda direnç gelişimine neden olmaktadır. Turunçgillerde ana zararlılardan birisi konumunda yer alan Turunçgil pasböcüsü ile ilgili dünya üzerinde direnç konusunda yapılmış kısıtlı sayıda çalışma bulunmakta ve ülkemizde bu konuyla ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bundan dolayı *P. oleivora*'ya karşı kullanılan akarisitlerin etkisini belirlemek, direnç varsa bunun sebeplerini araştırmak ve bu sonuçlara göre üreticilere gerekli olan bilgileri iletmek çalışmanın hedefini ortaya koymaktadır. Bu amaçla Doğu Akdeniz Bölgesi'nde farklı ekolojileri temsil edecek şekilde ticari olarak ürün yetiştiriciliği yapılan farklı lokasyonlardan (Erdemli (Mersin), Karataş, Kozan ve Yüreğir (Adana)) bahçe popülasyonları alınmış ve kıyaslama amacıyla herhangi bir pestisit uygulamasının yapılmadığı Balcalı (Sarıçam/Adana)'dan bir popülasyon hassas olarak alınmıştır. Popülasyonlardan alınan örnekler laboratuvarda kültüre alınmış ve denemelerde kullanılmıştır. Üreticilerin yaygın olarak kullandığı abamectin, kükürt, spiroticlofen ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin en az 6 olacak şekilde

farklı konsantrasyonları hazırlanarak ilaçlama kulesi ile meyveler üzerine püskürtülmüş ve *P. oleivora*'yı %10 ile %90 oranında öldüren konsantrasyonlar hesaplanmıştır. Elde edilen veriler POLO (Probit or Logit Analysis) programında analize tabi tutularak tüm popülasyonların LC₅₀, LC₉₀, eğim ve %95 güven aralıkları elde edilmiştir. Bahçe popülasyonlarından elde edilen LC₅₀ değerinin Hassas (Balcalı) popülasyonun LC₅₀ değerine bölünmesiyle direnç oranları bulunmuştur.

Yapılan biyolojik etkinlik denemelerinin sonucuna göre abamectin etkili maddesine karşı en dirençli popülasyon Kozan'dan elde edilen popülasyon olarak belirlenmiş ve bunu sırasıyla Erdemli, Karataş ve Yüreğir popülasyonları takip etmiştir. Popülasyonların LC₅₀ değerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değerine bölünmesiyle elde edilen direnç oranlarına bakıldığında ise sırasıyla 25.31, 24.64, 13.70 ve 8.13 kat direnç tespit edilmiştir. Kükürt etkili akarisit karşı ise tüm popülasyonların düşük düzeyde direnç gösterdiği tespit edilmiştir. Popülasyonların direnç oranlarına bakıldığında yüksekten düşüğe sırasıyla Yüreğir, Kozan, Karataş ve Erdemli'de 2.53, 2.42, 2.30 ve 1.46 kat direnç tespit edilmiştir. Spirodiclofen etkili maddesine ise en dirençli popülasyon Erdemli olarak saptanmış bunu yüksekten düşüğe sırasıyla Karataş, Yüreğir ve Kozan popülasyonları takip etmiştir. Direnç oranları sırasıyla 24.00, 15.39, 14.05 ve 9.21 kat olarak belirlenmiştir. Pyridaben etkili maddesine bakıldığında ise en dirençli popülasyonun yine Erdemli olduğu ve bunu sırasıyla Kozan, Yüreğir ve Karataş popülasyonlarının takip ettiği belirlenmiştir. Direnç oranlarına bakıldığında, yukarıdaki sıralamaya bağlı kalarak 30.30, 15.85, 10.10 ve 7.55 kat olduğu saptanmıştır. Çalışma sonucunda *P. oleivora*'nın, yaygın olarak kullanılmakta olan kükürte düşük, abamectin, spiroadiclofen ve pyridabene karşı orta düzeyde direnç geliştirdiği ve bu durumun ilerlememesi için popülasyonların direnç açısından takip edilmesi gerektiği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam süresince her anlamda desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Serdar SATAR'a sonsuz şükranlarımı sunarım. Tezimin analiz kısmında tüm imkanlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Gül SATAR'a teşekkürlerimi sunarım. Jüri üyesi olarak tezime katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. Mehmet Rifat ULUSOY ve Prof. Dr. Hasan TUNAZ'a teşekkür ederim.

Laboratuvar ve arazi çalışmalarında bana destek olan laboratuvar ekibimizden Zir. Yük. Müh. Gülsevim TİRİNG'e teşekkürlerimi sunarım..

Bugünlere gelmemde emekleri çok büyük olan babam Cemal KALKAN ve annem Yüksel KALKAN'a teşekkür ederim. Yüksek lisansa başlayabilmem ve devam edebilmem için her türlü imkanı sağlayan abim İmran KALKAN'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimine de projemize (Proje No: FYL-2021-13518) yaptıkları maddi destekten dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
KISALTMALAR.....	XII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOD	11
3.1. Arazi Çalışmaları.....	11
3.1.1. <i>Phyllocoptruta oleivora</i> Popülasyonlarının Elde Edilmesi.....	11
3.1.2. Direnç Çalışmalarında Kullanılan Sağlıklı Meyvelerin Araziden Toplanması.....	13
3.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	14
3.2.1. Araziden Getirilen Meyvelerin Denemelere Hazırlanması ve Meyvelere <i>Phyllocoptruta oleivora</i> Bireylerinin Aktarılması.....	14
3.2.2. <i>Phyllocoptruta oleivora</i> Popülasyonlarının Farklı İnsektisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Biyolojik Etkinlik Çalışmaları ile Belirlenmesi.....	16
3.2.2.1. Denemelerde Kullanılan Akarisitler ve Bazı Özellikleri...	16
3.2.2.2. İlaçların Hazırlanması ve Püskürtülmesi	17
3.2.2.3. Deneme Koşulları ve Sayımların Yapılması	20
3.3. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Analizler	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	23
4.1. Biyolojik Etkinlik Analiz Sonuçları.....	23

4.1.1. <i>Phyllocoptruta oleivora</i> Popülasyonlarının Farklı Akarisitlere Gösterdiği Direnç Düzeyleri.....	23
4.1.1.1. <i>Phyllocoptruta oleivora</i> Popülasyonlarının Abamectin Etkili Maddeli Akarisite Direnç Düzeyleri	23
4.1.1.2. <i>Phyllocoptruta oleivora</i> Popülasyonlarının Kükürt Etkili Maddeli Akarisite Gösterdikleri Direnç Düzeyleri.....	25
4.1.1.3. <i>Phyllocoptruta oleivora</i> Popülasyonlarının Pyridaben Etkili Maddeli Akarisite Gösterdikleri Direnç Düzeyleri.....	27
4.1.1.4. <i>Phyllocoptruta oleivora</i> Popülasyonlarının Spirodiclofen Etkili Maddeli Akarisite Gösterdikleri Direnç Düzeyleri.....	30
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1.	Direnç çalışmalarında kullanılmak üzere popülasyonların toplandığı noktalar	11
Çizelge 3.2.	Çalışma kapsamında kullanılan akarisitler ve bazı özellikleri	16
Çizelge 4.1.	Farklı <i>Phyllocoptruta oleivora</i> popülasyonlarının abamectin etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri	24
Çizelge 4.2.	Farklı <i>Phyllocoptruta oleivora</i> popülasyonlarının kükürt etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri	26
Çizelge 4.3.	Farklı <i>Phyllocoptruta oleivora</i> popülasyonlarının pyridaben etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri	28
Çizelge 4.4.	Farklı <i>Phyllocoptruta oleivora</i> popülasyonlarının spirodiclofen etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri.....	30



Şekil 3.1.	<i>Phyllocoptruta oleivora</i> 'nın; a) tespitinin lup yardımıyla yapılması, b) Karataş popülasyonunun alındığı bahçeden genel bir görünüm, c) tespit edildiği meyvelerin buz kutusu ile laboratuvara getirilmesi.	12
Şekil 3.2.	Denemelerde kullanılan sağlıklı meyvelerin araziden getirildikten sonra yıkama aşamasına hazırlanması.....	13
Şekil 3.3.	Denemelere hazırlık aşaması (a) Sağlıklı meyvelerin yıkanması, b) küvetler içerisine yerleştirilen delikli süngerler, c) meyvelerin parafin ile kaplanması, d) parafin ile kaplanmış bir meyve, e) parafin ile kaplanmış meyvede açık kalan hücrenin etrafına sarılmış olan pamuğun görünümü, f) bulaşık meyvelerden sağlıklı olan meyvelere <i>Phyllocoptruta oleivora</i> erginlerinin aktarılması.....	15
Şekil 3.4.	Akarisit karışımlarının; a) saf su içerisinde çözüldükten sonra manyetik karıştırıcı da karıştırılması, b) uygulamasının yapıldığı ilaçlama kulesinin görünümü, c) uygulamasının yapıldığı bir meyve.	19
Şekil 3.5.	Uygulama yapılmış meyvelerin; a-b) küvetlere yerleştirilmesi, c) inkübatör içerisindeki görünümü.	20
Şekil 4.1.	Farklı <i>Phyllocoptruta oleivora</i> popülasyonlarının abamectin etkili maddeli akarSITE karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-probit (% ölüm) eğrileri.	25
Şekil 4.2.	Farklı <i>Phyllocoptruta oleivora</i> popülasyonlarının kükürt etkili maddeli akarSITE karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-probit (% ölüm) eğrileri.	27

- Şekil 4.3. Farklı *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının pyridaben etkili maddeli akarısıte karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-probit (% ölüm) eğrileri.29
- Şekil 4.4. Farklı *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının spirodiclofen etkili maddeli akarısıte karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-probit (% ölüm) eğrileri.31



KISALTMALAR

μ l	: Mikrolitre
ml	: Mililitre
L	: Litre
LC ₅₀	: Lethal konsantrasyon-50
LC ₉₀	: Lethal konsantrasyon-90
g	: Gram
mg	: Miligram
°C	: Santigrat derece
n	: Tekerrür sayısı
%	:Yüzde



1. GİRİŞ

Ülkemizde turunçgil ağaçlarında yaklaşık olarak 89 adet zararlı bulunmakta ve bunlardan Turunçgil pasböcüsü, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) ekonomik düzeyde zarara neden olmaktadır (Uygun ve Satar, 2008). *Phyllocoptruta oleivora*, ilk olarak 1879 yılında Florida’da tanımlanmıştır (Ashmead, 1879). *Phyllocoptruta oleivora*’nın orjininin Güneydoğu Asya olduğu tahmin edilmektedir (Yothers and Mason, 1930). Günümüzdeki mevcut duruma baktığımızda ise ülkeler arasında hem bitki hem de meyve ticareti ile birlikte, Afrika, Avrupa, Avustralya, Batı Hint Adaları, Güney ve Kuzey Amerika ve Güney Asya’nın önemli turunçgil yetiştiriciliği yapılan neredeyse tüm bölgelerinde tespit edilmiştir (Van Brussel, 1975; CABI, 2022). Turunçgil yetiştiriciliği yapılan tüm nemli bölgelerde gelişim sağlayan bir türdür (Villanueva, 2002; Hoy, 2011). Aynı zamanda hızlı üreme kabiliyetine sahiptir (Allen ve McCoy, 1979).

Türkiye’de zararlıya ilk kez 1940-1941 yıllarında Rize’de rastlanmıştır. Meyvelerin üzerinde bulunan pas benzeri lekelenmelerin öncelikle fitopatolojik sebeplerden olduğu zannedilmiş fakat sonrasında yapılan incelemelerde bunun nedeninin *P. oleivora* zararı olduğu ortaya konmuştur. Zararının 1940’lardan daha önce de ülkemizde bulunması muhtemeldir, fakat zararlının ilk giriş yılı bilinmemektedir (Düzgüneş, 1952). Ülkemizde *P. oleivora*’nın fauna (Satar et al., 2013; Denizhan et al., 2015), mücadele (Alkan, 1947; Kansu ve Uygun, 1980), popülasyon (Satar ve ark., 2020a), sürvey (Düzgüneş, 1952; Soylu ve Ürel, 1977) ve zararı (Satar ve ark., 2020b) üzerine yapılmış çalışmalar mevcuttur.

Phyllocoptruta oleivora tüm ticari turunçgil tür ve çeşitlerinde yapraklar ve meyvelerde zarara neden olabilmekte, turunçgil türleri arasındaki tercihi sırasıyla; limon, lime, ağaç kavunu, altıntop, portakal ve mandarin şeklindedir (Yothers ve Mason, 1930). Bu zararlı *Citrus* cinsine ait türlerden başta limon olmak üzere portakal ve altıntopun ana zararlılarından birisidir (Uygun ve Satar, 2008; Satar ve

ark., 2013; Garzia ve Lillo, 2018). *Phyllocoptruta oleivora* bitkide özellikle epidermal hücrelerde beslenebilmekte (Yothers ve Mason, 1930), cheliceranın uzunluğunun bir hücrenin derinliğinden daha az olması nedeniyle sadece yapraklarda ve meyvelerde zarara neden olabilmektedir (McCoy ve Albrigo, 1975). Meyvelerde beslenmesi sonucunda oluşan zararın görünümü meyvenin çeşidine ve olgunluğuna göre farklılıklar gösterebilmektedir (McCoy ve Albrigo, 1975). Zararlının altıntop ve limonda beslenmesi sonucunda erken dönemlerde gümüşî belirtiler ortaya çıkar ve eğer popülasyon yüksek olup beslenme şiddetliyse köpekbalığı derisi olarak adlandırılan zarar görülür. Portakal da ise erken dönemde kabukta kahverengi lekelenme ve çatlamalar ilerleyen dönemlerde pas benzeri görünüme kavuşur (Griffiths ve Thompson, 1957).

Ülkemizde zararlının popülasyonu Valencia çeşidi portakal meyveleri üzerinde, Temmuz ayının sonlarından artışa geçerek Ağustos ayının ortalarına doğru en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Zararlı kışı ince dallarda bulunan gözlerin altında geçirmekte ve hava sıcaklıklarının artması ile birlikte ağacın diğer kısımlarına yayılmaktadır (Satar ve ark., 2020a).

Doğada *P. oleivora*'nın üzerinde beslenen kısıtlı sayıda doğal düşman bulunmaktadır. Bu doğal düşmanlar arasında önemli predatörler olarak *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae), *Iphiseius degenerans* (Berlese), *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot), *E. stipulatus* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) yer almaktadır (Palevsky ve ark., 2003; Uygun ve Satar, 2008). Ancak bu türler tek başlarına zararlı popülasyonunu ekonomik zarar eşiğinin altında tutamadığından dolayı, tüm savaş çerçevesinde spesifik pestisitlerle kombine edilmesi gerekmektedir (Palevsky ve ark., 2003; Uygun ve Satar, 2008). Doğal düşmanlar haricinde zararlı üzerinde gelişim sağlayan fungal etmenlerde yer almaktadır. Bunlardan *Hirsutella thompsonii* Fisher ilk olarak Florida'da tespit edilmiştir (Fisher, 1950). Daha sonrasında bu fungusun Hirsuellin A ve Hirsutellin B isimli iki farklı toksin ürettiği ortaya konulmuştur (Mazet, 1992). Diğer bir fungus *Acaromyces ingoldii* Boekhout, Scorzetti, Gerson

& Szejnb. ülkemizde de tespit edilmiş ancak etkinliği üzerine bir çalışma bulunmamaktadır (Satar ve ark., 2019a). Zararlıının doğal biyolojik mücadelesinin dışında ağaç ve bahçe içerisinde nemi azaltmak ve hava sirkülasyonunu artırmak amacıyla ağaçta baca oluşturulması ve sık olmayan bir dikim yapılması önerilmektedir. Bunların sağlanamadığı koşullarda zararlı gelişimine devam etmekte ve üretici bazında kimyasal mücadele aşamasına geçilmektedir. *Phyllocoptruta oleivora* için yapılan ilaçlama sayısı sene içerisinde 5-6'ya kadar çıkabilmektedir. Son yıllarda küresel sıcaklığın artışı doğa olaylarının birçoğunda değişimlere neden olmaktadır (Erlat ve Türkeş, 2017). Bu değişimlerle birlikte zararlı popülasyonları artış göstermektedir. Bu popülasyonlardaki artışlar özellikle yetiştirme sezonu içerisinde farklı zamanlarda uygun ortamın olması durumunda görülebilmektedir. *Phyllocoptruta oleivora*'nın gelişmesi için hasata yakın dönemde uygun ortamın oluşması durumunda mevcut akarisitlerin etkisizliği ile birlikte üreticiler doz artırımı yapmakta ve ilaçlama sıklığını artırmaktadır. Bu akarisitlerin etkisiz olması nedeniyle üreticiler ruhsatsız olan pesitisitleri de kullanmaktadır. Bunun sonucunda özellikle limonlarda Akdeniz meyve sineği, *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae), için mücadelesi yapılmamasına rağmen *P. oleivora* mücadelesinde hasata yakın kullanılan akarisitler nedeniyle kalıntı problemleri ortaya çıkmakta ve ürünler ihraç edilemez hale gelmektedir.

Son yıllarda bazı bölgelerdeki üreticiler *P. oleivora*'nın akarisit kullanımı ile baskı altına alınamadığını ve ilaçlama sayısının arttığını belirtmektedir. Bu durum neticesinde mevcut olarak kullanılan akarisitlere karşı, *P. oleivora*'nın direnç geliştirme ihtimali olabileceği düşünülmüştür. Bu çalışma ile; Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turuncgil yetiştirilen alanlarda önemli bir zararlı olan *P. oleivora*'nın hassas ve dirençli popülasyonları tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılmış olan farklı akarisitlere karşı direnç oranları hesaplanmıştır. Böylece hem farklı popülasyonlardaki direnç durumu hem de uygulanacak direnç yönetimi programları belirlenmiş ve böylece meyve kalitesini büyük ölçüde etkileyen bu

zararlı ile entegre mücadele kapsamında daha kolay ve başarılı bir mücadele programı için bazı bilgilere sahip olunmuştur.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Herne ve ark. (1979) yaptıkları çalışmada, chlorobenzilatın, uzun zamandır turuncgiller üzerindeki bazı akar türleri için etkili bir kontrol sağlayan organoklorin'in akarisit olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, hem Turuncgil pasböcüsü hem de Japon Turuncgil pasakarı *Aculus pelekassi* (Keifer) (Acari: Eriophyidae)'nin arazideki başarısız uygulama raporlarına dayanarak dirençli popülasyonlar geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Omoto ve ark. (1994) tarafından yapılan bir çalışmada, hassas ve dayanıklı *P. oleivora* popülasyonlarının dicofole karşı tepki düzeylerini belirlemişlerdir. Hassas popülasyonda LC₅₀ değeri 2.81 ppm, dayanıklı popülasyon için LC₅₀ değeri 24.70 ppm olarak hesaplamışlardır. LC₅₀'den türetilen direnç oranını 8.8 kat olarak bulmuşlardır.

Omoto ve ark. (1995) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, iki farklı turuncgil bahçesinde *P. oleivora*'nın dicofole tepkisini belirlemek için yılda iki, yılda bir, iki yılda bir kez uygulama yaparak ve uygulanmamış alanlar bırakarak denemeler yürütmüşlerdir. Yılda uygulanan dicofol sayısı ile dicofole karşı gelişen direnç arasında pozitif bir etki tespit etmişler ve yılda iki uygulama yapılmasının uygun olmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte yılda bir uygulama sonucunda direnç düzeyinde azalma olduğunu, 12 ay sonra başlangıçtaki popülasyon ile eşit veya daha düşük düzeyde direnç sıklığı görüldüğünü belirlemişlerdir.

Allen ve ark. (1995) yaptıkları çalışmada, *P. oleivora*'nın Valencia portakalında bir dölünü 14°C'de 37.16 günde, 31°C' de ise 9.12 günde tamamlayabildiğini; yumurta üretiminin ise 14°C'de ortalama 2.22 adet/dişi, 27°C'de 15.44 adet/dişi ve 31°C'de ise 11.01 adet/dişi olduğunu bildirmişlerdir.

Bergh ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada, 15 farklı *P. oleivora* popülasyonu üzerine abamectinin etkisini belirlemişlerdir. Yaptıkları denemelerde 0.10, 0.178 ve 0.56 ppm olmak üzere üç farklı doz kullanmışlardır. Hassas popülasyon ile karşılaştırma sonucunda 0.56 ppm dozunda LAS (Lake Alfred

Susceptible)-LC₉₅ değerine bakıldığında 10 popülasyonda ölüm oranının %90'ın altında olduğunu tespit etmişlerdir. En düşük doz olan 0.10 ppm'de hassas popülasyonun LC₅₀ değeri ile karşılaştırma sonucunda araziden alınan popülasyonların 11'inde ölüm oranının daha az olduğunu belirlemişlerdir. İleri bir basamak olarak yapmış oldukları arazi denemelerinde 6 farklı bahçede kontrol, bir abamectin uygulaması ve iki abamectin uygulaması olmak üzere farklı yöntemler denemişlerdir. İki haftada bir yapılan sayım sonuçlarına göre uygulamalar arasında bir fark gözlemlememişlerdir.

Alves ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada, 1×10^6 , 5×10^6 , 1×10^7 , 5×10^7 ve 1×10^8 konidi/ml konsantrasyonlarında hazırlanan *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill.'nın *P. oleivora* üzerinde olan etkilerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda; ölüm oranında zamana ve konsantrasyona bağlı olarak artış görüldüğünü ve en yüksek konsantrasyonda ölümün %24 ile %91 arasında değişen oranlarda gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Beşinci günün sonunda hesaplanan LC₅₀ değerinin 4.23×10^6 konidi/ml olduğunu, ortalama ölüm zamanının 5×10^6 , 1×10^7 , 5×10^7 ve 1×10^8 konidi/ml için sırasıyla 3.98, 9.79, 3.09 ve 2.74 gün olarak belirlendiğini bildirmişlerdir.

Erkılıç ve Demirbaş (2007), turuncgilin ana zararlılarından biri konumunda olan *P. oleivora*'ya karşı spesifik akarisitlerle mücadele yapıldığını ve baskı altında tutulduğunu belirtmişlerdir.

Hu ve ark. (2010), 2009'da yaptıkları çalışmada *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae)'nin spirodiclofen ve 5 farklı akarisite karşı olan direnç düzeyini belirlemişlerdir. Örneklenen popülasyonlarda yapılan denemelerde spirodiclofen uygulaması sonucunda LC₅₀ değerleri, en az ve en dirençli popülasyonlar arasında 127 kat fark olup, 3.29 ile 418.24 mg L⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında, Pinghe ve Fuzhou'dan örneklenen popülasyonlarda spirodiclofen'e sırasıyla 50 kat ve 90.8 kat direnç ile spirotetramata çapraz direnç tespit etmişlerdir. Toplanan örneklerde abamectin, fenpropatrin, hexythiazox ve pyridaben için LC₅₀ değerlerinin sırasıyla

0.041 ile 3.52 mg L⁻¹, 23.91 ile 696.16 mg L⁻¹, 13.94 ile 334.19 mg L⁻¹ ve 48.90 ile 609.91 mg L⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır.

Yu ve ark. (2011), spiroadiclofen direnci seleksiyonunu, Turunçgil kırmızıörümceği, *Panonychus citri* ile laboratuvarında yapmışlardır. Spiroadiclofen direnci için 42 nesil boyunca art arda yapılan seleksiyonlar, yüksek düzeyde bir dirençle sonuçlanmış ve başlangıçtaki orjinal popülasyonun LC₅₀'ye göre direnç oranı, hassas popülasyonla karşılaştırıldığında 103 kat olarak tespit etmişlerdir. Seçilen popülasyonda, spiroadiclofene direnç seviyesi yumurta hariç tüm gelişim evrelerinde yüksek olarak belirlemişlerdir.

Döker ve Kazak (2012), beş farklı *P. citri* popülasyonunda yumurta ve erginlerde; spiroadiclofen, dicofol, tetradifon ve fenbutatin oksite karşı dayanıklılık seviyelerini belirlemişlerdir. Bu popülasyonlardan birisini pestisit kullanılmayan alandan alıp hassas popülasyon olarak kabul etmişlerdir. Çalışmaya göre, denemelerde kullanılan dört akarite karşı dört popülasyonunun da hassas popülasyondan daha dirençli olduğunu tespit etmişlerdir. Hassas popülasyona kıyasla *P. citri* yumurtalarının en yüksek direnç oranlarını Karadut, Çiçekli, Çiçekli ve Kayarlı popülasyonlarında spiroadiclofen, dicofol, tetradifon ve fenbutatin oksit için sırasıyla 19.0, 38.9, 7.5 ve 7.9 olarak hesaplamışlardır. Ergin dişilerde Karadut, Çiçekli, Çiçekli ve Kayarlı popülasyonlarında, spiroadiclofen, dicofol, tetradifon ve fenbutatin oksit için en yüksek direnç oranlarını sırasıyla 70.3, 159.6, 111.9 ve 212.3 olarak kayıt etmişlerdir.

Ouyang ve ark. (2012), *P. citri*' nin dört popülasyonunda ergin dişi, yumurta ve nimf dönemlerinin spiroadiclofene tepkilerini, bu etkili madde için en sağlam biyolojik etkinlik ile belirlemek amacıyla karşılaştırmışlardır. Ergin dişiler daha yüksek bir LC₉₉ değeri ile tepki vermiş; nimf dönemlerinin, yumurta dönemine kıyasla daha yüksek kontrol ölüm oranına sahip olduğunu ve daha düşük bir tepki eğimi gösterdiğini tespit etmişlerdir. Böylece denemeler için en uygun dönemi yumurta olarak belirlemişler, yumurta üretimi ve yumurta şekli ile ergin dişi akarların spiroadiclofen uygulamasından önemli ölçüde etkilendiğini

saptamışlardır. Yapılan 11 günlük biyolojik etkinlik çalışmasında spirodiclofen için 10 ppm ve spirotetramat için 31.6 ppm'lik konsantrasyonlar, *P. citri*'nin sekiz tarla popülasyonuna karşı test edilmiş ve %99-100 ölüm elde etmişlerdir.

Satar ve ark. (2013) yaptıkları sürvey çalışmasında, 2008 ve 2009 yıllarında Adana, Mersin, Osmaniye ve Hatay illerinde turuncgil ağaçlarında bulunan akar türlerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda *P. oleivora*'nın en yaygın zararlılar arasında bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Satar ve ark. (2019a), *P. oleivora* üzerinde fungal gelişimler tespit etmişlerdir. Yapılan incelemeler sonucunda ülkemiz için ilk kayıt durumunda olan *Acaromyces ingoldii* türünü tespit etmişler ve potansiyel akaropatojenik bir fungus olabileceğini belirtmişlerdir.

Choi ve ark. (2020) 2001 ve 2003 yıllarında aldıkları *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) popülasyonlarını hassas popülasyona kıyasla sırasıyla acenoquinocyl direnci (AR) ve pyridaben direnci (PR) için karakterize etmişlerdir. Bu popülasyonlar, hassas popülasyona göre sırasıyla 1798.6 ve 5555.6 direnç oranları göstermiştir. Ayrıca AR popülasyonunun, pyridaben çapraz direnci gösterdiği, ancak PR popülasyonunun çapraz direnç göstermediğini bildirmişlerdir.

Satar ve ark. (2020a), *P. oleivora*'nın popülasyon gelişimini takip etmişlerdir. Çalışma sonucunda zararlının yaprak ve meyve üzerindeki popülasyonun ağustos ayının başlarında en üst düzeye ulaştığını belirlemişlerdir. Kasım ayından itibaren meyve ve yaprakta bulunan zararlının dallara geçerek, burada bulunan gözlerin altında ve gövdedeki çatlaklar arasında kışı geçirdiğini saptamışlardır. Zararlının şiddetli yağışlarda popülasyonunun azaldığı, hafif yağan yağışlardan sonra ise arttığını gözlemlemişlerdir.

Satar ve ark. (2020b), *P. oleivora*'nın Valencia portakalında meyve kalitesine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda *P. oleivora* ile bulaşık olan ve yüksek zarar görülen meyvelerin eninde ve boyunda %16 oranında azalma görüldüğünü ve meyvelerin küçüldüğünü tespit etmişlerdir. Meyve yüzeyinde geniş lekeler bulunan meyvelerin normal meyvelerden titre edilebilir asit oranı (%)

ve Suda Çözülebilir Kuru Madde Oranının (SÇKM%) daha yüksek; usare miktarı (%), kabuk kalınlığı ve SÇKM/asit oranının ise daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Jorge ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada, *Amblyseius tamatavensis* Blommers (Acari: Phytoseiidae)'in Peru'da ilk kaydını yapmışlardır. Laboratuvar yapmış oldukları çalışmada *A. tamatavensis*'in *P. oleivora* üzerinde beslendiğini ve bu durumun da ilk kayıt niteliği taşıdığını belirtmişlerdir.

Pusputirini ve ark. (2021) yapmış oldukları çalışmada, Endonezya'da 3 farklı ilde portakal ve mandarinler üzerinde görülen pas benzeri görünümün nedenini ve zarar yoğunluklarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda zararın *P. oleivora*'dan kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Zarar yoğunluğunun ortalama %32.6 olup, %30-40 arasında değiştiğini ve ağaçların %90 oranında bulaşık olduğunu belirlemişlerdir.

Hu ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada, 45 döl süresince *P. citri* popülasyonunu IRAC MoA'ya göre 23 grubundan ve de spiroadiclofenle aynı grupta yer alan etkili madde olan spirotetramat ile seleksiyon yapmışlar ve sonucunda başlangıçtaki popülasyon ile karşılaştırıldığında 1668.4 kat daha dirençli hale geldiğini tespit etmişlerdir. Yapılan denemeler sonucunda seleksiyon yapılan bu popülasyonun, aynı etki mekanizmasına sahip olan spiroadiclofene larvaların 75.0, yumurtaların 35.7 kat çapraz direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir.



3. MATERYAL VE METOD

3.1. Arazi Çalışmaları

3.1.1. *Phyllocoptruta oleivora* Popülasyonlarının Elde Edilmesi

Doğu Akdeniz bölgesinde yoğun olarak turuncgil yetiştiriciliği yapılan farklı ekolojilere sahip ve Turuncgil pasböcüsü'nün sorun olarak bildirildiği 4 farklı bölgeden popülasyonlar toplanmıştır. Denemelerde hassas popülasyon olarak kullanılmak üzere Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nin Bitki Koruma Bölümü arazisinden (Balcalı/Sarıçam/Adana) pestisit kullanılmayan alandan hassas bir popülasyon alınmıştır. Diğer 4 popülasyon ise, Kozan (Adana), Karataş (Adana), Yüreğir (Adana) ve Erdemli (Mersin) ilçelerinden alınmıştır. Farklı bölgelerden alınmış olan *Phyllocoptruta oleivora* ile enfekte olmuş meyveler buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilmiş ve denemelerde kullanılmıştır (Çizelge 3.1.; Şekil 3.1.).

Çizelge 3.1. Direnç çalışmalarında kullanılmak üzere popülasyonların toplandığı noktalar

Lokasyon	Rakım (m)	Tür, Çeşit	Yaş	Koordinat
Hassas (Balcalı)	49	Limon (Meyer)	12	37°01'47"K, 35°21'39"D
Erdemli (Güney)	90	Limon (Interdonato)	15	36°40'36"K, 34°22'27"D
Karataş (Ataköy)	4	Limon (Meyer)	7	36°45'26"K, 35°05'46"D
Kozan (Çukurören)	96	Mandalina (Fremont)	30	37°23'50"K, 35°46'43"D
Yüreğir (Esenler)	12	Limon (Interdonato)	15	36°48'46"K, 35°29'05"D



Şekil 3.1. *Phyllocoptruta oleivora*'nın; a) tespiti için lup kullanılması, b) Karataş popülasyonunun alındığı bahçeden genel bir görünüm, c) tespit edildiği meyvelerin buz kutusu ile laboratuvara getirilmesi.

3.1.2. Direnç Çalışmalarında Kullanılan Sağlıklı Meyvelerin Araziden Toplanması

Denemelerde kullanılmak üzere bulaşık olmayan, sağlıklı Valencia çeşidi portakal meyveleri Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nin Bitki Koruma Bölümü arazisinden (Balcalı/Sarıçam/Adana) pestisit kullanılmayan alandan alınmıştır. Alınan meyveler kese kâğıdı içerisinde hızlı bir şekilde Turunçgil Zararlıları Laboratuvarı'na getirilerek denemelerde kullanmak üzere hazırlanmıştır (Şekil 3. 2.).



Şekil 3.2. Denemelerde kullanılan sağlıklı meyvelerin araziden getirildikten sonra yıkama aşamasına hazırlanması.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları**3.2.1. Araziden Getirilen Meyvelerin Denemelere Hazırlanması ve Meyvelere *Phyllocoptruta oleivora* Bireylerinin Aktarılması**

Denemede kullanılacak bulaşık olmayan meyveler araziden getirildikten sonra olası bulaşıklıkları ve turgor kaybını önlemek için akan musluk suyu altında yaklaşık 10 dakika boyunca yıkanmıştır. Plastik küvetlere uygun olarak kesilmiş süngerlere 4 cm çapında yuvarlak bir aparat ile ısı kaynağından yararlanılarak homojen dağılımlı 8 adet delik açılmış ve süngerler küvetlere yerleştirilmiştir. Yıkandıktan sonra kurutulan meyveler 65°C sıcaklıktaki su banyosunda eritilmiş olan parafin içerisine 2 cm çapında açık alan kalacak şekilde daldırılmıştır. Parafin meyve üzerinde donduktan sonra açık bırakılan her bir hücrenin etrafına nemli kalması için pamuk sarılmıştır. Parafin ile kaplanmış meyvelerin açık kalan kısımlarının her birine 20 adet *P. oleivora* ergini, bulaşık olan meyvelerden alınarak aktarılmıştır. Bu şekilde *P. oleivora* kültürleri oluşturulmuş ve daha sonra denemelerde kullanılmıştır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Denemelere hazırlık aşaması (a) Sağlıklı meyvelerin yıkanması, b) küvetler içerisine yerleştirilen delikli süngerler, c) meyvelerin parafin ile kaplanması, d) parafin ile kaplanmış bir meyve, e) parafin ile kaplanmış meyvede açık kalan hücrenin etrafına sarılmış olan pamuğun görünümü, f) bulaşık meyvelerden sağlıklı olan meyvelere *Phyllocoptruta oleivora* erginlerinin aktarılması

3.2.2. *Phyllocoptruta oleivora* Popülasyonlarının Farklı İnsektisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Biyolojik Etkinlik Çalışmaları ile Belirlenmesi

3.2.2.1. Denemelerde Kullanılan Akarisitler ve Bazı Özellikleri

Deneme için Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgil bahçelerinde *P. oleivora*'ya karşı yaygın olarak kullanılan akarisitler seçilmiştir. Akarisitlerin seçimine karar verilirken farklı bölgelerden üreticiler ve danışmanlardan görüşülmüş ve en yaygın kullanılan akarisitler tercih edilmiştir. (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Çalışma kapsamında kullanılan akarisitler ve bazı özellikleri

Etkili Madde ve Oranı	Ticari İsim ve Formülasyon	IRAC MoA'ya göre Grubu	IRAC Mode of Action	Ruhsatlı Doz
Abamectin 18 g/l	Agri-mec (EC)	6	Avermectinler	25ml/100 l su
Kükürt 80%	Thiovit Jet (WG)	M2	Bilinmiyor	400 g/100 l su
Pyridaben 20%	Sanmite (WP)	21A	METI akarisitler ve insektisitler	75 g/100 l su
Spirodiclofen 240 g/l	Envidor (SC)	23	Tetronik ve Tetramik asit türevleri	20 ml/100 l su

Türkiye’de akarisit kullanımı, 2021 yılı verilerine göre 2342 ton olup toplam pestisit miktarının yaklaşık %4.42’sini oluşturmaktadır. Bu akarisitler içerisinde IRAC MoA’ya göre sınıflandırma mevcuttur (IRAC, 2022). Bu gruplardan birisi olan Tetronik ve Tetramik asit türevlerinin içerisinde ilk temsilcisi olan spirodiclofen 2003 yılında piyasaya sürülmüştür ve günümüzde tüm dünyada ekonomik açıdan önemli ana zararlı durumunda olan fitofag akar türlerinin mücadelesi için sıklıkla kullanılmaktadır. Spirodiclofen aktif maddesinin 2010 yılı verilerine göre dünyada pazar payı 79 milyon eurodur. Bu miktar aynı yılın akarisit satış tutarı olan 528 milyon euronun %14’üne denk gelmektedir (Van Leuween ve

ark., 2015). Spirodiclofen etki ettiği zararlılarda acetyl coenzyme A carboxylase (ACCase) enzimini inhibe ederek ve lipid sentezinin engelleyerek ölüme yol açar (Wachendorff ve ark., 2002). Abamectin, toprak kökenli bir aktinomiset bakterisi olan *Streptomyces avermitilis* (Burg)'in fermantasyon ürünüdür (Putter ve ark., 1981). Abamectin, çeşitli tarımsal, meyve, sebze ve süs bitkilerinin böcek ve akarları kontrol etmek için kullanılır (Lankas ve Gordon, 1989). Abamectin, omurgasızların sinir ve kas hücrelerinde bulunan glutamat kapılı klorür kanallarına bağlanır ve bu hücrelerin hiperpolarizasyonuna neden olarak felç ve sonucunda ölüme neden olurlar (Wolstenholme ve Roger, 2005). Pyridaben, kayda değer bir başarı ile dünyanın çeşitli yerlerinde bir akarisit/insektisit olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Hirata ve ark., 1995; Jeschke, 2021). Pyridaben aktif maddesinin pazar payı 2010 yılı verilerine göre 27 milyon euro olarak belirtilmiş ve toplam akarisit satış miktarının %5'ine denk gelmektedir (Van Leuween ve ark., 2015). Pyridaben mitochondrial complex I electron transport (MET I) bölgesine etki ederek ölüme neden olur. Kükürtün ise biyolojik aktiviteden sorumlu olan hedef proteini bilinmiyor olup veya karakterize edilmemiştir (IRAC, 2022). Çevre güvenliği adına, birçok Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) programında, özellikle sebzeler ve meyve ağaçlarını böcek ve akarlardan korumanın yanı sıra bitki patojenik hastalıkları için birçok kükürt formülasyonu önerilmiştir. Önerilen uygulama oranlarında bu tür formülasyonların memeliler için daha güvenli olduğu kanıtlanmıştır (Gesraha ve Ebeid, 2019).

3.2.2.2. İlaçların Hazırlanması ve Püskürtülmesi

Kullanılacak olan akarisit formülasyonları %0.1'lik Triton-X ($0,1 \text{ g l}^{-1}$) içeren saf su içerisinde çözülmüştür. Her bir akarisit için %10-90 ölümü veren en az 6 farklı konsantrasyon hazırlanmıştır. Kontrol için saf su içerisine sadece Triton-X eklenmiştir. Akarisitler saf su içerisinde manyetik karıştırıcıda iyi bir şekilde karıştırıldıktan sonra kalibre edilmiş ilaçlama kulesi ile meyvelere püskürtülmüştür. Püskürtme yapıldıktan 1 saat sonra hücelere aktarılan bireyler

püskürtme basıncıyla kaybedilme olasılığına karşı tekrar sayılmıştır ve başlangıç sayısı olarak bu veriler esas alınmıştır. Her bir uygulama ve kontrol (akarisit uygulanmayan meyve) için deneme 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Şekil 3.4.).





Şekil 3.4. Akarisit karışımlarının; a) saf su içerisinde çözüldükten sonra manyetik karıştırıcıda karıştırılması, b) uygulamasının yapıldığı ilaçlama kulesinin görünümü, c) uygulamasının yapıldığı bir meyve.

3.2.2.3. Deneme Koşulları ve Sayımların Yapılması

Uygulama yapılmış meyveler küvet içerisinde bulunan nemlendirilmiş süngerin deliklerine yerleştirilmiş, $25\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık ortam ve %75 bağıl neme ayarlı iklimlendirme dolabına bırakılmıştır. Süngerler günlük olarak nemlendirilmiş ve nem kaybını önlemek için üzerine küvet kapatılmıştır. Sayımlar 1., 3. ve 5. günlerde yapılmış ve kaydedilmiştir. Analizler yapılırken 5. günde elde edilen veriler esas alınmıştır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Uygulama yapılmış meyvelerin; a-b) küvetlere yerleştirilmesi, c) inkübatör içerisindeki görünümü.

3.3. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Analizler

Sonuçlar % ölüm oranı olarak alınmış ve uygulama yapılmayan kontrol meyvelerinde Abbott formülü ile düzeltme yapılmıştır. Ölü ve canlı ergin sayısı belirlendikten sonra yüzde ölüm oranı (Abbott, 1925) hesaplanmıştır.

$$\% \text{ düzeltme} = \left(1 - \frac{\text{uygulama sonrası akarisitli meyvede bulunan akar sayısı}}{\text{uygulama sonrası kontrolde bulunan akar sayısı}} \right) * 100$$

Tüm popülasyonlarda ayrı ayrı saptanan ölüm oranlarından yararlanılarak POLO (Probit or logit Analysis) bilgisayar paket programında (LeOra Software, Berkeley, CA, 1994, Version 1.0) probit analiz yöntemiyle (Finney, 1952) popülasyonların LC_{50-90} değerleri, eğimleri ve %95 güven aralıkları belirlenmiştir. Denemeye alınan tüm bahçe popülasyonları için hesaplanan LC_{50} değerlerinin, hassas popülasyon için belirlenen LC_{50} değerine bölünmesiyle her ilaç için direnç oranları (DO) belirlenmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye’de turunçgil yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Adana ve Mersin illerinde, başta limon olmak üzere altıntop, portakal ve mandarinde son yıllarda *Phyllocoptruta oleivora* mücadelesindeki görülen başarısızlığın akarisitlere karşı dirençten kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. *Phyllocoptruta oleivora*’nın Erdemli (Mersin), Karataş (Adana), Kozan (Adana) ve Yüreğir (Adana) popülasyonlarının abamectin, kükürt, spiroticlofen ve pyridabene karşı direnç düzeyleri belirlenmiştir.

4.1. Biyolojik Etkinlik Analiz Sonuçları

4.1.1. *Phyllocoptruta oleivora* Popülasyonlarının Farklı Akarisitlere Gösterdiği Direnç Düzeyleri

4.1.1.1. *Phyllocoptruta oleivora* Popülasyonlarının Abamectin Etkili Maddeli Akarisite Direnç Düzeyleri

Phyllocoptruta oleivora’nın farklı popülasyonlarının abamectin etkili maddeli akarisitlere karşı farklı oranlarda direnç düzeylerine sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.). Yapılan uygulamalar sonucunda LC₅₀ değerine göre abamectine en dirençli popülasyon Kozan popülasyonu olarak belirlenmiş bunu sırasıyla Erdemli, Karataş ve Yüreğir popülasyonları takip etmiştir. Aynı sıralamaya göre LC₅₀ değerleri 1475.8, 1436.5, 799.1 ve 474.53 µl/l olarak hesaplanmıştır. Sırası ile LC₉₀ değerlerinin ise 13612, 14717, 9425.9 ve 3835.3 µl/l olduğu tespit edilmiştir. Hassas popülasyon da ise LC₅₀ değeri 58.3 µl/l, LC₉₀ değeri 689.9 µl/l olarak hesaplanmıştır. Yine sıralamaya bağlı kalarak bakıldığında, hesaplanan LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değerine bölünmesiyle elde edilen direnç oranları 25.31, 24.64, 13.70 ve 8.13 kat olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Farklı *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının abamectin etkili maddeli akarısit'e karşı gösterdikleri direnç düzeyleri

Lokasyon	N*	Eğim±SH**	LC ₅₀ µl/l %95 Güven Aralığı	LC ₉₀ µl/l %95 Güven Aralığı	DO*** (LC ₅₀)
Hassas	734	1.19±0.099	58.3 (46.6-72.8)	689.9 (463.7-1171.3)	-
Erdemli	769	1.27±0.115	1436.5 (1114.7-1814.5)	14717.0 (10135-24354)	24.64
Karataş	773	1.12±0.107	799.1 (623.1-1025.9)	9425.9 (6108.8-17001)	13.70
Kozan	730	1.33±0.110	1475.8 (1199.0-1801.9)	13612 (9650.6-21475)	25.31
Yüreğir	809	1.41±0.123	474.5 (351.9-611.4)	3835.3 (2847.4-5600.9)	8.13

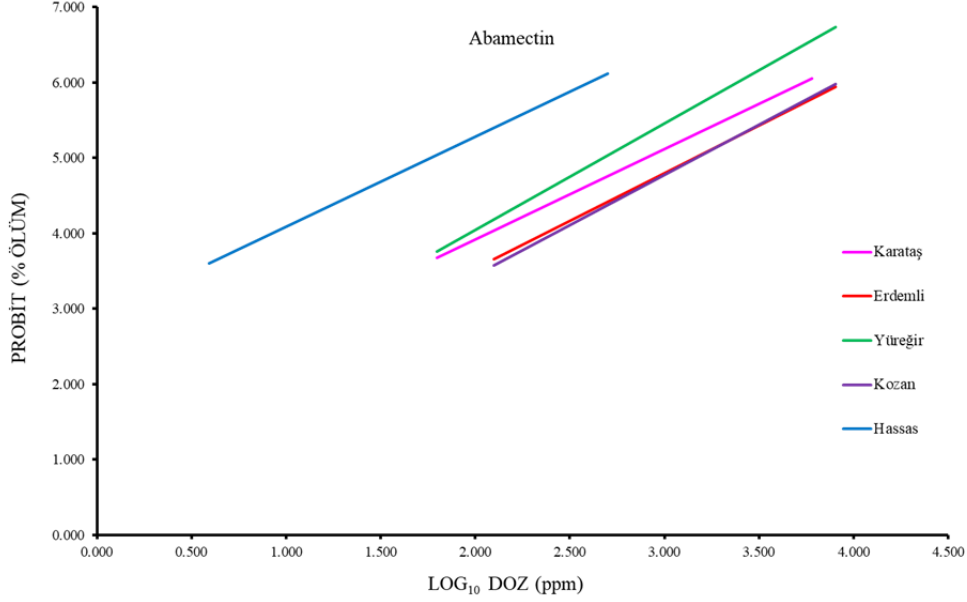
N*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

SH**: Standart hata

DO***: Bahçe popülasyonunun LC₅₀ değeri / Hassas popülasyonun LC₅₀ değeri

Hassas: Balcalı (Sarıçam/Adana) popülasyonu

Probit-Log doz eğrilerine bakıldığında, her bir popülasyon için çizilen eğrilerin Y eksenine yaklaşması ile birlikte uygulanan maddeye karşı dayanıklılık azalır ve bu eksenden uzaklaşması ile birlikte dayanıklılık artar (Robertson ve ark., 2007). Diğer bir açıdan değerlendirildiğinde eğimin 2'den küçük olması durumunda popülasyon içerisinde bulunan bireylerin dayanıklılık bakımından heterojen olduğu, yani hem duyarlı hem de dayanıklı bireylerin bir arada olduğu sonucuna varılır. Eğim 2'den büyük ise popülasyon içerisinde yer alan bireyler uygulanan maddeye karşı eşit düzeyde duyarlıdır, yani dayanıklılık popülasyon içerisinde homojen dağılır (Robertson ve ark., 2007). Heterojen popülasyonların Probit-Log doz eğrileri yatık bir görünüme sahipken, homojen popülasyonlarda eğriler daha dik olmaktadır (Finney, 1952).



Şekil 4.1. Farklı *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının abamectin etkili maddeli akarısitede karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-probit (% ölüm) eğrileri.

Farklı *P. oleivora* popülasyonlarına abamectin uygulaması sonucunda elde edilen Probit-Log doz eğrilerine bakıldığında Hassas (Balcalı) popülasyonun probit eğrisinin, diğer popülasyonların eğrilerine göre Y eksenine daha yakın olduğu belirlenmiştir. Tüm popülasyonların eğrilerinin eğim değerlerine bakıldığında 2'den küçük olduğu yani popülasyonların abamectine karşı heterojen yapıda bireyleri içerdiği söylenebilir. Eğimin 2'den küçük olması ile birlikte tüm popülasyonların Probit-Log doz eğrileri yatık şekildedir (Şekil 4.1.).

4.1.1.2. *Phyllocoptruta oleivora* Popülasyonlarının Kükürt Etkili Maddeli Akarisite Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Farklı lokasyonlardan alınan *P. oleivora* popülasyonlarının kükürt etkili maddeli akarısitede karşı göstermiş oldukları direnç düzeyleri ile LC₅₀, LC₉₀ ve eğim değerleri Çizelge 4.2.'de sunulmuştur. Yapılan biyolojik etkinlik denemelerinde

LC₅₀ değerlerine bakıldığında en yüksek direnç oranı Yüreğir popülasyonunda görülmüş bu popülasyonu sırasıyla Kozan, Karataş ve Erdemli popülasyonları takip etmiştir. Aynı sıralamaya göre LC₅₀ değerleri 827.5, 793.5, 754.5 ve 479.5 mg/l olarak hesaplanmıştır. Sırası ile LC₉₀ değerlerinin ise 5581.4, 4865.3, 4431.4 ve 3292.2 mg/l olduğu tespit edilmiştir. Hassas popülasyon da ise LC₅₀ değeri 326.8 mg/l, LC₉₀ değeri 2981.2 mg/l olarak hesaplanmıştır. Yine sıralamaya bağlı kalarak bakıldığında, hesaplanan LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değerine bölünmesiyle elde edilen direnç oranları 2.53, 2.42, 2.30 ve 1.46 kat olarak belirlenmiştir. Direnç oranlarına bakıldığında kükürte karşı *P. oleivora*'nın düşük düzeyde dayanıklılığa sahip olduğu söylenebilir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Farklı *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının kükürt etkili maddeli akariste karşı gösterdikleri direnç düzeyleri

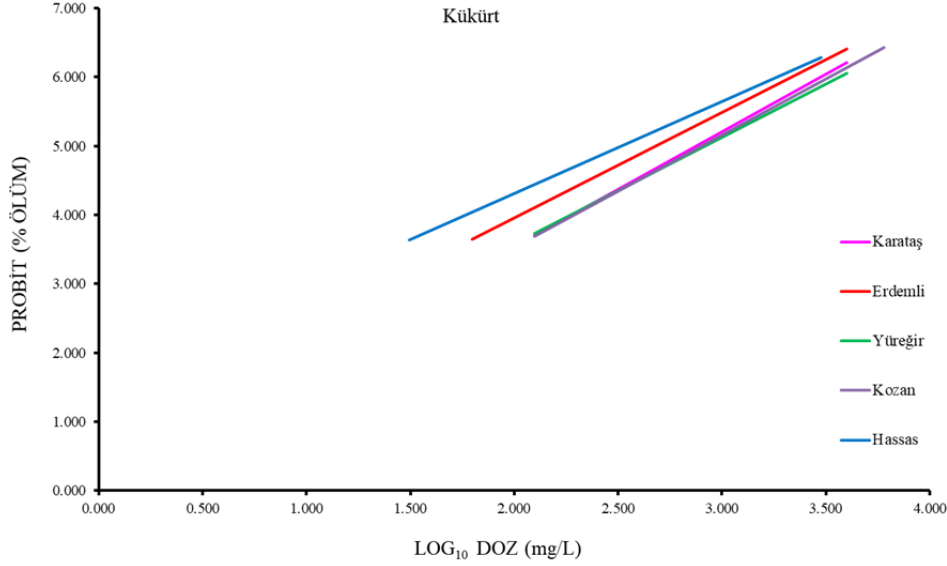
Lokasyon	N*	Eğim±SH**	LC ₅₀ mg/l %95 Güven Aralığı	LC ₉₀ mg/l %95 Güven Aralığı	DO*** (LC ₅₀)
Hassas	737	1.33±0.117	326.8 (262.5-405.8)	2981.2 (2047.3-4956.2)	-
Erdemli	638	1.53±0.161	479.5 (346.4-624.1)	3292.2 (2410.4-5014.9)	1.46
Karataş	631	1.67±0.142	754.5 (631.3-903.9)	4431.4 (3258.9-6685.7)	2.30
Kozan	654	1.63±0.134	793.5 (662.5-955.2)	4865.3 (3556.2-7369.1)	2.42
Yüreğir	645	1.55±0.135	827.5 (687.5-1002.8)	5581.4 (3963.9-8884.5)	2.53

N*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

SH**: Standart hata

DO***: Bahçe popülasyonunun LC₅₀ değeri / Hassas popülasyonun LC₅₀ değeri

Hassas: Balcalı (Sarıçam/Adana) popülasyonu



Şekil 4.2. Farklı *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının kükürt etkili maddeli akarısitede karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-probit (% ölüm) eğrileri.

Kükürt uygulaması sonucunda farklı popülasyonların eğim değerleri ve doz ilişkilerinden elde edilen Probit-Log doz eğrilerine bakıldığında Hassas popülasyonun diğerlerine nispeten Y eksenine yakın olduğu diğer popülasyonların eğrilerinin ise birbirine yakın konumlarda yer aldığı görülmektedir. Eğim değerlerinin tüm popülasyonlarda 2'den küçük olduğu ve popülasyonlar içerisindeki bireylerin kükürte karşı farklı duyarlılık oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Eğimin 2'den küçük olması neticesinde tüm doğruların yatık şekilde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.2.).

4.1.1.3. *Phyllocoptruta oleivora* Popülasyonlarının Pyridaben Etkili Maddeli Akarısitede Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Farklı lokasyonlardan alınan *P. oleivora* popülasyonlarının pyridaben etkili maddeli akarısitede karşı göstermiş oldukları direnç düzeyleri ile LC_{50} , LC_{90} ve eğim değerleri Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Yapılan biyolojik etkinlik denemelerinde

LC₅₀ değerlerine bakıldığında en yüksek direnç oranı Erdemli popülasyonunda görülmüş bu popülasyonu sırasıyla Kozan, Yüreğir ve Karataş popülasyonları takip etmiştir. Aynı sıralamaya göre LC₅₀ değerleri 2379.9, 1244.7, 793.7 ve 593.1 mg/l olarak belirlenmiştir. Sırası ile LC₉₀ değerlerinin ise 24300, 12785, 6925.9 ve 8581.7 mg/l olduğu tespit edilmiştir. Hassas popülasyon da ise LC₅₀ değeri 78.5 mg/l, LC₉₀ değeri 1018.4 mg/l olarak hesaplanmıştır. Yine sıralamaya bağlı kalarak bakıldığında, hesaplanan LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değerine bölünmesiyle elde edilen direnç oranları 30.30, 15.85, 10.10 ve 7.55 kat olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Farklı *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının pyridaben etkili maddeli akar site karşı gösterdikleri direnç düzeyleri

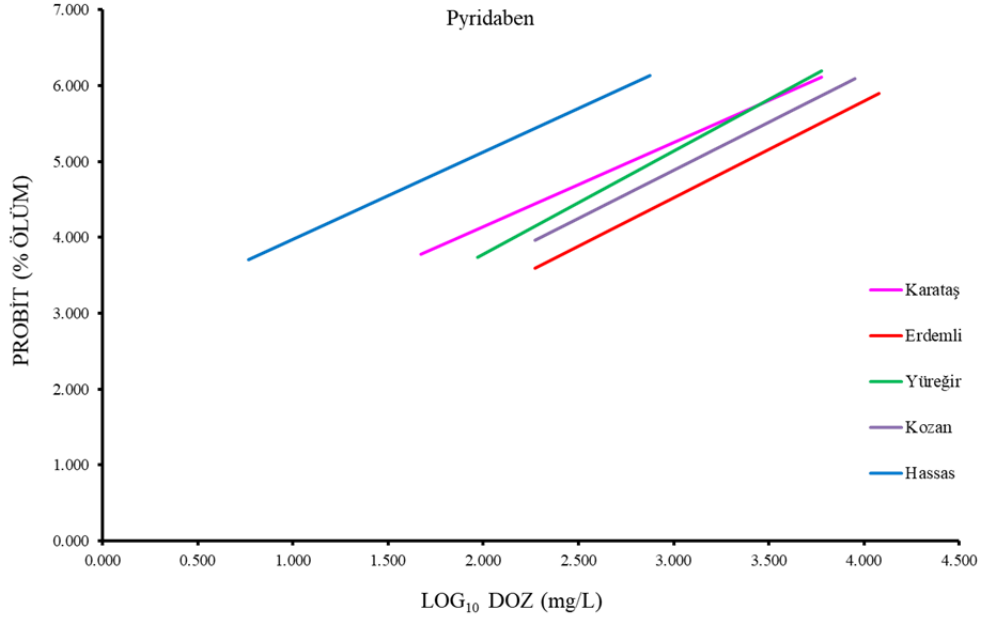
Lokasyon	N*	Eğim±SH**	LC ₅₀ mg/l %95 Güven Aralığı	LC ₉₀ mg/l %95 Güven Aralığı	DO*** (LC ₅₀)
Hassas	736	1.15±0.097	78.5 (62.1-98.6)	1018.4 (678.6-1752.6)	-
Erdemli	780	1.27±0.111	2379.9 (1915.9-2938.8)	24300 (16608-40722)	30.30
Karataş	711	1.10±0.113	593.1 (400.2-832.6)	8581.7 (5427.4-16079)	7.55
Kozan	729	1.27±0.111	1244.7 (978.5-1559.9)	12785 (8820.6-21043)	15.85
Yüreğir	652	1.36±0.130	793.7 (578.9-1057.4)	6925.9 (4740.1-11607)	10.10

N*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

SH**: Standart hata

DO***: Bahçe popülasyonunun LC₅₀ değeri / Hassas popülasyonun LC₅₀ değeri

Hassas: Balcalı (Sarıçam/Adana) popülasyonu



Şekil 4.3. Farklı *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının pyridaben etkili maddeli akar site karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-probit (% ölüm) eğrileri.

Pyridaben uygulaması sonucunda farklı popülasyonların eğim değerleri ve doz ilişkilerinden elde edilen Probit-Log doz eğrilerine bakıldığında Hassas popülasyonun diğerlerine nispeten Y eksenine yakın olduğu, diğer popülasyonlardan Karataş ve Erdemli eğrilerinin sırasıyla Hassas popülasyona yakın konumlarda yer aldığı görülmektedir. Eğim değerlerinin tüm popülasyonlarda 2'den küçük olduğu ve popülasyonlar içerisindeki bireylerin pyridabene karşı farklı duyarlılık oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Eğimin 2'den küçük olması neticesinde tüm doğru yatık şekilde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.3.).

4.1.1.4. *Phyllocoptruta oleivora* Popülasyonlarının Spirodiclofen Etkili Maddeli Akarisite Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Phyllocoptruta oleivora'nın farklı popülasyonlarının spirodiclofen etkili maddeli akarisite karşı farklı oranlarda direnç düzeylerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Yapılan uygulamalar sonucunda LC₅₀ değerine göre spirodiclofene en dirençli popülasyon Erdemli popülasyonu olarak belirlenmiş bunu sırasıyla Karataş, Yüreğir ve Kozan popülasyonları takip etmiştir. Aynı sıralamaya göre LC₅₀ değerleri 511.3, 327.9, 299.4 ve 196.3 µl/l olarak hesaplanmıştır. Sırası ile LC₉₀ değerlerinin ise 7272.6, 4678.8, 3690.3 ve 1653.2 µl/l olduğu tespit edilmiştir. Hassas popülasyon da ise LC₅₀ değeri 21.3 µl/l, LC₉₀ değeri 235.7 µl/l olarak hesaplanmıştır. Yine sıralamaya bağlı kalarak bakıldığında, hesaplanan LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değerine bölünmesiyle elde edilen direnç oranları 24.00, 15.39, 14.05 ve 9.21 kat olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Farklı *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının spirodiclofen etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri

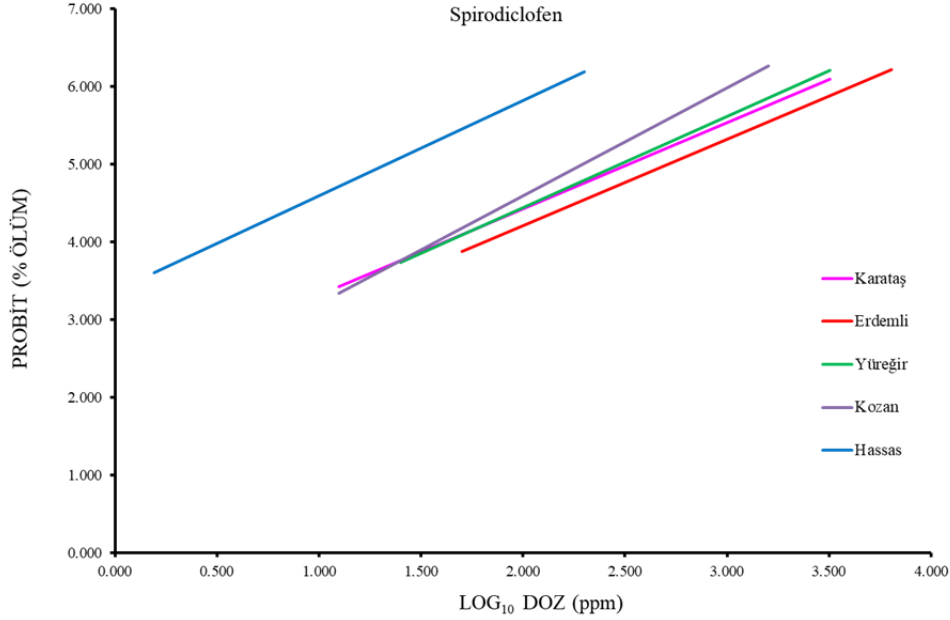
Lokasyon	N*	Eğim±SH**	LC ₅₀ µl/l %95 Güven Aralığı	LC ₉₀ µl/l %95 Güven Aralığı	DO*** (LC ₅₀)
Hassas	741	1.23±0.099	21.3 (17.1-26.4)	235.7 (162.6-384.2)	-
Erdemli	709	1.11±0.091	511.3 (397.2-651.2)	7272.6 (4837.4-12454)	24.00
Karataş	768	1.11±0.099	327.9 (245.6-432.1)	4678.8 (2997.6-8519.9)	15.39
Kozan	738	1.38±0.170	196.3 (129.8-267.1)	1653.2 (1160.5-2750.6)	9.21
Yüreğir	803	1.17±0.101	299.4 (229.3-384.1)	3690.3 (2491.2-6211.1)	14.05

N*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

SH**: Standart hata

DO***: Bahçe popülasyonunun LC₅₀ değeri / Hassas popülasyonun LC₅₀ değeri

Hassas: Balcalı (Sarıçam/Adana) popülasyonu



Şekil 4.4. Farklı *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının spirodiclofen etkili maddeli akarısitelerle karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-probit (% ölüm) eğrileri.

Farklı *P. oleivora* popülasyonlarına spirodiclofen uygulaması sonucunda elde edilen Probit-Log doz eğrilerine bakıldığında Hassas (Balcalı) popülasyonun probit eğrisinin, diğer popülasyonların eğrilerine göre Y eksenine daha yakın olduğu belirlenmiştir. Tüm popülasyonların eğrilerinin eğim değerlerine bakıldığında 2'den küçük olduğu yani popülasyonların spirodiclofene karşı heterojen yapıda bireyleri içerdiği söylenebilir. Eğimin 2'den küçük olması ile birlikte tüm popülasyonların Probit-Log doz eğrileri yatık şekildedir (Şekil 4.4.).

Yapılan çalışmaların sonucunda *P. oleivora*'nın abamectin, pyridaben ve spirodiclofene orta, kükürte karşı düşük düzeyde direnç geliştirdiği tespit edilmiştir. Diğer yandan bir popülasyonun birden fazla akarısitelerle karşı direnç geliştirdiği belirlenmiştir. Popülasyonlar arasında Erdemli popülasyonunun abamectin, spirodiclofen ve pyridabene dirençli olduğu, Karataş popülasyonunun abamectin ve spirodiclofene daha dirençli olup pyridabene olan direncinin daha az olduğu, Kozan

popülasyonunun abamectine daha dirençli olduğu, spiroadiclofen ve pyridabene ise abamectine göre daha az direnç geliştirdiği, Yüreğir popülasyonunun ise spiroadiclofene daha dirençli olup abamectine daha az direnç gösterdiği belirlenmiştir.

Akarisitler açısından direnç oranlarının bakıldığında abamectine en dirençli popülasyonun Kozan popülasyonu, kükürte Yüreğir popülasyonu, pyridaben ve spiroadiclofene Erdemli popülasyonu olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen farklılıklara benzer olarak, Döker ve ark. (2021)'nin yapmış oldukları çalışmada, *P. citri*'nin Yakapınar (Adana) popülasyonunun abamectin, etoxazole ve pyridabene, Çiçekli (Tarsus) köyündeki popülasyonunun spiroadiclofene, Misis (Adana) popülasyonunun spirotetramata karşı en yüksek düzeyde dirence sahip olduğunu belirtmişlerdir. Çin'de yapılan diğer bir çalışmada Hu ve ark. (2010), Pinghe popülasyonunun abamectin ve fenprothrin, Yidu popülasyonunun pyridaben ve hexythiazoxa, Fuzhou popülasyonunun spirotetramata en dirençli olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun nedeni olarak farklı bölgelerde ve bahçelerde farklı etkili madde kullanımının alışkanlık haline getirilerek, farklı sayı ve ilaçlama sıklığı sebebiyle olabilir. Abamectin ülkemizde 1991 yılında ruhsat almış ve günümüzde de artarak devam eden bir şekilde kültür bitkilerinde zararlı akar ve böceklerin mücadelesinde sıklıkla başvurulmuş etkili maddelerden birisidir. Pyridaben ise ülkemizde 1992 yılında ruhsatlanmış ve akarlarla mücadelede yoğun olarak kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan kükürt formülasyonu ülkemizde 1999 yılında ruhsatlanmış ve hem hastalıkların kontrolü hem de zararlıların mücadelesinde kullanılmaktadır. Spiroadiclofen ise 2004 yılında ruhsatlanmış ve birçok kültür bitkisinde akarların mücadelesinde halen kullanılmaktadır. Bu çalışmaya dahil edilen ve Turunçgil pasböcüsü mücadelesinde sıklıkla başvurulmuş bu ilaçlardan en eskisi 30 yıllık kullanım süresine sahipken en yenisi ise yaklaşık 18 yıllık bir piyasa ömrüne sahiptir. Bu akarisitlerin *P. oleivora* mücadelesinde yıllarca kullanılması, ruhsatlı sınırlı sayıda akarisit bulunması ve kimyasal mücadelenin sıklıkla yapılması sonucunda direnç gelişimi olası bir durumdur.

Diğer yandan tüm dünya üzerinde bağıl nem artış göstermektedir (Lorenz ve ark., 2010). Aynı zamanda sıcaklıkta benzer şekilde artmakta özellikle tropikal gece olarak isimlendirilen gündüz ve gece arasındaki sıcaklık farkının ortadan kalkması olayı son yıllarda özellikle Anadolu coğrafyasının bazı bölgelerinde kayıt edilmiştir (Erlat ve Türkeş, 2017). Küresel etkinin yanı sıra ağaçlar ve bahçe içerisinde nemi artıran bir diğer durum ise özellikle son 20 yılda dikim sıklığında yaşanan değişimdir. İntensif tarıma geçiş, yani birim alandan daha fazla ürünü almak için 1990'larda 8 X 8 m olarak dikilen bahçe dikim sıklığı, günümüzde 5 X 3 m'ye kadar düşmüş, sıra üzerileri bir yeşil duvar görünümünü almıştır. Dikimin daha sık yapılması sonucunda bahçede sıra üzerinde ve ilerliyen yaşlarda sıralar arasında bile hava sirkülasyonu azalması veya ortadan kalkması nemi seven zararlıların gelişimini etkilemektedir. Popülasyon ekolojisinden bilindiği üzere abiyotik faktörlerin uygun şartlara gelmesiyle zararlılar gelişimlerini daha hızlı yapabilmektedirler. Nem oranında görülen bu artış ve belirli bir noktaya kadar daha sıcak ortamlarda daha iyi gelişim gösteren *P. oleivora* için optimum koşullar oluşup daha hızlı çoğalmakta ve zararı daha da artmaktadır. Zararlının yoğun olarak görülme nedenlerinden birisi de bu olduğu tahmin edilmektedir. Bu yoğunluğun sonucunda yapılan ilaçlama sıklığı artmakta ve direnç gelişimi gözlemlenmektedir.

Phyllocoptruta oleivora'nın abamectin etkili maddesine en yüksek dirençli olan Kozan popülasyonunun alındığı turunçgil bahçesinde yapılan pestisit uygulamalarının turbo atömozör vasıtasıyla yapıldığı tespit edilmiştir. Bu makina ile yapılan uygulamalarda makinanın kalibrasyonunun ve meme çaplarının ağaç taçının iç kısmına pestisit+su karışımını ulaştırabilecek şekilde yapılması şarttır. Muhtemelen uzun yıllar yapılan yanlış uygulamalarla düşük dozla karşılaşan *P. oleivora* bireylerinin abamectine karşı direnç geliştirmesi olası bir durumdur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak, Bergh ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada toplamda 15 farklı lokasyondan almış oldukları *P. oleivora* popülasyonlarının laboratuvar ortamında abamectine karşı hassasiyetlerini

testlemişlerdir. Üç farklı doz olarak 0.10, 0.178 ve 0.56 ppm'i kullanmışlar, 0.10 dozunda hassas popülasyona kıyasla 11 popülasyonda ölüm oranlarında azalmalar tespit etmişlerdir. Ülkemiz Adana ilinde yapılan bir çalışmada, Döker ve ark. (2021), bir tanesi hassas olmak üzere toplamda 10 farklı *Panonychus citri* popülasyonunun abamectine direnç oranlarını belirlemişlerdir. Çalışmamızla aynı bölgede yapılan bu çalışmada 34.82 kat ile en yüksek direnç oranı Yakapınar popülasyonunda, en düşük direnç oranı 2.81 ile Kozan popülasyonunu belirlenmiştir. Bu çalışma ile farklılık olarak, yaptığımız çalışmada abamectine en dirençli popülasyon olarak Kozan'ın bulunmasının nedeni farklı bahçelerde farklı kimyasal uygulamaların yapılmasından ve türler arasındaki farklılıktan kaynaklı olabilir. Stumpf ve Nauen (2002) yapmış oldukları çalışmada farklı ülkelerden alınan *T. urticae* ırklarında abamectine karşı gelişen direncin sitokrom P450 bölgesine bağlı olan monooxygenases (MFO)'ın aracılık ettiği O-deethylation of 7-ethoxycoumarin ile ilişkilendirmişlerdir. Abamectine dirençli olan ırklar Hollanda (NL-00) ve Kolombiya COL-00, hassas ırk GSS'den birkaç kat daha yüksek MFO aktivitesi göstermiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise *P. citri*'nin abamectine karşı göstermiş olduğu direncin glutathione S-transferases (GSTs) geninin yeni bir bölgesinden (PcGSTm5) kaynaklandığı bildirilmiştir (Liao ve ark., 2016). *Phyllocoptruta oleivora*'da abamectine karşı gelişen direncin hangi bölgeden kaynaklandığı bilinmemektedir. Ancak yukarıda verilen çalışmalarda olduğu gibi benzer sonuçlar ortaya çıkması muhtemeldir.

Abamectinin turunçgillerde genel kullanımına bakıldığında sadece bir bitki koruma ürününün T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ruhsatlandırıldığı görülmektedir. Bu ürünün ruhsatlı olduğu zararlılar ise Turunçgil yaprak galeri güvesi, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) ve *P. oleivora*'dır. Bu zararlılara karşı 25 ml/100 L su konsantrasyonunda ruhsatlı olmasına rağmen, çiftçiler etkili maddeyi uygun maliyetli ve düşük etkili bulmaları nedeniyle genellikle 4 kat yüksek konsantrasyon 100 ml/100 L su üzerinden uygulama yapmaktadır. Abamectin tek başına kullanılmasının yanısıra maliyetinin

düşük olması nedeniyle çoğu ilaçlama zamanında zararlı varlığına bakılmaksızın ilaçlamalara dahil edilmektedir ve çiftçilerle yapılan görüşmeler bunu doğrular niteliktedir. Bu şekilde uygulamalar sonucunda *P. oleivora*'nın direnç geliştirmesi muhtemeldir ve bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir.

Diğer yandan ülkemizde turunçgillerde bir bitki koruma ürününün ruhsat alabilmesi için, Pestisitlerin Faydalı Organizmalara Standart Yan Etki Deneme Metotları (Rev 22.02.2019)'na göre denenmesi gerekmektedir (TAGEM, 2019). Bu metotta belirtildiği gibi faydalı organizmalara karşı zararsız olarak bulunan etkili maddeler ruhsat alabilir. Turunçgil faunasında bulunan predatör akarlar abamectin etkili maddeli akarisitlere karşı hassastırlar (Argolo ve ark., 2014; Döker ve Kazak, 2019; Satar ve ark., 2019b). Bu yüzden çoğu abamectin içeren akarisit zararlılara karşı etkili olsa dahi ruhsat alamaz.

Biyolojik etkinlik denemeleri sonucunda kükürt etkili maddeli akarisite karşı en yüksek direncin Yüreğir popülasyonunda görüldüğü fakat bu 2.53 katlık direnç oranının önemsenmeyecek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turunçgil yetiştirilen alanlarda hava sıcaklığının, özellikle *P. oleivora* popülasyonunun ağaçlar üzerinde görülmesiyle birlikte artmaya başlamasıyla, kükürt kullanımı çoğu çiftçi tarafından tercih edilmemektedir. Yüksek hava sıcaklığında yapılan kükürt uygulamaları bitkilerde fitotoksisteye neden olup bu ise istenilen bir durum değildir. Bu yüzden çiftçinin sezon sonuna doğru kullanmaya başladığı kükürt ile popülasyonların alındığı bahçelerde bulunan *P. oleivora* bireylerinin karşılaşma olasılığı düşmekte ve bu nedenle direnç geliştirme oranı düşük olabilmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar yukarıda belirtilen nedenle bağdaşmaktadır. Bir diğer nokta ise IRAC MoA (Insecticide Resistance Action Committee)'ya göre kükürtün etki şekli bilinmemektedir (Auger ve ark., 2003). Etki şekli bilinmemesi nedeniyle düşük düzeyde de olsa direncin hangi bölgeden kaynaklandığı tespit edilememektedir.

Kükürt sadece bir akarisit değil aynı zamanda fungisidal özelliğe de sahiptir. Bu yüzden zararlılar üzerinde bulunan ve ölümlerine neden olan

entomopatojen veya akaropatojen olarak adlandırılan etmenleri de öldürmesi muhtemeldir (Fisher ve Griffiths, 1950). Bu yüzden bazı kükürt uygulanan bahçelerde zararlı popülasyonlarında artışlar görülebilmektedir. Santos ve ark. (2018) yaptıkları bir çalışmada konukçuya özelleşmiş bir böcek olan *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)'nın topraktan kükürt uygulaması sonucunda yapraklarda artan nitrojen miktarı ile daha iyi bir gelişme gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu şekilde uygulama yapılan alanlarda zararlı popülasyonu, kontrol uygulamalarına göre önemli derecede gelişmiştir. Bu gibi kükürt uygulamaların arazi koşullarında denenmesi, turuncgillerde zararlı olan gerek *P. oleivora* gerekse diğer zararlılar üzerinde etkilerinin belirlenmesi farklı bir bakış açısı kazandıracaktır. Kükürtün faydalı akarlar üzerindeki etkisi tartışma konusudur. Asalf ve ark. (2012) kükürtün *P. persimilis*'in hayatta kalmasına ve üremesine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Tacoli ve ark., (2020) bağda yaptıkları çalışmada kükürtün arazi koşullarında predatör akar *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae)'ın popülasyon yoğunluğu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı tespit etmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada kireç kükürt karışımının *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae)'u öldürmek için gerekli olan doz 9.5 ml L⁻¹'nin predatör akar *Amblyseius herbicolus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) üzerinde olumsuz etkiye neden olduğu bildirilmiştir (Venzon ve ark., 2012). Vacacela Ajila ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada kükürt kireç karışımının avcı akarlar *Neoseiulus californicus* (McGregor) ve *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) üzerinde yüksek toksisiteye neden olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışmaların sonuçlarına göre, kükürtün tek başına kullanıldığı durumlarda avcı akarlar üzerinde etkisinin düşük veya hiç olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda popülasyonların düşük düzeyde direnç gösterdiği kükürtün, turuncgillerde bulunan avcı akarlar üzerindeki etkileri belirlenerek kullanımı desteklenebilir.

Farklı lokasyonlardan alınan *P. oleivora* popülasyonlarının pyridabene karşı göstermiş oldukları direnç oranlarına bakıldığında en yüksek direnç oranının

30.30 kat ile Erdemli popülasyonunda, en düşük direnç oranının ise 7.55 kat ile Karataş popülasyonunda olduğu tespit edilmiştir. Direnç oranlarındaki farklılığın popülasyonlara göre değişme nedeni bölgede daha önce aktif maddenin kullanım geçmişi ile alakalı olabilir. *Phyllocoptruta oleivora*'nın pyridabene karşı direnç düzeyi ile ilgili bir çalışma mevcut değildir. Ancak Acarina takımı içerisinde yer alan diğer türler üzerinde çalışmalar mevcuttur. Döker ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada 1'i hassas olmak üzere toplamda 10 farklı *P. citri* popülasyonunun abamectin, etoxazole, spirotetramat ve pyridabene göstermiş oldukları direnç düzeylerini belirlemişlerdir. Pyridabene karşı en yüksek direncin 75.06 ile Yakapınar (Adana)'daki popülasyonda, en düşük direnç oranının ise 2.24 ile Bulduklu (Kozan, Adana) popülasyonunda olduğunu tespit etmişlerdir. Kim ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada araziden almış oldukları *T. urticae* popülasyonunu 20 nesil boyunca pyridaben uygulayarak seleksiyon yapmışlar ve sonucunda yaptıkları denemede pyridabene direnç oranının 240 kat olduğunu tespit etmişlerdir. Veriler bu çalışmaya benzer olarak arazi koşullarında da aynı etkili madde ile uygulamaların yapılması sonucunda zararlılar direnç geliştirebilmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, muhtemelen uzun yıllar yapılan pyridaben uygulamaları neticesinde *P. oleivora* direnç geliştirmiştir. Hu ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada 6 farklı *P. citri* popülasyonunun hassas popülasyon ile kıyaslandığında pyridabene 48.2 ile 601.5 kat arasında değişen oranlarda dirençli olduğunu belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise elde edilen sonuçlara bakıldığında direnç oranlarının verilen çalışmaya göre düşük olduğu ancak aynı aktif maddenin kullanılmaya devam edilmesiyle benzer sonuçların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Yapılan diğer bir çalışmada *T. urticae*'de görülen pyridaben direncinin mitochondrial complex I (elektron transportunu inhibe eden) üzerinde yer alan PSST proteininin H92R bölgesinden kaynaklandığı belirtilmiş ve bazı durumlarda artan glutathione S-transferase (GST) aktivitesinin daha önce gelişmiş detoksifikasyon ile ilişkilendirilmiştir (Choi ve ark., 2020). Çalışmamızda *P. oleivora*'da görülen pyridaben direnci de benzer enzim ve bölgeden kaynaklı

olabileceği düşünülmüştür. Fakat üzerinde çalışmalar yapılarak ortaya konulması gereken bir noktadır. Diğer yandan pyridaben kullanımı turuncgil faunasında bulunan predatör akarları da etkileyerek onları ölümüne yol açabilmektedir (Park ve ark., 2011). Faydalılara olan bu zararlı etkiden dolayı tek bir pyridaben formülasyonu turuncgillerde ruhsatludur.

Spirodiclofen etkili maddeli akarisitın uygulanması sonucunda en yüksek direnç oranı 24.00 kat ile Erdemli popülasyonunda, en düşük direnç oranı ise 9.21 kat ile Kozan popülasyonunda tespit edilmiştir. Erdemli popülasyonunun alındığı bahçede limon ağaçlarında sezonun başına yakın bir zaman olmasına rağmen yüksek popülasyon gözlenmiştir. Danışman ile yapılan görüşmelere göre popülasyon alınmadan önce 4 farklı zamanda akarisit uygulaması yapılan bu bahçede sezon sonuna kadar toplam 9 akarisit uygulaması yapılmış fakat pas popülasyonunun istenilen seviyede baskı altına alınamadığı ve zararlının zarar yaptığı görülmüştür. Karataş popülasyonunda en yüksek direnç oranı gözükmesi bile üreticiden alınan bilgilere göre popülasyon alınmadan önce biri genel ilaçlama olmak üzere toplamda iki uygulama yapılmıştır. Bunlardan ikincisi popülasyon alınmadan 10 gün önce spirodiclofen+abamectin karışımı şeklinde yapılmış fakat örnek almaya gidildiğinde zararlı varlığının devam ettiği gözlenmiştir. Bu da arazi koşullarında da direnç varlığının bir göstergesidir. Yaptığımız çalışmada spirodiclofene karşı tespit edilen dirence benzer olarak, Yu ve ark. (2011) *P. citri* ile yaptıkları çalışmada 42 döl süresince spirodiclofene maruz kalmış bireylerin, başlangıçta hiç uygulama yapılmamış hassas popülasyonun LC₅₀ değerine göre 103 kat direnç oluşmuş ve yumurta hariç tüm yaşam evrelerinin yüksek düzeyde dirençli olduğu tespit edilmiştir. Erdemli popülasyonunun alındığı bahçede ürün yönetimi yapan mühendis ile konuşulduğunda spirodiclofenin en fazla kullanılan aktif maddelerden birisi olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Bu şekilde aktif maddeleri etki şekillerine göre rotasyona sokmadan yapılan uygulamaların neticesi dirençle sonuçlanmaktadır. Diğer bir durum ise çapraz direnç oluşumudur. Spirodiclofen ile aynı grupta yer alan spirotetramat aynı etki mekanizmasına sahiptir. Yapılan bir

çalışmada Çin’de Fozhou ve Pinghe’den alınan *P. citri* popülasyonlarında spiroadiclofene karşı sırasıyla 50 ve 90.8 kat direnç tespit edilmiş ve ayrıca spirotetramata çapraz direnç olduğu belirlenmiştir (Hu ve ark., 2010). Yukarıda da belirtildiği gibi laboratuvar koşullarında 42 döl boyunca seleksiyon yapılarak spiroadiclofene direnç hale getirilen *P. citri* popülasyonunun, başlangıç popülasyonu ile kıyaslandığında spirotetramata 29.5 kat direnç kazandığı bildirilmiştir (Yu ve ark., 2011). Spirotetramat uygulaması sonucunda da benzer şekilde spiroadiclofende de çapraz direnç görülebilmektedir (Hu ve ark., 2022). Spiroadiclofen direncinin hangi genden kaynaklandığını belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada, spiroadiclofene yüksek düzeyde direnç gösteren *T. urticae* popülasyonunun (680 kattan fazla) spiromesifen ve spirotetramata düşük düzeyde çapraz direnç gösterdiği bildirilmiştir. Hedef bölge ACCase üzerine yapılan çalışmalarda duyarlı popülasyon ile arasında ekspresyon seviyelerinin farklı olmadığı belirtilmiştir. Bu da direncin farklı bölgeden kaynaklı olabileceğini düşündürmüş, Quantitative PCR sonuçlarında cytochrom P450 bölgesinde yer alan CYP392E7 ve CYP392E10 genlerinin yüksek derecede ekprese olduğu (çoğaldığı) ve CYP392E10 ifadesinin spiroadiclofen tarafından uyarıldığı bildirilmiştir (Demaeght ve ark., 2013). Bu sonuçlara göre çalışmamızda elde edilen direncin sadece hedef bölgeden kaynaklı değil genom üzerinde yer alan diğer bölgelerden kaynaklı olabilir. Spirotetramat turuncgillerde unlu biti *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) ve *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae) mücadelesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Spirotetramatın 2009 yılında ruhsat almasından itibaren firma tavsiye ile birlikte spiroadiclofenle karışım şeklinde kullanılması ve bu etkili maddelerin karışım halinde olmasa bile ard arda yapılan uygulamalar sonucunda çapraz direnç gelişimi teşvik edilmiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bulunan önemli turuncgil yetiştiriciliği yapılan alanlardaki farklı ekolojilere sahip lokasyonlardan alınan *Phyllocoptruta oleivora* popülasyonlarının yaygın olarak kullanılan akarisitler abamectin, kükürt, spiroadiclofen ve pyridabene karşı direnç düzeyleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar maddeler halinde sunulmuştur.

1. Biyolojik etkinlik denemeleri sonucunda *P. oleivora*'nın abamectin aktif maddesine karşı Hassas popülasyonun LC₅₀ değerine göre direnç oranları incelendiğinde yüksekten düşüğe sırasıyla Kozan, Erdemli, Karataş ve Yüreğir popülasyonları olarak belirlenmiştir. En yüksek direnç gösteren Kozan popülasyonunda 25.31, buna yakın olarak ise Erdemli popülasyonunda 24.64 kat direnç oranı tespit edilmiştir.
2. Kükürtle yapılan biyolojik etkinlik çalışmalarında zararlının bu akarisite karşı diğer akarisitlere oranla daha düşük direnç seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir. Direnç oranlarına bakıldığında 2.53 kat ile en yüksek Yüreğir popülasyonunda, 1.46 ile en düşük Erdemli popülasyonunda olduğu tespit edilmiştir.
3. Spiroadiclofen ile yapılan biyolojik etkinlik denemelerinde *P. oleivora*'nın Erdemli popülasyonunun, LC₅₀'den elde edilen direnç oranı 24.00 olarak belirlenmiştir. Bunu takiben Karataş popülasyonunda 15.39, Yüreğir'de 14.05 ve Kozan popülasyonunda 9.21 kat direnç tespit edilmiştir.
4. Pyridaben aktif maddesine karşı Karataş popülasyonunun daha duyarlı olduğu belirlenmiştir. Direnç oranlarına bakıldığında Erdemli, Kozan, Yüreğir ve Karataş popülasyonlarında sırasıyla 30.30, 15.85, 10.10 ve 7.55 kat direnç tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara tüm akarisitler içerisinde en yüksek direnç oranının pyridabende olduğu saptanmıştır.

Öneriler: Ülkemizde *P. oleivora*'ya karşı ruhsatlı sınırlı sayıda akarisit yer almaktadır. Bu akarisitlerin bir üretim sezonu içerisinde birden çok sayıda uygulanması sonucunda zararlıda direnç gelişimi teşvik edilmektedir. Bu nedenle mümkün olduğunca var olan akarisitlerin etki mekanizmasına göre rotasyon halinde kullanılması gerekmektedir.

Etki mekanizması bilinmeyen kükürtün sürekli olarak izlenmesi ve zararlının bu akarSITE karşı direnç gelişimi takip edilmelidir. Ancak kükürtün 30°C ve üzeri sıcaklıklarda kullanımı sınırlıdır. Bölgemizde zararlının gelişim gösterdiği Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında kullanımı sonucunda fitotoksisite gözlenebilmektedir. Eylül ayından sonra yapılacak olan uygulamalarda kükürt kullanımı tavsiye edilebilir ancak uygulama yapılırken predatör akar faunasıda göz önünde bulundurulmalıdır.

Phyllocoptruta oleivora mücadelesinde kalibre edilmemiş turbo atomizör ile ilaçlama yapılması çoğu zaman başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir. Bu şekilde uygulama sonucunda ağacın iç kısımlarına ilaç+su karışımı ulaşmamakta ve burada kalan popülasyon belirli bir süre sonra ağacın diğer kısımlarına yayılabilmektedir. Bu makinelerin fanı ile yapılan uygulamalarda meme çapı ve yönü ağaç içi ile ağaç üstlerini de kapsayacak şekilde ayarlanmalıdır. Yeşil aksamı tamamen kaplayacak şekilde yapılan uygulamalar *P. oleivora* mücadelesinde daha başarılı olmaktadır. Bu nedenle mümkün olduğunca ağaçta kuru yer kalmayacak şekilde akarisit uygulamaları yapılmalıdır. İlaç+su karışımının ağaç içerisine ulaşmamasının diğer bir nedeni ise yapılan sık dikimlerlerdir. Sık dikim sonucunda ağaç taçları birbirine temas etmekte ve ilaçlı suyun değme noktalarına ulaşması zorlaşmaktadır. Dikim sıklığı, ilaçlama sırasında ilaç+su karışımının ağacın tüm kısımlarına ulaşmasına imkân tanıyacak şekilde ayarlanmalıdır.

Phyllocoptruta oleivora mücadelesinde ruhsatlı olan ve etki mekanizması nedeniyle zararlıların direnç geliştirme olanağının bulunmadığı mineral yağların özellikle serin havalarda kullanımı sağlanmalıdır. Son yıllarda tarımda zararlıların mücadelesinde kullanımı yaygınlaşan bitkisel kökenli yağların ve bunların bazı

akarisitler ile karışımlarının (adjuvant olarak) etkilerinin *P. oleivora* üzerindeki etkileri araştırılmalıdır.

Phyllocoptruta oleivora üzerinde beslenen doğal düşmanlar yer almaktadır. Bunlar arasında *Stethorus gilvifrons*, *Amblyseius swirskii*, *Euseius stipulatus*, ve *Euseius scutalis* gibi yaygın olarak bulunan avcılar mümkün olduğunca desteklenmelidir.

Ayrıca farklı lokasyonlardan *P. oleivora* popülasyonları alınmalı ve bu zararlının direnç gelişimi takip edilmelidir. Biyolojik etkinlik çalışmalarının yanısıra, Turunçgil pasböcüsünün çalışmalarda kullanılan akarisitlere karşı göstermiş olduğu direncin sebebini ortaya koyabilmek için moleküler çalışmalar yapılmalıdır.



KAYNAKLAR

- Abbott, W. S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2):265-267.
- Alkan, B., 1947. Turunçgillerde pas örümceği ve savaşı. *Çiftçi Dergisi*, 22:8-12.
- Allen, J. C., and McCoy, C. W., 1979. The thermal environment of the citrus rust mite. *Agricultural Meteorology*, 20(5):411-425.
- Allen, J. C., Yang, Y., and Knapp, J. L., 1995. Temperature effects on development and fecundity of the citrus rust mite (Acari: Eriophyidae). *Environmental Entomology*, 24 (5):996-1004.
- Alves, S. B., Tamai, M. A., Rossi, L. S., and Castiglioni, E., 2005. *Beauveria bassiana* pathogenicity to the citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora*. *Experimental and Applied Acarology*, 37(1):117-122.
- Argolo, P. S., Jacas, J. A., and Urbaneja, A., 2014. Comparative toxicity of pesticides in three phytoseiid mites with different life-style occurring in citrus: *Euseius stipulatus*, *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis*. *Experimental and Applied Acarology*, 62(1):33-46.
- Asalf, B., Trandem, N., Stensvand, A., Wekesa, V. W., De Moraes, G. J., and Klingen, I., 2012. Influence of sulfur, powdery mildew, and the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* on two-spotted spider mite in strawberry. *Biological Control*, 61(2):121-127.
- Ashmead, W. H., 1879. Injurious and beneficial insects found on the orange trees of Florida. *Canadian Entomologist*, 11 (8):159-160.
- Auger, P., Guichou, S., and Kreiter, S., 2003. Variations in acaricidal effect of wettable sulfur on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of temperature, humidity and life stage. *Pest Management Science*, 59(5):559-565.

- Bergh, J. C., Rugg, D., Jansson, R. K., McCoy, C. W., and Robertson, J. L., 1999. Monitoring the susceptibility of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) populations to abamectin. *Journal of Economic Entomology*, 92(4):781-787.
- CABI, 2022. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. www.cabi.org/isc.
- Choi, J., Koo, H. N., Kim, S. I., Park, B., Kim, H., and Kim, G. H., 2020. Target-Site Mutations and Glutathione S-Transferases Are Associated with Acequinocyl and Pyridaben Resistance in the Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Insects*, 11(8):511.
- Demaeght, P., Dermauw, W., Tsakireli, D., Khajehali, J., Nauen, R., Tirry, L., Vontas, J., Lümme, P., and Van Leeuwen, T., 2013. Molecular analysis of resistance to acaricidal spirocyclic tetrone acids in *Tetranychus urticae*: CYP392E10 metabolizes spirotetrameth, but not its corresponding enol. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 43(6):544-554.
- Denizhan, E., Monfreda, R., De Lillo, E., and Çobanoğlu, S., 2015. Eriophyoid mite fauna (Acari: Trombidiformes: Eriophyoidea) of Turkey: new species, new distribution reports and an updated catalogue. *Zootaxa*, 3991(1):1-63.
- Döker, İ., and Kazak, C., 2012. Detecting acaricide resistance in Turkish populations of *Panonychus citri* McGregor (Acari: Tetranychidae). *Systematic and Applied Acarology*, 17(4):368-377.
- Döker, İ., and Kazak, C., 2019. Non-target effects of five acaricides on a native population of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*, 45(1-2):69-74.
- Döker, İ., Kazak, C., and Ay, R., 2021. Resistance status and detoxification enzyme activity in ten populations of *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) from Turkey. *Crop Protection*, 141:105488.
- Düzgüneş, Z., 1952. Citrus mites in Turkey. *Bitki Koruma Bülteni*, (1).

- Erkiliç, L., and Demirbaş, H., 2007. Biological control of citrus insect pests in Turkey. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 2(056):1-6.
- Finney, D. J., 1952. Probit analysis: Statistical treatment of the sigmoid curve. Cambridge university press, Cambridge, 318p.
- Fisher, F. E., and Griffiths Jr, J. T., 1950. The fungicidal effect of sulfur on entomogenous fungi attacking purple scale. Journal of Economic Entomology, 43(5).
- Fisher, F. E., 1950. Two new species of *Hirsutella* Patouillard. Mycologia, 42(2):290-297.
- Garzia, G. T., and De Lillo, E., 2018. Geographic distribution of *Phyllocoptruta oleivora* in the Mediterranean Basin, with particular emphasis on Italy. Systematic and Applied Acarology, 23(6):1021-1024.
- Gesraha, M. A., and Ebeid, A. R., 2019. Impact of sulfur dust application on the abundance of two important coccinellid predators in marrow fields. Bulletin of the National Research Centre, 43(1):34.
- Griffiths, J. T., and Thompson, W. L., 1957. Insects and mites found on Florida citrus. University of Florida Agricultural Experiment Station.
- Jeschke, P., 2021. Status and outlook for acaricide and insecticide discovery. Pest Management Science, 77(1):64-76.
- Jorge, S. J., Demite, P. R., and de Moraes, G. J., 2021. First report of *Amblyseius tamatavensis* Blommers, 1974 (Acari: Phytoseiidae) in Peru, with predation observation and a key for the *Amblyseius* species reported so far from that country. Entomological Communications, 3:ec03037.
- Herne, D. H. C., Cranham, J. E., and Easterbrook, M. A., 1979. New acaricides to control resistant mites. In: J.G. Rodriguez (Editor), Recent advances in acarology, Vol. 1. Academic Press, New York, USA, pp. 95-104.
- Hirata, K., Kawamura, Y., Kudo, M., and Igarashi, H., 1995. Development of a new acaricide pyridaben. Journal of Pesticide Science, 20:177-9.

- Hoy, M. A., 2011. Agricultural Acarology: Introduction to Integrated Mite Management. CRC Press, Boca Raton, Florida, 430.
- Hu, J., Wang, C., Wang, J., You, Y., and Chen, F., 2010. Monitoring of resistance to spiroticlofen and five other acaricides in *Panonychus citri* collected from Chinese citrus orchards. Pest Management Science, 66(9):1025-1030.
- Hu, J., Wang, J., Yu, Y., Rao, W., Chen, F., Wang, C., and Fan, G., 2022. Cross-Resistance Pattern and Genetic Studies in Spirotetramat-Resistant Citrus Red Mite, *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). Agriculture, 12(5):737.
- IRAC, 2022. <https://irac-online.org/modes-of-action/>
- Kansu, A.İ., ve Uygun, N., 1980. Doğu Akdeniz Bölgesinde turunçgil zararlıları ile tüm savaş olanaklarının araştırılması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 141, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, 33, 63 s.
- Kim, Y. J., Park, H. M., Cho, J. R., and Ahn, Y. J., 2006. Multiple resistance and biochemical mechanisms of pyridaben resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Economic Entomology, 99(3):954-958.
- Lankas, G. R., and Gordon, L. R.. 1989. Toxicology in W.C. Campbell (ed.). Ivermectin and Abamectin. Springer-Verlag, NY.
- LeOra Software, 1994. Polo-PC: A user's guide to probit or logit analysis. 28 pp, Berkeley, USA.
- Liao, C. Y., Xia, W. K., Feng, Y. C., Li, G., Liu, H., Dou, W., and Wang, J. J., 2016. Characterization and functional analysis of a novel glutathione S-transferase gene potentially associated with the abamectin resistance in *Panonychus citri* (McGregor). Pesticide Biochemistry and Physiology, 132, 72-80.
- Lorenz, D. J., DeWeaver, E. T., and Vimont, D. J., 2010. Evaporation change and global warming: The role of net radiation and relative humidity. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 115(D20).

- McCoy, C. W., and Albrigo, L. G., 1975. Feeding injury to the orange caused by the citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora* (Prostigmata: Eriophyoidea). *Annals of the Entomological Society of America*, 68(2):289-297.
- Mazet, I., 1992. Recherches sur les hirsutellines, toxines protéiques produites par "*Hirsutella thompsonii*" Fisher, champignon pathogène d'acariens phytophages (Doctoral dissertation, Montpellier 2).
- Omoto, C., Dennehy, T. J., McCoy, C. W., Crane, S. E., and Long, J. W., 1994. Detection and characterization of the interpopulation variation of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) resistance to dicofol in Florida citrus. *Journal of Economic Entomology*, 87(3):566-572.
- Omoto, C., Dennehy, T. J., McCoy, C. W., Crane, S. E., and Long, J. W., 1995. Management of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) resistance to dicofol in Florida citrus. *Journal of Economic Entomology*, 88(5):1120-1128.
- Ouyang, Y., Montez, G. H., Liu, L., and Grafton-Cardwell, E. E., 2012. Spirodiclofen and spirotetramat bioassays for monitoring resistance in citrus red mite, *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science*, 68(5):781-787.
- Palevsky, E., Argov, Y., David, T. B., and Gerson, U., 2003. Identification and evaluation of potential predators of the citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora*, in Israel. *Systematic and Applied Acarology*, 8(1):39-48.
- Park, J. J., Kim, M., Lee, J. H., Shin, K. I., Lee, S. E., Kim, J. G., and Cho, K., 2011. Sublethal effects of fenpyroximate and pyridaben on two predatory mite species, *Neoseiulus womersleyi* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari, Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 54(3):243-259.
- Puspitarini, R. D., and Endarto, O., 2021. New Record of Citrus Rust Mite, *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead on Citrus in three Provinces of Indonesia. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*, 43(3):639-646.

- Putter, I., Mac Connell, J. G., Preiser, F. A., Haidri, A. A., Ristich, S. S., and Dybas, R. A., 1981. Avermectins: novel insecticides, acaricides and nematicides from a soil microorganism. *Experientia*, 37(9):963-964.
- Robertson, J.L., Russell, R.M., Preisler, H.K., and Savin, E., 2007. Quantal response bioassay, Chapter two, Bioassays with Arthropods. CRC press, Newyork, 11-18.
- Satar, S., Ada, M., Kasap, İ., and Çobanoğlu, S., 2013. Acarina fauna of citrus trees in Eastern Mediterranean region of Turkey. *IOBC-WPRS Bulletin*, 95:171-178.
- Satar, S., Lafcı, M., Doylu, E., and Akgül, D. S., 2019a. Detection of *Acaromyces ingoldii*, an acaropathogenic fungus, on citrus rust mite (*Phyllocoptruta oleivora*) in the Çukurova Region of Turkey and its efficacy under growth chamber conditions. 7th International Entomopathogens and Microbial Control Congress.
- Satar, S., Tusun, A., Yayla, M., and Tiring, G., 2019b. The Effect of tau-fluvalinate on *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot and *Euseius scutalis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(12):2190-2197.
- Satar, S., Tiring, G., İşpınar, D., ve Yayla, M., 2020a. Adana ekolojik koşullarında *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead)(Acari: Phyllocoptidae)'nın popülasyon gelişmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 60(1):11-16.
- Satar, S., Tiring, G., Tusun, A., ve Yeşiloğlu, T., 2020b. Valencia portakalında *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead)(Acari: Phyllocoptidae)'nın meyve kalitesine etkisi. *Derim*, 37(1):44-50.
- Santos, N. A., Teixeira, N. C., Valim, J. O. S., Almeida, E. F. A., Oliveira, M. G. A., and Campos, W. G., 2018. Sulfur fertilization increases defense metabolites and nitrogen but decreases plant resistance against a host-specific insect. *Bulletin of Entomological Research*, 108(4):479-486.

- Soylu, Z. O., ve Ürel, N., 1977. Güney Anadolu Bölgesi turuncgillerinde zararlı böceklerin parazit ve predatörlerinin tesbiti üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 17 (2-4):77-112.
- Stumpf, N., and Nauen, R., 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 72(2):111-121.
- Tacolı, F., Cargnus, E., Zandıgiacomio, P., and Pavan, F., 2020. Side effects of sulfur dust on the European grapevine moth *Lobesia botrana* and the predatory mite *Kampimodromus aberrans* in vineyards. Insects, 11(11):825.
- TAGEM, 2019. Faydalı Organizmalara Standart Yan Etki Deneme Metotları (Rev 22.02.2019). 42 s.
- Erlat, E., ve Türkeş, M., 2017. Türkiye’de Tropikal Gece Sayılarında Gözlenen Değişmeler Ve Eğilimler. Ege Coğrafya Dergisi, 26(2):95-106.
- Uygun, N., and Satar, S., 2008. The current situation of citrus pests and their control methods in Turkey. IOBC-WPRS Bulletin, 38:2-9.
- Wachendorff, U., Nauen, R., Schnorbach, H. J., Stumpf, N., and Elbert, A., 2002. The biological profile of spiroticlofen (Envidor®)-a new selective tetrionic acid acaricide. Pflanzenschutz nachrichten-bayer-english edition, 55:149-176.
- Wolstenholme, A. J., and Rogers, A. T. 2005. Glutamate-gated chloride channels and the mode of action of the avermectin/milbemycin anthelmintics. Parasitology, 131(S1), S85-S95.
- Vacacela Ajila, H. E., Oliveira, E. E., Lemos, F., Haddi, K., Colares, F., Marques Gonçalves, P. H., and Pallini, A., 2020. Effects of lime sulfur on *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis*, two naturally occurring enemies of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. Pest Management Science, 76(3):996-1003.

- Van Brussel, E. W., 1975. Interrelations between citrus rust mite, *Hirsutella thompsonii* and greasy spot on citrus in Surinam. Agricultural Experiment Station Surinam, Bulletin 98:1-66.
- Van Leuween, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R., and Dermauw, W., 2015. The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. Pesticide Biochemistry and Physiology, 121:12–21.
- Venzon, M., Oliveira, R. M., Perez, A. L., Rodríguez-Cruz, F. A., and Martins Filho, S., 2013. Lime sulfur toxicity to broad mite, to its host plants and to natural enemies. Pest Management Science, 69(6):738-743.
- Villanueva, R. T., 2002. A study of the biology and ecology of selected predators of phytophagous mites on Florida citrus. Doctoral dissertation. University of Florida, Gainesville.
- Yothers, W. W., and Mason, A. C., 1930. The citrus rust mite and its control (No. 176). United States Department of Agriculture Technical Bulletin, 7-16.
- Yu, D. Y., Wang, C. F., Yu, Y., Huang, Y. Q., Yao, J. A., and Hu, J. F., 2011. Laboratory selection for spiroticlofen resistance and cross-resistance in *Panonychus citri*. African Journal of Biotechnology, 10(17):3424-3429.

ÖZGEÇMİŞ

Çağlar KALKAN, ilkokul, ortaokul ve liseyi Amasya iline bağlı köy, kasaba ve ilçede tamamladı. 2014 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi/Ziraat Fakültesi/Bitki Koruma Bölümü'ne başlayarak 2018 yılında mezun oldu. Aynı yıl aynı üniversitede Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Entomoloji Bilim Dalında yüksek lisans eğitime başlayıp, 2020 yılının Mart ayında yatay geçişle Çukurova Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü'ne geçiş yaptı.

