

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

İsmail DÖKER

**ADANA'DA TURUNÇGİLLERDE KULLANILAN
AKARİSİTLERİN *Panonychus citri* (ACARI:
TETRANYCHIDAE)'DE DİRENÇ DÜZEYLERİNİN
BİYOASSAY VE BİYOKİMYASAL YÖNTEMLER İLE
BELİRLENMESİ VE BUNLARIN BAZI PHYTOSEIIDAE
(ACARI) TÜRLERİNE ETKİLERİ**

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ADANA-2017

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ADANA'DA TURUNÇGİLLERDE KULLANILAN AKARİSİTLERİN
Panonychus citri (ACARI: TETRANYCHIDAE)'DE DİRENÇ
DÜZEYLERİNİN BİYOASSAY VE BİYOKİMYASAL YÖNTEMLER İLE
BELİRLENMESİ VE BUNLARIN BAZI PHYTOSEIIDAE (ACARI)
TÜRLERİNE ETKİLERİ**

İsmail DÖKER

DOKTORA TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 20/09/2017 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Cengiz KAZAK
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Kamil KARUT
ÜYE

.....
Prof. Dr. Recep AY
ÜYE

.....
Prof. Dr. M. Rifat ULUSOY
ÜYE

.....
Doç. Dr. Gökhan AYDIN
ÜYE

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

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FDK-2016-6140**

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

DOKTORA TEZİ

**ADANA'DA TURUNÇGİLLERDE KULLANILAN AKARİSİTLERİN
Panonychus citri (ACARI: TETRANYCHIDAE)'DE DİRENÇ
DÜZEYLERİNİN BİYOASSAY VE BİYOKİMYASAL YÖNTEMLER İLE
BELİRLENMESİ VE BUNLARIN BAZI PHYTOSEIIDAE (ACARI)
TÜRLERİNE ETKİLERİ**

İsmail DÖKER

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

Danışman : Prof. Dr. Cengiz KAZAK
Yıl: 2017, Sayfa 109
Jüri : Prof. Dr. Cengiz KAZAK
: Prof. Dr. Kamil KARUT
: Prof. Dr. Recep AY
: Prof. Dr. M. Rifat ULUSOY
: Doç. Dr. Gökhan AYDIN

Bu çalışmada, *Panonychus citri* McGregor (Acari: Tetranychidae)'nin Adana ilinden toplanan 10 farklı popülasyonunun abamectin, etoxazole, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı direnç düzeyleri biyoassay ve biyokimyasal yöntemler ile ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, bu akarisitlerin *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) ve *Typhlodromus athiasae* (Porath & Swirski) (Acari: Phytoseiidae)'nin farklı biyolojik dönemleri üzerinde yan etkileri belirlenmiştir.

Panonychus citri'nin bahçe popülasyonlarında belirlenen LC₅₀ değerleri hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında, abamectin, etoxazole, spirotetramat ve pyridaben için sırasıyla 2.818-34.822, 1.221-18.359, 1.239-40.438, 1.760-27.505 ve 2.244-75.066 kat direnç saptanmıştır. Popülasyonlarda saptanan toplam esterase ve glutatyon s-transferaz enzim aktivite değerleri ise 15.856-43.268, ve 2.076-5.293 mOD/min/mg protein arasında değişkenlik göstermiştir. Denemelerde kullanılan tüm akarisitlerin *T. athiasae*'ye karşı toksik olduğu saptanmıştır. Ayrıca abamectin ve pyridaben *A. swirskii*'ye, abamectin, etoxazole ve pyridaben *E. scutalis*'e toksik olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Panonychus citri*, Phytoseiidae, direnç, yan etki, Adana

ABSTRACT

PhD. Thesis

DETERMINATION of RESISTANCE LEVELS of ACARICIDES USED in CITRUS PRODUCTION in *Panonychus citri* (ACARI: TETRANYCHIDAE) at ADANA USING BIOASSAY AND BIOCHEMICAL METHODS AND THEIR EFFECTS ON SOME PHYTOSEIIDAE (ACARI) SPECIES

İsmail DÖKER

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

Supervisor : Prof. Dr. Cengiz KAZAK
Year: 2017, Page: 109
Jury : Prof. Dr. Cengiz KAZAK
: Prof. Dr. Kamil KARUT
: Prof. Dr. Recep AY
: Prof. Dr. M. Rifat ULUSOY
: Assoc. Prof. Dr. Gökhan AYDIN

In this study, resistance status of 10 different *Panonychus citri* McGregor (Acari: Tetranychidae) populations collected from Adana province were determined against abamectin, etoxazole, spirotetramat and pyridaben using bioassay and biochemical methods. In addition, side effects of these acaricides were also determined on different biological stages of *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) and *Typhlodromus athiasae* (Porath & Swirski) (Acari: Phytoseiidae).

Based on the LC₅₀ values of susceptible and orchard populations of *P. citri*, resistance ratios changed between 2.818-34.822, 1.221-18.359, 1.239-40.438, 1.760-27.505 and 2.244-75.066 fold for abamectin, etoxazole, spirotetramat and pyridaben, respectively. Total esterase and glutathion s-transferase enzyme activities determined in the populations, changed between 15.856-43.268, and 2.076-5.293 mOD/min/mg protein. All the acaricides used in the experiments were found to be toxic against *T. athiasae*. While, abamectin and pyridaben were determined as toxic to *A. swirskii*, abamectin, etoxazole and pyridaben were toxic to *E. scutalis*.

Key Words: *Panonychus citri*, Phytoseiidae, direnç, yan etki, Adana

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Türkiye’de turunçgil yetiştirilen alanlarda *Eutetranychus orientalis* (Klein) ve *Panonychus citri* (McGregor), *Aceria sheldoni* (Ewing) ve *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) olmak üzere dört farklı akar türünün ekonomik kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Düzgüneş, 1952, Çobanoğlu ve Can, 2014). Bu türler arasında, polifag bir zararlı olarak bilinen *P. citri*, dünyadaki turunçgil üretim alanlarının neredeyse tamamında saptanmıştır. Zararlıının mücadelesinde, yaygın olarak kullanılan “Kimyasal Mücadele”, kısa sürede etki göstermesi ve uygulamasının kolay olması nedeniyle üreticiler tarafından en çok tercih edilen yöntem olmuştur. Ancak *P. citri*, bir sezonda çok sayıda döl vermesine bağlı olarak mücadelesinde daha fazla akarisit kullanmayı gerektirmesinden dolayı diğer zararlılara oranla daha çabuk direnç geliştirebilmektedir. Direnç çalışmalarındaki asıl amaç zararlılarda direnç oluşumunu engellemek veya geciktirmektir. Diğer yandan tarım ilaçlarının doğal düşmanlar üzerindeki olumsuz etkileri göz önünde bulundurulduğunda içerisinde direnç yönetimi olmayan “Entegre Mücadele” programları ile istenilen, etkili ve amacına uygun bir zararlı mücadelesi yapılamayacağı da açık bir şekilde ortadadır. Entegre mücadele programlarının temel esaslarından birisi de zararlı türlerin hassasiyet, avcı türlerin ise tolerans gösterdiği pestisitlerin belirlenerek bir arada kullanılmasıdır.

Bu çalışmada, *P. citri*’nin Adana ilinden 9 farklı ticari turunçgil bahçelerinden ve ilaç kullanılmayan alanlardan toplanmış hassas popülasyonunun, turunçgil üretiminde yaygın olarak kullanılan abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spiroetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı direnç düzeyleri biyoassay ve biyokimyasal yöntemler ile ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, bu akarisitlerin *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) ve *Typhlodromus athiasae* Porath & Swirski (Acari: Phytoseiidae)’nin farklı biyolojik dönemleri üzerinde yan etkileri de belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına

bağlı olarak, *P. citri* popülasyonlarında belirlenen LC_{50} değerleri dikkate alındığında; hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında, Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarında belirlenen direnç oranları, abamectin için sırasıyla; 3.093, 13.860, 2.928, 14.646, 5.042, 4.399, 2.818, 12.985 ve 34.822 kat, etoxazole için; 5.107, 16.158, 11.180, 4.030, 1.221, 3.398, 6.273, 16.100 ve 18.359 kat, spiroadiclofen için; 8.494, 40.438, 12.411, 2.351, 1.550, 1.239, 31.230, 22.227 ve 9.331 kat, spirotetramat için; 15.816, 9.690, 3.291, 11.484, 6.222, 1.760, 3.201, 27.505 ve 21.234 kat, pyridaben için; 10.130, 33.690, 2.244, 56.732, 7.638, 3.262, 10.720, 21.659 ve 75.066 kat direnç saptanmıştır. Popülasyonlarda saptanan toplam esterase enzim aktivite değerleri, yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak, 20.035, 21.577, 19.964, 22.243, 16.560, 15.856, 16.342, 22.928 ve 43.268, mOD/min/mg protein; toplam glutatyon s-transferaz enzim aktiviteleri ise 4.054, 4.249, 3.599, 4.237, 3.653, 2.076, 3.406, 4.513 ve 5.293 mOD/min/mg protein olarak bulunmuştur.

Abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben'in *A. swirskii* yumurtalarında % 36.00, 5.00, 4.00, 8.50 ve 27.50, larvalarında % 84.00, 8.66, 8.00, 9.33 ve 86.66, ergin dişilerinde ise % 21.66, 9.16, 6.66, 4.16 ve 95.00 ölüme neden olduğu saptanmıştır. Bu akarisit uygulamaları sonucu *A. swirskii*'nin günlük canlı dişi başına bıraktıkları yumurta sayıları ise 1.24, 2.27, 2.43, 2.59 ve 0.59 adet olarak belirlenmiştir. Ayrıca avcı akarın abamectin ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı göstermiş oldukları LC_{50} değerleri 10.921 ve 55.410 mg L^{-1} (e.m) olarak bulunmuştur. Bu akarisitlerin, *E. scutalis* yumurtalarında % 18.00, 15.00, 6.50, 8.50 ve 33.50, larvalarında % 57.33, 55.33, 14.66, 12.00 ve 65.33, ergin dişilerinde ise % 23.33, 9.33, 10.00, 11.33 ve 44.00 ölüme neden olduğu saptanmıştır. Bu akarisit uygulamaları sonucu *E. scutalis*'in günlük canlı dişi başına bıraktıkları yumurta sayıları ise 1.47, 0.91, 1.89, 1.91 ve 0.93 adet olarak belirlenmiştir. Ayrıca avcı akarın ergin dişilerinin abamectin ve pyridaben, larvalarının ise etoxazole etkili maddeli akarisitlere karşı göstermiş oldukları LC_{50} değerleri 13.387 ve 165.216 mg L^{-1} ile 45.960 mg L^{-1} (e.m.) olarak bulunmuştur.

TEŞEKKÜR

Öncelikle, tezimin planlanması ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ile birlikte her zaman her konuda beni en iyi şekilde yönlendiren, kendisinden öğrendiğim en küçük bir ayrıntının bile bilimsel anlamda hayatıma kattığı büyük önemi asla unutamayacağım Hocam Sayın Prof. Dr. Cengiz KAZAK'a teşekkür ederim. Ayrıca, tezime yaptığı olumlu katkıları ile her zaman her konuda yakın ilgi ve sonsuz desteğini gördüğüm Hocam Sayın Prof. Dr. Kamil KARUT'a saygıyla teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitesinde yer alan, tezimin geliştirilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi ile biyokimyasal analizlerin gerçekleştirilmesi konusunda önemli katkı ve yardımlarından dolayı Hocam Sayın Prof. Dr. Recep AY'a saygıyla teşekkür ederim. Tezime olan olumlu eleştiri ve katkılarından dolayı jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Mehmet Rifat ULUSOY ve Sayın Doç. Dr. Gökhan AYDIN'a ayrıca teşekkür ederim.

Deneme ortamlarının kurulmasında yardımlarını esirgemeyen Akaroloji Laboratuvarı çalışanları Kemal YALÇIN, Fatma ELBİNLİ, Mahmut Mete KARACA ve İlksen TOPÇU'ya çok teşekkür ederim.

Akademik çalışmalar yapmamı her zaman destekleyen, bugünlere gelmemde büyük emeği olan, herşeyi ile kendisine doyamadığım ve yokluğuna alışamadığım rahmetli babam Ali DÖKER'e, özleminin her geçen gün giderek arttığı ve boşluğunu dolduramadığım biricik kardeşim merhum İbrahim DÖKER'e, sevgi ve şefkatini daima hissettiren güzel annem Zehra'ya, gerek doktora tezim gerekse akademik çalışmalarım sırasında gösterdikleri sabırları ve her konudaki desteklerinden dolayı canım eşim Tülin ile canım oğlum Ali'ye ve ailemizin yeni üyesi canım kızım Bilge'ye içtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOT	21
3.1. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Adana İlinde Turunçgil Yetiştirilen Alanlarda Kullanılan Bazı Akarisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Biyoassay Denemeleri ile Belirlenmesi	21
3.1.1. Biyoassay Denemelerinde Kullanılan <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Eldesi	21
3.1.2. Biyoassay Denemelerinde Kullanılan Akarisitler	24
3.1.3. Biyoassay Denemelerinde Kullanılan Akarisit Konsantrasyonlarının Hazırlanması.....	24
3.1.4. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Akarisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi.....	26
3.1.5. Biyoassay Denemeleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	28
3.2. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Adana İlinde Turunçgil Yetiştirilen Alanlarda Kullanılan Bazı Akarisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Biyokimyasal Analizler ile Belirlenmesi.....	29
3.2.1. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Toplam Esteraz Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi.....	29

3.2.2. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Glutasyon S-transferaz (GST)	
Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi	29
3.2.3. Biyokimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	30
3.3. Adana ili Turunçgil Yetiştirilen Alanlarda Kullanılan Bazı Akarisitlerin	
<i>Amblyseius swirskii</i> , <i>Euseius scutalis</i> ve <i>Typhlodromus athiasae</i> 'nin Farklı	
Biyolojik Dönemlerine Etkileri	31
3.3.1. İlaç Denemelerinde Kullanılan <i>Amblyseius swirskii</i> , <i>Euseius scutalis</i>	
ve <i>Typhlodromus athiasae</i> 'nin Eldesi, Tür Teşhislerinin Yapılması	
ve Kitle Üretimleri	31
3.3.2. İlaç Denemelerinde Kullanılan Akarisitler ve Konsantrasyonlarının	
Hazırlanması	34
3.3.3. Hazırlanan Akarisit Konsantrasyonlarının <i>Amblyseius swirskii</i> ,	
<i>Euseius scutalis</i> ve <i>Typhlodromus athiasae</i> 'nin Yumurta, Larva ve	
Ergin Dişilerine Uygulanması.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	41
4.1. Biyoassay Denemeleri Sonuçları	41
4.1.1. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Ergin Dişilerinin Abamectin	
Etkili Maddeli Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri	41
4.1.2. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Etoxazole Etkili Maddeli	
Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri.....	43
4.1.3. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Spiroclorfen Etkili Maddeli	
Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri.....	45
4.1.4. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Spirotetramat Etkili Maddeli	
Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri.....	48
4.1.5. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Pyridaben Etkili Maddeli	
Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri.....	50
4.2. Biyokimyasal Analiz Sonuçları.....	59
4.2.1. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Toplam Esteraz Enzim	
Aktiviteleri	59

4.2.2. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının Glutasyon S-transferaz (GST)	
Enzim Aktiviteleri.....	61
4.3. Akarisitlerin Üç Farklı Avcı Akar Türünün Farklı Biyolojik Dönemlerine	
Etkileri	66
4.3.1. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Amblyseius swirskii</i> 'nin Farklı Biyolojik	
Dönemlerine Etkileri.....	66
4.3.1.1. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Amblyseius swirskii</i> 'nin	
Yumurtalarına Etkileri	66
4.3.1.2. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Amblyseius swirskii</i> 'nin Larvalarına	
Etkileri	67
4.3.1.3. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Amblyseius swirskii</i> 'nin Ergin	
Dişilerine Etkileri.....	68
4.3.1.4. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Amblyseius swirskii</i> 'nin Ergin	
Dişilerinin Yumurta Verimlerine Etkileri.....	69
4.3.1.5. Akarisitlerin Farklı Dozlarının Avcı Akar <i>Amblyseius</i>	
<i>swirskii</i> Ergin Dişilerinde Neden Oldukları Ölüm Oranları	
ile Avcı Akarın Abamectin ve Pyridabene Karşı Gösterdiği	
LC ₅₀ ve LC ₉₀ Değerleri.....	71
4.3.2. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Euseius scutalis</i> 'in Farklı Biyolojik	
Dönemlerine Etkileri	75
4.3.2.1. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Euseius scutalis</i> 'in Yumurtalarına	
Etkileri	75
4.3.2.2. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Euseius scutalis</i> 'in Larvalarına	
Etkileri	75
4.3.2.3. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Euseius scutalis</i> 'in Ergin Dişilerine	
Etkileri	76
4.3.2.4. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Euseius scutalis</i> 'in Ergin Dişilerinin	
Yumurta Verimlerine Etkileri.....	77

4.3.2.5. Akarisitlerin Farklı Dozlarının Avcı Akar <i>Euseius scutalis</i> 'in Ergin Dişilerinde Neden Oldukları Ölüm Oranları ile Avcı Akarın Abamectin, Etoxazole ve Pyridabene Karşı Gösterdiği LC ₅₀ ve LC ₉₀ Değerleri	78
4.3.2. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Typhlodromus athiasae</i> 'nin Farklı Biyolojik Dönemlerine Etkileri	81
4.3.2.1. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Typhlodromus athiasae</i> 'nin Larvalarına Etkileri	81
4.3.2.2. Akarisitlerin Avcı Akar <i>Typhlodromus athiasae</i> 'nin Ergin Dişilerine Etkileri.....	81
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	109

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Biyoassay denemelerde kullanılan <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarına ait genel bilgiler.....	22
Çizelge 3.2. Biyoassay denemelerde kullanılan akarisitlere ait bazı bilgiler	24
Çizelge 4.1. Farklı <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının ergin dişilerinin abamectin etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri LC ₅₀ ve LC ₉₀ değerleri ile direnç oranları	42
Çizelge 4.2. Farklı <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının protonimflerinin etoxazole etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri LC ₅₀ ve LC ₉₀ değerleri ile direnç oranları.....	44
Çizelge 4.3 Farklı <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının protonimflerinin spirodiclofen etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri LC ₅₀ ve LC ₉₀ değerleri ile direnç oranları.....	47
Çizelge 4.4. Farklı <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının protonimflerinin spirotetramat etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri LC ₅₀ ve LC ₉₀	49
Çizelge 4.5. Farklı <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının ergin dişilerinin pyridaben etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri LC ₅₀ ve LC ₉₀ değerleri ile direnç oranları.....	52
Çizelge 4.6. <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının toplam esteraz enzim aktiviteleri	60
Çizelge 4.7. <i>Panonychus citri</i> Popülasyonlarının glutatyon S-transferaz (GST) Enzim Aktiviteleri.....	62
Çizelge 4.8. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar <i>Amblyseius swirskii</i> yumurtalarında saptanan ölüm oranları (%±SH).	67
Çizelge 4.9. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar <i>Amblyseius swirskii</i> larvalarında saptanan ölüm oranları (%±SH).....	67
Çizelge 4.10. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar <i>Amblyseius swirskii</i> ergin ..	69

Çizelge 4.11. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar <i>Amblyseius swirskii</i> ergin..	70
Çizelge 4.12. Akarisitlerin farklı dozlarının 72 saat sonunda avcı akar <i>Amblyseius swirskii</i> ergin dişilerinde neden oldukları ölüm oranları (%±SH).	72
Çizelge 4.13. Avcı akar <i>Amblyseius swirskii</i> ergin dişilerinin abamectin ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı gösterdikleri LC ₅₀ ve LC ₉₀ değerleri	74
Çizelge 4.14. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar <i>Euseius scutalis</i> yumurtalarında saptanan ölüm oranları (%±SH).	75
Çizelge 4.15. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar <i>Euseius scutalis</i> larvalarında saptanan ölüm oranları (%±SH).....	76
Çizelge 4.16. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar <i>Euseius scutalis</i> ergin dişilerinde saptanan ölüm oranları (%±SH).....	77
Çizelge 4.17. Akarisit ve insektisit uygulamaları sonucu avcı akar <i>Euseius scutalis</i> ergin dişilerinin yumurta verimleri (Ortalama±SH adet/dişi).	78
Çizelge 4.18. Akarisitlerin farklı dozlarının 72 saat sonunda avcı akar <i>Euseius</i>	79
Çizelge 4.19. Avcı akar <i>Euseius scutalis</i> larvalarının etoxazole, ergin dişilerinin abamectin ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı gösterdikleri LC ₅₀ değerleri	80
Çizelge 4.20. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar <i>Typhlodromus athiasae</i> larvalarında saptanan ölüm oranları (%±SH).....	81
Çizelge 4.21. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar <i>Typhlodromus athiasae</i> ergin dişilerinde saptanan ölüm oranları (%±SH).....	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. <i>Panonychus citri</i> 'nin Çukurova ilçesinden toplanan hassas popülasyonunun üretimi	23
Şekil 3.2. Akarisit konsantrasyonlarının manyetik karıştırıcıda hazırlanması	25
Şekil 3.3. Deneme ortamı oluşturmak amacıyla turunç yapraklarından yaprak kalıbı yardımıyla yaprak disklerinin (3 cm çap) eldesi	26
Şekil 3.4. Turunç yaprak disklerinin içerisinde su emdirilmiş pamuk bulunan Petri kaplarına yerleştirilmesi ile oluşturulan deneme ortamı	27
Şekil 3.5. Deneme ortamlarının sıcaklığı ve nemi ayarlı iklim dolabına alınması	28
Şekil 3.6. Avcı akarların kitle üretimlerinin gerçekleştirildiği plastik kaplar içerisinde su emdirilmiş pamuk üzerine yerleştirilmiş fasulye yaprağı	32
Şekil 3.7. Avcı akarların laboratuvar koşullarında kitle üretimlerinde kullanılan <i>Typha latifolia</i> poleni	32
Şekil 3.8. Laboratuvar koşullarında kitle üretimi gerçekleştirilen avcı akar kolonileri	33
Şekil 3.9. Bazı morfolojik özelliklerinin görülebilmesi amacıyla hotplate üzerinde bekletilen avcı akar preparatları.....	34
Şekil 3.10. Fasulye yaprak diskleri ile Petri kabı içerisinde oluşturulmuş deneme ortamı	36
Şekil 3.11. İlaç denemelerinde kullanılan avcı akar <i>Amblyseius swirskii</i> yumurtaları	37
Şekil 3.12. İlaç denemelerinde kullanılan avcı akar <i>Amblyseius swirskii</i> larvası	37
Şekil 3.13. İlaç denemelerinde kullanılan avcı akar <i>Amblyseius swirskii</i> ergini (dişi)	38
Şekil 4.1. <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının abamectin etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri lethal doz-% ölüm eğrileri	43

Şekil 4.2. <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının etoxazole etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri lethal doz-% ölüm eğrileri.....	45
Şekil 4.3. <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının spirodiclofen etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri lethal doz-% ölüm eğrileri.....	48
Şekil 4.4. <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının spirotetramat etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri lethal doz-% ölüm eğrileri.....	50
Şekil 4.5. <i>Panonychus citri</i> popülasyonlarının pyridaben etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri lethal doz-% ölüm eğrileri.....	53



SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Santigrad derece
AChE	: Asetilkolinesteraz
BSA	: Bovin Serum Albumin
CDNB	: 1-chloro-2,4-dinitrobenzene
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
e.m.	: Etken madde
g	: Gram
GSS	: Standart hassas popülasyon
GST	: Glutasyon S-transferaz
L	: Litre
LC ₅₀	: Lethal konsantrasyon 50
LC ₉₀	: Lethal konsantrasyon 90
M	: Mol
METI	: Mitokondriyal elektron transfer inhibitörü
mg	: Miligram
min	: Dakika
ml	: Mililitre
mM	: Milimol
mOD	: Mili optik yoğunluk
n	: Tekerrür sayısı
ppm	: Milyonda bir birim
μ	: Mikron
μg	: Mikrogram



1. GİRİŞ

Dünya yaş meyve üretiminin % 21'ini oluşturan turuncgiller, yaklaşık 3.5 milyon ton/yıl ile Türkiye meyve üretiminde, üzüm ve elmadan sonra 3. sırada yer almaktadır. Ülkemizde turuncgil üretimi daha uygun iklim koşullarının görüldüğü Akdeniz ve Ege Bölgeleri kıyı kesimlerinde yoğunlaşmış olup, üretimin yaklaşık % 85'i Doğu Akdeniz Bölgesi'nde (Mersin, Adana ve Hatay) yapılmaktadır (FAO, 2014).

Türkiye'de turuncgil yetiştirilen alanlarda Acarina takımı Tetranychidae familyasına bağlı *Eutetranychus orientalis* (Klein, 1936) ve *Panonychus citri* (McGregor, 1916), Eriophyidae familyasına bağlı *Aceria sheldoni* (Ewing, 1937) ve *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead, 1879) olmak üzere dört farklı akar türünün ekonomik kayıplara sebep olduğu bildirilmiştir (Düzgüneş, 1952, Uygun, 2001; Kasap, 2001; Çobanoğlu ve Can, 2014).

Bu türler arasında polifag bir zararlı olarak bilinen *P. citri*, dünyadaki turuncgil üretim alanlarının neredeyse tamamında saptanmıştır (Jeppson ve ark., 1975). *P. citri*'nin ana konukçusu turuncgillerdir. Turuncgiller içerisinde sırası ile limon, altıntop, portakal ve mandarin'i tercih etmektedir (Jeppson ve ark., 1975; Kasap, 2001). Zararının tüm hareketli dönemleri yaprak, sürgün ve meyvelerde öz suyu emerek zararlı olmakta, beslenme yerlerinde grimsi gümüşü renkli lekeler meydana gelmektedir. Zararlı, meyve kalitesinin düşmesine, meyvelerin küçük kalmasına, ileri aşamada ise yaprak ve meyve dökülmelerine sebep olmaktadır (Madanlar, 1991; Karaca, 1994; Kasap ve Şekeroğlu, 2004).

Panonychus citri'nin mücadelesinde, yaygın olarak kullanılan "Kimyasal Mücadele", kısa sürede etki göstermesi ve uygulamasının kolay olması nedeniyle tercih sebebi olmuştur. Ancak tarım alanlarında bilinçsizce kullanılan ilaçlar; doğal dengeyi bozmakta, çevreyi kirletmekte ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Ayrıca tarımsal mücadele açısından düşünüldüğünde, zararlıların kullanılan tarım ilaçlarına karşı direnç kazanması gibi son derece önemli ve tehlikeli bir durum söz

konusudur. Üreticilerin turunçgil bahçelerinde özellikle *P. citri* gibi kısa sürede büyük kayıplar meydana getirebilen zararlılara karşı risk almak istememeleri nedeni ile belirli periyotlar dahilinde sık sık ilaçlama yapmaları, *P. citri*'de direncin oluşumunu hızlandırmıştır. Ayrıca *P. citri* bir sezonda çok sayıda döl vermesine bağlı olarak mücadelesinde daha fazla akarisit kullanmayı gerektirmesinden dolayı diğer zararlılara oranla daha çabuk direnç geliştirebilmektedir (Asano ve Kamei, 1977; Chen ve ark., 2009; Liao ve ark., 2016). Nitekim Adana ilinde yapılan bir çalışma ile *P. citri*'nin yoğun akarisit uygulanan ticari turunçgil bahçelerinden toplanmış popülasyonlarının, ilaçlanmayan alanlardan toplanmış popülasyon ile karşılaştırıldığında fenbutatin oxide, tetradifon, dicofol ve spiroticlofen etkili maddeli akarisitlere karşı sırasıyla 212, 111, 159 ve 70 kat direnç geliştirdiği saptanmıştır (Döker ve Kazak, 2012).

Direnç, Dünya Sağlık Örgütü (WHO= World Health Organization) tarafından bir türün normal bir popülasyonundaki bireylerinin çoğunu öldürdüğü belirlenen bir pestisit dozunu, aynı türün bir başka popülasyonunun tolere etme yeteneği geliştirmesi olarak tanımlanmıştır (WHO, 2017). İnsektisit Direnç Komitesi (IRAC= Insecticide Resistance Action Committee)'ne göre ise, bir insektisit etiket önerileri doğrultusunda zararlı popülasyonuna uygulandığında, beklenen sonucun elde edilememesi ve mücadelede tekrarlanan başarısızlıkların yaşanması ile popülasyonun hassasiyetindeki bu değişimlerin nesilden nesile aktarılması olarak tanımlanmaktadır (IRAC, 2017). İnsektisit direnci ilk kez 1908 yılında Clarkston, Washington'da elma bahçelerinde zararlı San-Jose Kabuklu Biti [*Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Hemiptera: Diaspididae)]'nin, mücadelesinde kullanılan kükürt-kireç karışımına karşı hassasiyetinin azalması ile rapor edilmiştir (Melandar, 1914). Böcek ve akarlarda, morfolojik, davranışsal, genetik (değiştirilmiş etki yeri) ve metabolik olmak üzere 4 tip direnç görülmektedir (Ünal ve Gürkan 2001; IRAC, 2017). Metabolik direnç, en yaygın görülen direnç şekli olup organizmanın bünyesine aldığı toksinin hedef bölgeye ulaşmadan önce vücut içerisindeki bazı enzim faaliyetlerini arttırması sonucu

zararsız atıklara dönüştürmesi olarak tanımlanmaktadır (IRAC, 2017). Böceklerde görülen metabolik dirençte rol oynayan bu enzimler esterazlar (asetilkolinesteraz= AChE ve karboksilesteraz= CarE), glutatyon *S*-transferaz (GST) ve sitokrom P450 monooksijenaz olarak bilinmektedir (Vontas ve ark., 2000; Stumpf ve Nauen, 2002; Yorulmaz ve Ay, 2010). Direncin belirlenmesinde temel olarak biyoassay ve biyokimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Biyoassay denemeleri en çok kullanılan direnç belirleme tekniği olup, biyokimyasal yöntemler ise yukarıda bildirilen enzim aktivitelerinin saptanmasına olanak sağlarlar. Ancak artan enzim aktivitesinin direnç ile ilişkilendirilmesi için biyoassay denemelerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Ay ve Gürkan, 2005).

Direnç çalışmalarındaki asıl amaç zararlılarda direnç oluşumunu engellemek veya geciktirmektir. Diğer yandan tarım ilaçlarının doğal düşmanlar üzerindeki olumsuz etkileri göz önünde bulundurulduğunda, içerisinde direnç yönetimi olmayan “Entegre Mücadele” programları ile istenilen, etkili ve amacına uygun bir zararlı mücadelesi yapılamayacağı açık bir şekilde ortadadır. Entegre mücadele programlarının temel esaslarından biride zararlı türlerin hassasiyet, avcı türlerin ise tolerans gösterdiği pestisitlerin belirlenerek birarada kullanılmasıdır.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar ile ülkemiz turunçgil bahçelerinde *P. citri*’nin potansiyel doğal düşmanı olabilecek Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) familyası içerisinde 9 cinse bağlı 21 avcı akar türü saptanmıştır (Düzgüneş, 1963; Şekeroğlu, 1984; Çobanoğlu, 1989; 1997, Madanlar, 1991; Kazak ve ark., 2016). Bunlar arasında, Adana ili turunçgil bahçelerinde yapılan yoğun ilaçlamalara rağmen, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) ve *Typhlodromus athiasae* Porath and Swirski en yaygın üç tür olarak belirlenmiştir (Kazak ve ark., 2016).

Bu çalışmada, *P. citri*’nin farklı bahçe popülasyonlarının, ilaç kullanılmayan alanlardan toplanmış hassas popülasyon ile karşılaştırmalı olarak turunçgil üretiminde yaygın olarak kullanılan abamectin, etoxazole, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı direnç düzeyleri

biyoassay ve biyokimyasal yöntemler ile ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, bu akarisitlerin *A. swirskii*, *E. scutalis* ve *T. athiasae*'nin farklı biyolojik dönemleri üzerinde yan etkileri belirlenmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Jeppson ve ark (1958), Kaliforniya (Corona)'da limon yetiştiriciliği yapılan alanlarda *Panonychus citri*'nin ovex'e direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir. Arazi koşullarında ovex'e dirençli popülasyona karşı aşırı demeton uygulaması ve aynı alanda sorun olan Kırmızı Kabuklu Bit, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae)'ye karşı parathion uygulanması sonucu *P. citri*'nin demeton ve 14 farklı organik fosfatlı insektisite karşı çapraz direnç geliştirdiğini ortaya koymuşlardır.

Munger ve ark (1960), Kaliforniya'da demeton ve ovex'e dirençli *P. citri* popülasyonlarının hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında 163 ve 131 kat daha dirençli olduğunu, bu popülasyonların tedion ve kelthane'a karşı çapraz direnç geliştirmediklerini bildirmişlerdir. Ayrıca zararlıya karşı tedion'un kelthane'dan 10 kat daha etkili olduğunu saptamışlardır.

Gilmore ve Munger (1967), Kaliforniya'da turuncgil bahçelerinden topladıkları demeton ve ovex'e dirençli *P. citri* popülasyonlarının laboratuvar koşullarında ilaç kullanımının sınırlandığı durumda, demeton direncinin 169 döl sonra hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında 163 kattan 2 kata, ovex direncinin ise 149 döl sonra 131 kattan 56 kata gerilediğini bildirmişlerdir.

Hirai ve ark (1973), *P. citri*'nin 5 farklı popülasyonuna dimethoate ile yaptıkları biyoassay denemeleri sonucunda popülasyonların LC₅₀ değerlerini 2.4, 7.8, 287, 894 ve >2000 ppm olarak bulmuşlardır. Bu popülasyonlara topikal uygulama ve püskürtme yöntemiyle dimethoate uygulamışlardır. Topikal uygulamada herhangi bir farklılık bulunmazken, püskürtme yönteminde dimethoate etkili maddeli ilacın kütikuladan % 64, 62, 45 ve 15 oranlarında penetre olduğunu saptamışlardır. Çalışma sonucunda, *P. citri*'nin dimethoate etkili maddeli ilaca morfolojik direnç (kütikula penetrasyonu) geliştirebileceğini ortaya koymuşlardır.

Asano ve Kamei (1977), Japonya'dan toplanan *P. citri* popülasyonunun larva, protonimf, deutonimf ve ergin dişilerinin cycloprate'a karşı gösterdiği LC₅₀ değerlerini sırasıyla 60, 248, 1180 ve >4000 ppm olarak saptamışlardır.

Asano ve Kamei (1979), hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında benzomate ve tetradifon'a 27.2 ve 15.3 kat dirençli buldukları *P. citri* yumurtalarının cycloprate'a karşı direnç düzeylerinin sadece 0.82 kat olduğunu bildirmişlerdir.

Asano ve Kamei (1981), farklı konukçu bitkilerde *Panonychus ulmi* Koch, *P. citri*, *Tetranychus urticae* Koch, *T. kanzawai* Kishida ve *T. desertorum* Banks'un yumurtaları üzerinde cycloprate'ın etkisini araştırdıkları çalışmada, bu akarisit in ovisit etkilerinin türden türe değilde konukçu bitkiye bağılı olarak değışkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ogawa ve ark (1981), *P. citri*'nin yumurta, larva, protonimf, deutonimf ve ergin dişilerinin phenothiocarb'a karşı gösterdiği LC₅₀ değerlerinin sırasıyla 8.9, 12.6, 15.2, 32.8 ve 81 ppm olduğunu saptamışlardır. Bu akarisit in laboratuvar koşullarında *P. citri*'ye etkisinin sıcaklığa bağılı olarak değıştiğini ve düşük sıcaklıklarda (15 °C) daha etkili olduğunu, buna bağılı olarakta arazi koşullarında sıcaklığın düşmesi ile birlikte sonbahar döneminde, yaz dönemine göre daha başarılı sonuç aldıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca bu akarisit in dicofol ve benzoximate'a dirençli *P. citri* popülasyonlarını arazi koşullarında başarılı bir şekilde baskı altına alabildiğini saptamışlardır.

Tatsumi ve ark. (1983), laboratuvar koşullarında *P. citri*'nin 3 dirençli (Okitsu R, Shizuoka R, Fukuoka R), ve 2 hassas (Shizuoka S and Fukuoka S) olmak üzere toplam 5 farklı popülasyonunun ergin dişilerine 200 ppm benzomate uygulamışlardır. Uygulamadan 24 saat sonra bu akarisit in kütikuladan, dirençli popülasyonlarda % 49, 41 ve 17 oranlarında, hassas popülasyonlarda ise % 66 ve 60 oranlarında penetre olduğunu saptamışlardır. Çalışma sonucunda, kütikula penetrasyonunun *P. citri*'de benzomate için direnç mekanizması olduğunu bulmuşlardır.

Shinkaji ve Hatano (1983), *P. citri*'nin larva döneminin fenbutatin oxide'e karşı direnç seviyelerini püskütme ve daldırma yöntemiyle ortaya çıkarmışlardır. Bu iki farklı yöntemde LC₅₀ değerlerini sırasıyla 38.1 ve 3 ppm olarak

bulmuşlardır. Ayrıca bu akarisit *P. citri*'nin larva ve ergin dönemlerine etkili iken, yumurta dönemine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Kasamatsu ve Fujita (1986), Japonya'dan topladıkları ve organik fosforlu akarisitlere karşı dirençli olduğunu bildikleri *P. citri* popülasyonunun yumurta döneminin dicofol, amitraz ve fenprothrin'e karşı gösterdikleri LC₅₀ değerlerini sırasıyla 250, 120 ve 80 ppm, ergin dönemin dicofol, amitraz, fenvalerate ve fenprothrin'e karşı göstermiş olduğu LC₅₀ değerlerini ise sırasıyla 136.3, 48, 70, ve 11 ppm olarak saptamışlardır.

Osakabe ve Inoue (1988), Japonya'da farklı turuncgil bahçelerinden topladıkları (Ogi, Matsuyama, Arita, Setoda I and Setoda II) *P. citri* popülasyonlarını laboratuvar koşullarında fenbutatin oxide ile selekte etmişlerdir. Ogi popülasyonunun LC₅₀ değerinin 20 seleksiyon sonunda 40 ppm'e ulaştığını ve daha fazla yükselmediğini, Matsuyama popülasyonunun LC₅₀ değerinin ise 19 seleksiyon sonunda 1900 ppm'e ulaştığını, Arita, Setoda I and Setoda II popülasyonlarının LC₅₀ değerlerinin ise 5-7 seleksiyondan sonra hızla yükselerek 4000 ppm'i geçtiğini belirlemişlerdir.

Sato ve ark. (1992), *P. citri*'nin farklı biyolojik dönemlerine karşı fenprothrin'in diğer pestisitler ile olan sinerjistik etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, üç organik fosfatlı insektisit (fenitrothion, dimethoate ve isoxathion) ile birlikte herhangi bir sinerjistik etki bulunamazken, acephate-fenprothrin karşısında sinerjistik etki saptamışlardır. Fenprothrin'e dayanıklı *P. citri*'yi arazi koşullarında baskı altına almak için en uygun karışımın ise 167-333 ppm acephate ve 50 ppm fenprothrin olduğunu bildirmişlerdir.

Huang ve Huang (1994), Çin'de 7 yıl süre ile arazi koşullarında fenbutatin oxide ile selekte ettikleri *P. citri* popülasyonunda başlangıça göre 11.7 kat direnç saptamışlardır. *P. citri*'de akarisit direncinin ilaç uygulama sıklığına bağlı olarak değiştiğini, popülasyonun fenbutatin oxide'e karşı gösterdiği 134 ppm olan LC₅₀ değerinin 10 uygulama sonunda 2139.5 ppm seviyesine yükseldiğini direncin

akarisit uygulamasının sonlandırılmasından sonra düştüğünü ve 45 döl sonra orjinal popülasyon ile aynı değere geldiğini bildirmişlerdir.

Yamamoto ve ark. (1995a), Japonya’da turuncgil bahçesinde hexythiazox ile 17 kez selekte ettikleri *P. citri* popülasyonunun başlangıçta 0.929 ppm olan LC₅₀ değerinin 4.81 ppm’e yükseldiğini bildirmişlerdir. Arazi koşullarında direnç kazandırdıkları popülasyonun laboratuvarında 6 seleksiyon sonucunda LC₅₀ değerinin 21400 ppm’e yükselerek hassas popülasyondan 23000 kat daha dirençli hale geldiğini saptamışlardır. Ayrıca bazı akarisitler ile yaptıkları çapraz direnç çalışmalarında *P. citri* ergin dişilerinin en yüksek 6.7 kat pyridaben direnci gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yamamoto ve ark. (1995b), Japonya’dan topladıkları *P. citri* popülasyonunu ikiye ayırıp, birini hexythiazox ile selekte ederek direnç kazandırmışlar, diğerini ise hiç akarisit kullanmadan hassas popülasyon olarak üretmişler, popülasyonları dayanıklı erkek+hassas dişi, hassas erkek+dayanıklı dişi şeklinde çaprazlayarak elde ettikleri yeni bireylerde direnç saptamışlar. *Panonychus citri*’de hexythiazox direncinin genetik olarak dölden döle aktarıldığını ortaya koymuşlardır.

Fujimoto ve Hiramatsu (1995), Japonya’nın farklı yerlerinden topladıkları *Panonychus mori* Yokoyama ve *P. citri* popülasyonlarının, dicofol, hexythiazox, fenprothrin, pyridaben ve fenbutatin oxide’e karşı hassasiyetlerini ortaya çıkarmışlardır. Bütün *P. mori* popülasyonlarını bu 5 akarSITE karşı hassas bulurlarken, bazı *P. citri* popülasyonlarının özellikle hexythiazox ve fenbutatin oxide’e karşı daha dirençli olduklarını bildirmişlerdir.

Yamamoto ve ark. (1996), Laboratuvar koşullarında hexythiazox’a hassas ve dirençli *P. citri* bireylerinden 50:50, 30:70, 10:90 ve 2:98 oranlarında çaprazlayarak oluşturdukları popülasyonlarda hexythiazox direncinin kalıcılığını araştırmışlardır. Sonuç olarak 50:50 ve 30:70 olan çaprazlamalarda popülasyonlar kısa bir süre sonra hassas popülasyon ile aynı düzeye gelirken, hassas bireylerin az

olduğu diğer iki popülasyonda (10:90 ve 2:98) ise direncin 12 döl sonra bile yeteri kadar orjinal popülasyon ile aynı düzeye gelmediğini bildirmişlerdir.

Etoh ve ark. (1998), Çin’de 3 yıl boyunca 21 farklı turunçgil bahçesinden topladıkları *P. citri* popülasyonlarının farklı akarisitlere karşı direnç seviyelerini ortaya çıkardıkları çalışmada, *P. citri* yumurtalarının, yeni kullanıma giren milbemectin, etoxazole, acequinocyl gibi akarisitlere dahi dirençli olduğunu, ve sadece phenothiocarb’a hassasiyet gösterdiğini saptamışlardır. Ayrıca pyridaben’e dirençli popülasyonların phenothiocarb’a karşı çapraz direnç geliştirmediğini bildirmişlerdir.

Chen ve ark. (2000), Çin’de farklı bahçelerden topladıkları *P. citri* popülasyonlarının propargite’e karşı gösterdikleri LC_{50} değerlerinin 1998 yılında 3.35, 11.01 ve 16.37 mg L⁻¹ iken, 1999 yılında ise 3.48, 11.77 ve 16.82 mg L⁻¹ olduğunu saptamışlardır.

Meng ve ark. (2000a), laboratuvar koşullarında pyridaben ile selekte ettikleri *P. citri* popülasyonunda, 12 döl sonra başlangıca göre 34.96 kat direnç saptamışlardır. Ayrıca popülasyonun omethoate, amitraz, cyhalothrin, isocarbophos ve propargite’e karşı çapraz direnç geliştirdiğini ortaya çıkarmışlardır. Pyridaben direnci ile glutatyon transferaz, mixed function oksidaz ve asetilkolinesteraz enzim aktivitelerinin yükselmesi arasında doğrusal ilişki kurmuşlardır.

Meng ve ark. (2000b), laboratuvar koşullarında % 20 fenprothrin ile selekte ettikleri *P. citri* popülasyonunda, başlangıca göre 9 ve 12 döl sonra sırasıyla 10.97 ve 17.11 kat direnç saptamışlardır. Popülasyonun cyhalothrin, pyridaben ve flufenoxuron’a karşı sırasıyla 12.76, 7.25 ve 0.12 kat çapraz direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Meng ve ark (2002), laboratuvar koşullarında abamectin ve fenprothrin uygulayarak 12 kez selekte ettikleri *P. citri* popülasyonun kontrole oranla abamectin’e 7.3 fenprothrin’e 17.11 kat daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Abamectin direncinin asetilkolinesteraz ve mixed function oksidaz enzimleri,

fenprothrin direncinin ise asetilkolinesteraz, karboksilesteraz ve glutatyon transferaz enzimleri ile ilişkili olduğunu saptamışlardır.

Gotoh ve ark. (2004), Japonya’da farklı bölgelerden ve farklı bitkiler üzerinden topladıkları *Panonychus osmanthi* Ehara & Gotoh ve *P. citri* popülasyonlarının biyoassay denemeleri ile 8 farklı akar site karşı direnç düzeylerini ortaya çıkarmışlardır. Bütün popülasyonları uzun süredir kullanılan dicofol, thiometon, amitraz ve hexythiazox etkili maddeli akar sitelere karşı dirençli bulunurken, yeni kullanıma giren milbemectin, fenpyroximate, etoxazole ve acequinocyl gibi akar sitelere karşı hassas olduğunu saptamışlardır. Merkez ve Güneybatı Japonya’dan turuncgiller üzerinden topladıkları *P. citri* popülasyonlarında, Kuzey Japonya’dan toplananlara göre daha yüksek fenpyroximate direnci saptamışlardır. Genel olarak biyoassay denemelerinde kullandıkları 8 farklı akar sitinin, özellikle turuncgiller üzerinden topladıkları *P. citri*’ye etkilerinin diğer popülasyonlardan daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Sato ve ark. (2005), Brezilya (Atibaia)’dan bir çilek tarlasından toplanan *T. urticae* popülasyonunun laboratuvar koşullarında abamectin ile beş defa seleksiyonu sonucu LC_{50} değerinin 4.36 mg L^{-1} ’den 58.10 mg L^{-1} ’ye yükseldiğini (13.32 kat), ilaç uygulanmayan koşullarda ise 4.36 mg L^{-1} ’den 0.17 mg L^{-1} ’ye gerilediğini (25.64 kat) saptamışlardır. Ayrıca abamectin ile selekte edilen ve edilmeyen bu *T. urticae* popülasyonunun chlorfenapyr, cyhexatin, dimethoate, fenprothrin, fenpyroximate, milbemectin ile propargite etkili maddeli, akar sitelere karşı gösterdikleri LC_{50} değerlerinin sırasıyla 5.98 ve 2.68, 73.30 ve 56.11, 3469.07 ve 3126.31, 7.25 ve 2.27, 21.71 ve 16.21, 7.34 ve 0.45 ile 87.02 ve 103.08 mg L^{-1} olduğunu saptamışlardır.

Chen ve ark. (2006), farklı turuncgil çeşitleri üzerinden topladıkları *P. citri* popülasyonların propargite’e karşı direnç seviyeleri ile karboksilesteraz enzim aktivitelerini ortaya çıkarmışlardır. Karboksilesteraz enzim aktivitesinin, en düşük Ooura Wase satsuma mandarin çeşidi üzerinde olduğunu, Delta ve Beibei 447

portakal çeşitlerinde ise bu çeşitten 2.47 ve 3.65 kat daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Chen ve ark. (2007), laboratuvar koşullarında phoxim uygulayarak 12 kez selekte ettikleri *P. citri* popülasyonunda başlangıca göre 18.6 kat direnç saptamışlardır. Bu direncin mixed function oksidaz enzim aktivitesinin yükselmesine bağlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2006), Kore'nin Yeasan (Chungnam) bölgesinde elma bahçesinden topladıkları *T. urticae* popülasyonunun laboratuvar koşullarında pyridaben ile 20 seleksiyon sonrasında hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında 239.7 kat direnç geliştirdiğini bulmuşlardır. Ayrıca pyridaben'e dirençli bu popülasyonun hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında METI (Mitochondrial Electron Transport Inhibitor) akarisitler olarak bilenen fenazaquin, fenproximate ve tebufenpyrad'a karşı sırasıyla 18.7, 373.1 ve 33.0 kat daha dirençli olduğunu saptamışlardır.

Ran ve ark. (2007), Çin'nin 4 farklı bölgesinden topladıkları *P. citri* popülasyonlarının amitraz'a karşı gösterdikleri LC_{50} değerlerini 0.014, 0.031, 0.111 ve 0.007 mg L⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Bu popülasyonların karboksilesteraz enzim aktivitelerinin sırasıyla 7.78, 3.15, 6.56 ve 6.00 nmol (min/insect) ve asetilkolinesteraz aktivitelerinin 1.07, 0.49, 0.50 ve 0.37 nmol/ (min/mg) olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak bu iki enziminde *P. citri*'de görülen amitraz direncinde rol oynayabileceğini bildirmişlerdir.

Ran ve ark. (2008), Çin'de Beibei, Zhongxian, Wanzhou, Changshou ve Nanchong bölgelerinden 2005-2006 yıllarında topladıkları *P. citri* popülasyonlarının propargite, amitraz, diafenthiuron ve azocyclotin'e karşı direnç düzeylerini ortaya çıkarmışlardır. Denemeye aldıkları popülasyonlar arasında her iki yılda da bütün akarisitlere karşı en düşük LC_{50} değerlerini Wanzhou popülasyonunun göstermesi üzerine bu popülasyonu hassas popülasyon olarak değerlendirmişlerdir. Propargite'e karşı en dirençli popülasyon olan Changshou popülasyonunun, LC_{50} değerlerini 2005 ve 2006 yıllarında 162.14 ve 199.30 g/ml,

amitraz'a en dirençli popülasyonun (Beibei), 111.27 ve 113.94 g/ml, diafenthiuron'a en dirençli popülasyonun (Nanchong), 510.91 ve 226.15 g/ml, azocyclotin'e en dirençli popülasyon (Changshou) için ise 171.25 ve 344.87 g/ml olduğunu bildirmişlerdir. Popülasyonların akaristlere karşı gösterdikleri direnç düzeyindeki farklılıkların bölgesel ilaç seçimine bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir.

Chen ve ark. (2009), laboratuvar koşullarında phoxim uygulayarak 15 kez selekte ettikleri *P. citri* popülasyonunda başlangıca oranla 18.6 kat direnç saptamışlardır. *Panonychus citri*'nin başlangıçta 1.1399 ve 3.2350 μmol ($\mu\text{g}/\text{min}$) olan karboksilesteraz ve asetilkolinesteraz enzim aktivitelerinin phoxim ile 15 seleksiyon sonucunda 4.3435 ve 12.6166 μmol ($\mu\text{g}/\text{min}$)'a yükseldiğini bildirmişlerdir.

Pottelberge ve ark. (2009a), Belçika (Ghent)'dan gül bitkileri üzerinden topladıkları *T. urticae* popülasyonunun laboratuvar koşullarında seleksiyon sonucu 274 kat spirodiclofen direnci geliştirdiğini, dirençli popülasyonun ise spiromesifen'e çapraz direnç geliştirdiğini ortaya koymuşlardır. Yaptıkları biyokimyasal analiz sonuçlarına göre esteraz, GST ve P450 monooksijenaz enzimlerinin *T. urticae*'de spirodiclofen'in detoksifikasyonunda rol oynayabileceğini ortaya koymuşlardır.

Pottelberge ve ark. (2009b), *T. urticae*'nin GSS (German Susceptible Strain) ve Belçika'dan toplanan bir popülasyonunun pyridaben'e karşı göstermiş olduğu LC_{50} değerlerini sırasıyla 6.19 mg L^{-1} ve 36959 mg L^{-1} (5971 kat) olarak belirlemişlerdir. Pyridaben'e dirençli bu popülasyonun pyridaben ile benzer etki mekanizmasına sahip METI akarisitler olarak bilinen tebufenpyrad ve fenpyroximate'e karşı GSS popülasyonu ile karşılaştırıldığında 184 ve 1547 kat daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir.

Ran ve ark. (2009), Çin'de 5 farklı yerden topladıkları *P. citri* popülasyonlarının amitraz, propargite, azocyclotin ve diafenthiuron'a karşı direnç düzeylerini ortaya çıkarmışlardır. Hassas popülasyonun bu 4 farklı akarisit'e karşı

gösterdiği LC_{50} değerlerinin sırasıyla 0.02, 0.09, 0.01 ve 0.03 mg L⁻¹ olduğunu ve bu akarisitlere birbirinden bağımsız olarak en dirençli popülasyonların LC_{50} değerlerinin ise sırasıyla 0.11, 0.2, 0.34 ve 0.23 mg L⁻¹ olduğunu saptamışlardır.

Yorulmaz ve Ay (2009) Antalya’da ilaç uygulanan ticari bir fasulye serasından topladıkları *T. urticae* popülasyonunun GSS popülasyonu ile karşılaştırıldığında abamectin’e karşı göstermiş olduğu direnç kat sayısının 2.19 kat’dan 15 seleksiyon sonunda 35.05 kat’a yükseldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca selekte edilmiş popülasyonun yine GSS popülasyonu ile karşılaştırıldığında, amitraz, bifenthrin, chlorpyrifos, clofentezine, fenoxypriate ve propargite etkili maddeli akarisitlere karşı sırasıyla 1.03, <1, 3.24, 3.45, 2.60 ve 2.12 kat çoklu direnç geliştirdiğini saptamışlardır. Diğer yandan dirençli popülasyonda GST enzim aktivitesinin 10.23 mOD min/mg/protein’den 12.36 mOD min/mg/protein’e, P450 enzim aktivitesinin ise 0.0017 min/mg/protein’den 0.0039 min/mg/protein’e yükseldiğini bildirmişlerdir.

Hu ve ark. (2010), Çin’in Pinghe, Fuzhou, Jianning, Linhai, Chongqing ve Yidu bölgelerinden 2006-2009 yıllarında ticari turuncgil bahçelerinden toplanan *P. citri* popülasyonlarının farklı akarisitlere karşı direnç düzeylerini belirledikleri çalışmada, Fuzhou popülasyonunun spirotetramat ve spiroadiclofen’e, Yidu popülasyonunun pyridaben ve hexythiazox’a, Pinghe popülasyonunun ise abamectin ve fenprothrin’e karşı en dirençli popülasyonlar olduğunu bildirilmişlerdir. Popülasyonların spiroadiclofen’e karşı gösterdikleri LC_{50} değerlerinin 2006 yılında toplananlar için 2.80 ile 23.22 mg L⁻¹ (8 kat) arasında değişirken, 2009 yılında toplanan için 3.29 ile 418.24 mg L⁻¹ (127 kat) arasında değiştiğini saptamışlardır. Farklı akaristler ile yaptıkları çapraz direnç çalışmalarında popülasyonlara göre değişen sonuçlar elde etmişler, spirotetramat, abamectin, fenprothrin, hexythiazox ve pyridaben için en yüksek olarak sırasıyla 22.4, 153, 146.2, 60.6 ve 601.5 kat direnç saptamışlardır.

Liu ve ark. (2010) Çin’in Chongqing bölgesinden 2009 yılında topladıkları bir *P. citri* popülasyonunda 2008 yılına göre fenprothrin ve pyridaben’e karşı 5.1

ve 2.2 kat direnç artışı saptamışlardır. Popülasyonda abamectin'e karşı dikkate değer bir direnç artışının olmadığını bildirmişlerdir.

Lefebvre ve ark. (2011) Kanada (Britanya Kolumbiyası)'dan topladıkları *Galendromus occidentalis* (Nesbitt), popülasyonuna 0.228 g L⁻¹ spirotetramat uygulaması sonucu yumurta, larva ve ergin dişilerde sırasıyla % 90.4, % 100 ve % 72.4 ölüm saptamışlardır. Avcı akarın ergin dişilerinin spirotetramat'a karşı gösterdikleri LC₅₀ değerini 0.030 g L⁻¹ olarak saptamışlardır. Ayrıca uygulamadan 5 gün sonra kontrol grubunda 1.83 adet/dişi olan günlük yumurta veriminin spirotetramat uygulamasında 0.06 adet/dişi'ye düştüğünü bildirmişlerdir.

Niu ve ark. (2011), Çin'in 9 farklı bölgesinden topladıkları *P. citri* popülasyonlarının azocyclotin ve pyridaben'e karşı gösterdikleri direnç düzeylerini ve popülasyonların GST enzim aktivitelerini belirlemişlerdir. Popülasyonların LC₅₀ değerlerini azocyclotin için 40 mg L⁻¹ ile 1463 mg L⁻¹, pyridaben için 0.2 mg L⁻¹ ile 14.9 mg L⁻¹, arasında değiştiğini saptamışlardır. Ayrıca popülasyonların GST enzim aktivitesi ile pyridaben direnci arasında pozitif bir ilişki olduğunu, dolayısıyla GST enziminin *P. citri*'de pyridaben'in detoksifikasyonunda rol oynayabileceğini belirlemişlerdir.

Park ve ark., (2011) Kore'de elma bahçelerinden topladıkları *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) ve *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot popülasyonlarının pyridaben'e karşı gösterdikleri LC₅₀ değerlerini sırası ile 178.7 ile 98.1 mg L⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Yu ve ark. (2011), *P. citri*'yi laboratuvar koşullarında spirodiclofen ile selekte ettikleri çalışmada, larva bireylerinin başlangıçta 4.60 mg L⁻¹ olan LC₅₀ değerinin 30 seleksiyon sonrasında hızlı bir şekilde artmaya başladığını, 42 seleksiyon sonra ise 475 mg L⁻¹'ye ulaştığını saptamışlardır. *P. citri*'nin yumurta, larva, protonimf ve deutonimflerinin başlangıca göre sırasıyla 4.6, 103, 157 ve 51.2 kat direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca yaptıkları çapraz direnç çalışmalarında spirotetramat, abamectin, hexythiazox, pyridaben, fenpropathrin, fenbutatin oxide, fenpyroximate, clofentazine, chlorfenapyr, bifenthrin ve

amitraz'a karşı sırasıyla 29.5, 2.3, 1.2, 3.7, 1.6, 0.9, 4.7, 1.8, 2.1, 1.8 ve 2.7 kat direnç belirlemişlerdir.

Döker ve Kazak (2012), Adana ilinde yoğun akarisit uygulanan turuncgil bahçelerinden toplanan dört farklı *P. citri* popülasyonlarının yumurta ve ergin dişi bireylerinin, ilaçlanmayan alanlardan toplanmış popülasyon ile karşılaştırmalı olarak dicofol, fenbutatin oxide, spiroadiclofen ve tetradifon etkili maddeli akarisitlere karşı direnç düzeylerini ortaya çıkarmışlardır. Çalışma sonucunda, yukarıda verilen akarisit sıralamasına bağlı olarak en yüksek direnç oranlarını yumurtalar için 38.9, 7.9, 19.0 ve 7.5 kat, ergin dişi bireyler için ise 159.6, 212.3, 70.3 ve 111.9 kat olarak saptamışlardır. Ayrıca popülasyonların direnç düzeylerinin bölgesel ilaç seçimine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kaplan ve ark. (2012) Isparta (Ağıllı, Eğirdir)'dan bir elma bahçesinden toplanan *N. californicus* popülasyonunun ergin öncesi ve ergin dönemlerine 10 farklı pestisit önerilen dozu, önerilen dozun yarısı ve önerilen dozun iki katının etkilerini ortaya çıkarmışlardır. Çalışma sonucunda uygulamadan 72 saat sonunda elde edilen verilere bağlı olarak abamectin, spiromesifen ve spiroadiclofen'in önerilen dozlarının avcı akarın nimflerinde sırasıyla, % 51.30, 1.50 ve 4.93, ergin dişilerinde % 87.10, 12.69 ve 22.20 oranında ölüme neden olduklarını saptamışlardır.

Ouyang ve ark. (2012), Exeter, Ivanhoe, Lakewiev ve Parlier (Kaliforniya)'den toplanan *P. citri* popülasyonlarının yumurta ve larvalarının spiroadiclofen'e karşı göstermiş oldukları LC₅₀ değerlerini sırasıyla 2.6 ve 0.8, 1.2 ve 0.6, 1.9 ve 0.6, 1.5 ve 0.5 ppm olduğunu saptamışlardır.

Yorulmaz-Salman ve ark. (2013), *T. urticae* popülasyonlarının esterase ve GST enzim aktivitelerinin konukçu bitkiye bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini saptamışlardır. Çalışmada kabak, patlıcan, fasulye, domates, hıyar ve biber bitkilerinde beslenen *T. urticae*'nin esterase enzim aktivitelerinin sırasıyla 13.53, 12.77, 10.08, 7.68, 7.31 ve 5.83 mOD min/mg/protein, GST enzim aktivitelerinin

ise aynı konukçu bitki sıralamasına bağlı olarak 3.68, 2.95, 2.23, 2.04, 2.70 ve 1.36 mOD min/mg/protein olduğunu bildirmişlerdir.

Yorulmaz-Salman ve Ay (2013), Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *N. californicus* popülasyonunun, laboratuvar koşullarında hexythiazox ile 14 kez seleksiyonu sonucu clofentezine, etoxazole, spiroadiclofen ve spiromesifen etkili maddeli akarisitlere karşı sırasıyla 12.67, 14.41, 8.12 ve 17.96 kat çapraz direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Zhang ve ark. (2013), Çin'in Beibei ve Wanzhou bölgelerindeki turuncgil bahçelerinden toplanan iki farklı *P. citri* popülasyonu ve laboratuvarda üretilen hassas popülasyonun abamectin, chlopyrifos, fenprothrin ve pyridaben'e karşı direnç düzeylerini ortaya çıkarmışlardır. Hassas, Beibei ve Wanzhou popülasyonlarının LC₅₀ değerlerini sırasıyla; abamectin için 0.029, 0.026 ve 0.041 mg L⁻¹, chlopyrifos için 21.211, 66.042 ve 744.642 mg L⁻¹, fenprothrin için 6.750, 16.667 ve 68.129 mg L⁻¹, pyridaben için ise 0.131, 2.871 ve 0.294 mg L⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Popülasyonların spesifik CarE enzim aktivitelerini ise yukarıda verilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak, 2.93, 3.35 ve 3.44 nmol/min olduğunu saptamışlardır.

Zhao ve ark. (2013), Çin'de ilaç uygulanan Guangzhou (R1), Zhaoqing (R2) and Shaoguan (R3) bölgelerinden ve ilaç uygulanmayan Guangdong bölgesinden topladıkları *Amblyseius longispinosus* (Evans) popülasyonlarının abamectin'e karşı göstermiş olduğu direnç düzeylerini ortaya çıkarmışlardır. Hassas, R1, R2 ve R3 popülasyonlarının LC₅₀ değerlerinin sırasıyla 5.6, 176.98, 168.81 ve 144.44 mg L⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Song ve ark. (2014), *Tetranychus truncatus* Ehara (Acari: Tetranychidae) popülasyonunun pyridaben'e karşı göstermiş olduğu LC₅₀ değerinin 17.08 mg L⁻¹'den 49 seleksiyon sonra 955.25 kat artarak 16334.68 mg L⁻¹'ye yükseldiğini bildirmişlerdir. Karboksilesteraz enzim aktivitesinin 7.294'ten 8.817 (nmol/μg/20dk)'ye, GST aktivitesinin ise 2.311'den 3.003 (nmol/μg/20dk)'e yükseldiğini saptamışlardır.

Yorulmaz-Salman ve Ay (2014) Avcı akar *Neoseiulus californicus* (McGregor)'un spiromesifen'e karşı göstermiş olduğu LC₅₀ değerinin 6.8 mg L⁻¹'den 13 seleksiyon sonra 52.08 kat yükselerek, 354.2 mg L⁻¹'ye çıktığını saptamışlardır. Spirodiclofen'e dirençli bu popülasyonun spirotetramat, etoxazole, hexythiazox, propargite, clofentezine ve milbemectine'e karşı sırasıyla 12.30, 12.07, 5.35, 16.67, 14.97 ve 9.57 kat çapraz direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir. *N. californicus* popülasyonunun seleksiyon öncesi 7.620, 2.25 ve 0.0075 mOD min/mg/protein olan estera, GST ve P450 enzim aktivitelerinin seleksiyon sonrası 20.944, 6.96 ve 0.0163 mOD min/mg/protein'e yükseldiğini bildirmişlerdir.

Yorulmaz-Salman ve ark. (2015) Avcı akar, *P. persimilis*'in etoxazole karşı göstermiş olduğu LC₅₀ değerinin başlangıçta 4.1 mg L⁻¹ iken, laboratuvar koşullarında 6 seleksiyon sonunda 111.63 kat artarak 475.7 mg L⁻¹'ye yükseldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca hassas ve etoxazole dirençli popülasyonun estera, GST ve P450 monooksijenaz enzim aktivitelerinin sırasıyla 1.281 ve 3.479, 0.520 ve 1.606, 0.3513 ve 0.9716 mOD min/mg/protein olduğunu bildirmişlerdir.

Yu ve ark. (2015), Çin'de ilaç kullanılmayan limon bahçesinden topladıkları *P. citri* popülasyonun yumurta, larva, protonimf ve ergin dönemlerinin spirodiclofen'e karşı gösterdikleri LC₂₅, LC₅₀ ve LC₇₅ değerlerini daldırma yöntemi ile belirlemişlerdir. Popülasyonun spirodiclofen'e karşı gösterdikleri LC₂₅, LC₅₀ ve LC₇₅ değerlerinin yumurtalar için 1.10, 2.86 ve 7.46 mg L⁻¹, larvalar için 0.67, 2.86 ve 12.25 mg L⁻¹, protonimfler için 0.73, 3.52 ve 16.82 mg L⁻¹, ergin dişiler için ise 1.75, 7.23 ve 29.84 mg L⁻¹ olduğunu saptamışlardır. Ergin öncesi dönemlerin ergin dişiler ile karşılaştırıldığında spirodiclofen'e daha hassas olduğunu bildirmişlerdir. *Panonychus citri* mücadelesinde istenilen başarıyı elde etmek için spirodiclofen'in ergin döneme etkili bir akarisit ile birlikte kullanılmasını aksi taktirde kısa sürede yüksek oranlarda direnç sorunları ile karşılaşılacağını belirtmişlerdir.

Döker ve ark. (2016) etoxazole ve spirodiclofen'in avcı akar *Iphiseius degenerans* (Berlese) ergin dişilerinde uygulamadan 96 saat sonra sırasıyla % 17.50 ve 19.16 ölüme neden olduklarını saptamışlardır. Ayrıca etoxazole ve

spirodiclofen uygulamalarının, kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak avcı akarın yumurta verimini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Kontrol grubunda 2.72 adet/gün olan yumurta sayısının etoxazole ve spirodiclofen uygulamalarında 2.42 ve 1.74 adet/gün'e düştüğünü saptamışlardır.

Liao ve ark. (2016), Çin'de 2012 yılında topladıkları, ilaç uygulamadan laboratuvar koşullarında ürettikleri ve ilaç uygulanan ticari bir turuncgil bahçesinden toplanan iki farklı *P. citri* popülasyonunun abamectin'e karşı gösterdikleri LC_{50} değerlerini, 0.87 ve 12.21 mg L^{-1} (14 kat) olarak belirlemişlerdir. Yaptıkları moleküler çalışmalarda *P. citri*'de glutatyon s-transferaz enzim aktivitesini yöneten *PcGSTm5* isimli bir genin abamectin'in detoksifikasyonunda rol oynayabileceğini bildirmişlerdir.

Stocco ve ark. (2016) Brezilya (Holambra)'da gül bahçelerinde zararlı *T. urticae*'ye karşı yılda 2-4 defa etoxazole kullanımı sonucu üreticilerden etoxazole'un etkinliğini kaybettiği ile ilgili şikayetler almışlardır. Mücadelede başarısızlıkların yaşandığı gül bahçelerinden ve başka bir alandan fasulye bitkileri üzerinden topladıkları *T. urticae* popülasyonlarının etoxazole'e karşı göstermiş olduğu direnç düzeylerini ortaya çıkarmışlardır. Çalışma sonucunda fasulye ve gül'den toplanan popülasyonların etoxazole'e karşı göstermiş oldukları LC_{50} değerlerinin 0.249 mg L^{-1} (önerilen dozun 165 kat altında) ve 193 mg L^{-1} (önerilen dozun 775 kat üzerinde) olduğunu saptamışlardır. Gül'den toplanan popülasyonun LC_{50} değerinin laboratuvar koşullarında etoxazole ile 5 seleksiyon sonucunda 8739 kat artarak 2176 mg L^{-1} 'ye yükseldiğini bildirmişlerdir.

Turan ve ark., (2016), Antalya (Kumluca)'dan kavun seralarından topladıkları 20 farklı *T. urticae* popülasyonunun GSS popülasyonu ile karşılaştırmalı olarak abamectin ve spirodiclofen'e karşı gösterdikleri direnç düzeylerini ve popülasyonların esteraz enzim aktivitelerini belirlemişlerdir. LC_{50} değerleri dikkate alındığında, *T. urticae* popülasyonlarının abamectin'e karşı 8.44 ile 26.56 kat, spirodiclofen'e karşı ise 4.91 ile 19.02 kat arasında değişen düzeylerde direnç gösterdiklerini saptamışlardır. Popülasyonların esteraz enzim

aktivitelerinin ise 9.52 ile 21.05 mOD min/mg/protein arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Fernandez ve ark. (2017) *A. swirskii*'nin Koppert®'ten elde ettikleri popülasyonunun ergin dişilerine abamectin ve spirotetramat uygulamalarından 72 saat sonra % 53.68 ve 9.59 ölüm saptamışlardır. Avcı akarın abamectin uygulaması sonucu yumurta bırakmadığını, spirotetramat uygulamasının ise *A. swirskii*'de üremeyi % 17.74 oranında engellediğini saptamışlardır.





3. MATERYAL VE METOT**3.1. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Adana İlinde Turunçgil Yetiştirilen Alanlarda Kullanılan Bazı Akarisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Biyoassay Denemeleri ile Belirlenmesi****3.1.1. Biyoassay Denemelerinde Kullanılan *Panonychus citri* Popülasyonlarının Eldesi**

Panonychus citri'nin bahçe popülasyonları, Adana ilinde turunçgil yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Ceyhan (Abdioğlu, Misis ve Yakapınar), Kozan (Bulduklı, Işıklı ve Kozan) ve Yüreğir (Ağzıbüyük, Çiçekli ve Havutlu)'den her bir lokasyondan üç popülasyon olmak üzere toplam dokuz farklı üretici bahçesinden, 2015 yılı Ekim ayı ile 2016 yılı Haziran ayı arasında toplanmıştır. Popülasyonlar toplanacağı bahçeler seçilirken çiftçiler ve ilaç bayileri ile ön görüşmeler yapılmış, kimyasal mücadelede sorun yaşanmış bahçelerden, akarisitlere karşı dirençli olduğu düşünülen *P. citri* popülasyonları toplanmıştır. Denemelerde karşılaştırma amacı ile hassas popülasyon olarak kullanılan bir diğer popülasyon ise Adana ili Çukurova ilçesinde rekreasyon amaçlı dikilmiş turunç (*Citrus aurantium* L.) bitkileri üzerinden 2015 yılı Şubat ayında toplanmıştır. Biyoassay denemelerinde kullanılan popülasyonlara ait bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Biyoassay denemelerde kullanılan *Panonychus citri* popülasyonlarına ait bilgiler

Popülasyon	Toplandığı Yer	Konukçu Bitki	Toplama Tarihi
Çukurova (Hassas)	37°03'24"K 35°18'20"D	<i>Citrus aurantium</i> L.	Kasım 2015
Abdioğlu	36°54'57"K 35°34'51"D	<i>Citrus sinensis</i> L.	Nisan-Haziran 2016
Ağzıbüyük	36°51'36"K 35°27'01"D	<i>Citrus reticulata</i> L.	Nisan-Haziran 2016
Bulduklu	37°22'40"K, 35°53'05"D	<i>Citrus sinensis</i> L.	Mart-Haziran 2016
Çiçekli	36°55'05"K 35°22'28"D	<i>Citrus lemon</i> L.	Ekim 2015-Mart 2016
Havutlu	36°55'14"K 35°20'59"D	<i>Citrus lemon</i> L.	Ekim 2015-Mart 2016
Işıklı	37°23'12"K 35°48'14"D	<i>Citrus sinensis</i> L.	Şubat-Mayıs 2016
Kozan	37°25'07"K 35°49'21"D	<i>Citrus sinensis</i> L.	Şubat-Mayıs 2016
Misis	36°56'05"K 35°37'55"D	<i>Citrus sinensis</i> L.	Nisan-Haziran 2016
Yakapınar	36°57'12"K 35°36'42"D	<i>Citrus sinensis</i> L.	Nisan-Haziran 2016

Çukurova ilçesinden toplanılan ve “Hassas” olarak isimlendirilen popülasyon, denemelerde kullanılmadan önce 25 ± 1 °C, bağıl nemi % 65 ± 10 olan günlük 16 saat aydınlatmalı iklim odasında turunç üzerinde 12 ay boyunca üretilmiştir (Şekil 3.1). Saksılara dikilen sağlıklı turunç bitkileri *P. citri* için uygun beslenme koşullarının sağlaması amacıyla budama makası yardımıyla budanmış ve taze sürgün elde edebilmek için bitkilere azotlu gübre (Amonyum Sülfat, % 21 N) verilmiştir. Üretim boyunca kuruyan bitkiler yenileri ile değiştirilmiştir.



Şekil 3.1. *Panonychus citri*'nin Çukurova ilçesinden toplanan hassas popülasyonunun üretimi

Bahçe popülasyonları ise laboratuvar koşullarında üretilmeden denemeye alınmıştır. Bu amaç için, yoğun olarak *P. citri* ile bulaşık turunçgil sürgünleri, budama makası yardımıyla kesilip, gazete kağıtlarına sarıldıktan sonra poşet torbalara konulmuş ve buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilmiştir. *Panonychus citri*'nin karışık biyolojik dönemleri ile yoğun olarak bulaşık turunçgil yaprak ve sürgünleri deneme boyunca kullanılmak üzere buzdolabında (+4 °C) saklanmıştır.

3.1.2. Biyoassay Denemelerinde Kullanılan Akarisitler

Panonychus citri popülasyonlarının abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı direnç düzeyleri belirlenmiştir. Bu akarisitlerden abamectin ve pyridaben tüm hareketli dönemlere etkili iken etoxazole, spiroadiclofen ve spirotetramat ergin öncesi dönemlere etkili olduğu bilinmektedir (Dekeyser, 2005; Nauen, 2005; Nauen ve Smagghe, 2006; Marčić ve ark., 2012). Bu nedenle abamectin ve pyridaben etkili maddeli akarisitler ile gerçekleştirilen biyoassay denemelerinde *P. citri*'nin ergin dışı bireyleri kullanılırken, etoxazole, spiroadiclofen ve spirotetramat etkili maddeli akarisitler ile gerçekleştirilen biyoassay denemelerinde ise zararlının protonimf dönemleri kullanılmıştır. Biyoassay denemelerinde kullanılan bu akarisitlere ait genel bilgiler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Biyoassay denemelerde kullanılan akarisitlere ait bazı bilgiler

Etkili Madde	Ticari İsmi	Formulasyon	Doz*	Doz**	Biyolojik Dönem
Abamectin	Agrimec 18g/L	EC	25ml	4.5	Tüm Dönemler
Etoxazole	Zoom 110g/L	SC	35ml	38.5	Ergin Öncesi
Spiroadiclofen	Envidor 240 g/L	SC	30 ml	72	Ergin Öncesi
Spirotetramat	Movento 100g/L	SC	100 ml	100	Ergin Öncesi
Pyridaben	Sanmite 200g/L	WP	75 gr	150	Tüm Dönemler

*100 lt sıvı için akarisitlerin en yüksek önerilen etiket dozları

**Denemelerde 1 litre sıvı için kullanılan akarisitlerin önerilen en yüksek etiket dozları (mg L⁻¹)

3.1.3. Biyoassay Denemelerinde Kullanılan Akarisit Konsantrasyonlarının Hazırlanması

Panonychus citri popülasyonlarının protonimf veya ergin dışı bireylerinin farklı akarisitlere karşı gösterdikleri LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerini belirlemek için, öncelikle abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin önerilen dozları göz önünde bulundurularak ön denemeler ile her bir popülasyon ve her bir akarisit için ayrı ayrı popülasyonlarda en yüksek (% 90-99) ölüm veren dozlar saptanmıştır. Belirlenen bu dozlar her seferinde yarı

yarıya safsu ile seyreltilerek yeni dozlar elde edilmiş ve böylece popülasyonlarda % 10 ve % 90-99 ölüm veren dozlar ile ara dozlar belirlenmiştir. Denemelerde bir popülasyonun bir akariste karşı göstermiş olduğu LC_{50} ve LC_{90} değerlerini belirlemek için 5-7 doz kullanılmıştır.

Başlangıç konsantrasyonları 1000 ml saf su ile hazırlanmıştır. Emülsiyon ve süspansiyon konsantre (EC ve SC) formulasyon özelliğindeki akarisitlerden hazırlanan konsantrasyonlara, yayıcı-yapıştırıcı olarak % 0.1 oranında Triton X-100 eklenmiş ve bütün konsantrasyonlar manyetik karıştırıcıda 2 dakika süre ile karıştırılmıştır (Şekil 3.2). Kontrol olarak saf su+Triton X-100 kullanılmıştır (Ay ve Gürkan 2005).



Şekil 3.2. Akarisit konsantrasyonlarının manyetik karıştırıcıda hazırlanması

3.1.4. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Akarisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi

Denemelerde laboratuvar koşullarında yetiştirilen herhangi bir şekilde pestisit uygulanmamış turunç bitkilerinden elde edilmiş yapraklar kullanılmıştır. Öncelikle yaprak kalıbı yardımıyla turunç yapraklarından 3 cm çapında yaprak diskleri elde edilmiştir (Şekil 3.3).



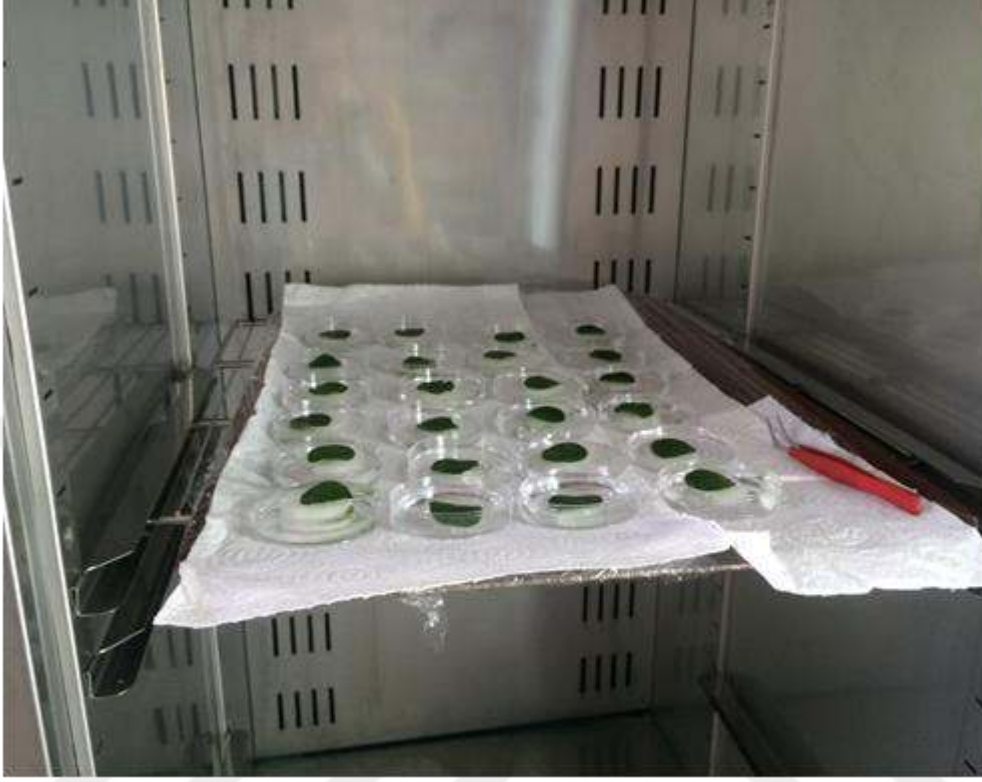
Şekil 3.3. Deneme ortamı oluşturmak amacıyla turunç yapraklarından yaprak kalıbı yardımıyla yaprak disklerinin (3 cm çap) eldesi

Elde edilen yaprak diskleri, içerisinde su emdirilmiş pamuk bulunan Petri kaplarına yerleştirilmiştir (Şekil 3.4). *Panonychus citri*'nin protonimf veya ergin dişi bireylerinin 000 samur fırça yardımıyla Petri kapları içerisine yerleştirilmiş turunç yaprak diskleri üzerine aktarılmasıyla deneme ortamları oluşturulmuştur. Hazırlanan deneme ortamları ilaç konsantrasyonları ile 1 bar basınçta ve cm^2 'ye 2 μl ilaçlı sıvı düşecek şekilde hava pompası ucuna monte edilmiş gaz yıkama şişesi yardımıyla ilaçlanmıştır (Bostanian ve ark., 2009; 2010; Döker ve ark. 2015).



Şekil 3.4. Turunç yaprak disklerinin içerisinde su emdirilmiş pamuk bulunan Petri kaplarına yerleştirilmesi ile oluşturulan deneme ortamı

Deneme ortamları ilaçlamadan sonra, sıcaklığı 25 ± 1 °C, bağıl nemi % 65 ± 10 olan günlük 16 saat aydınlatmalı iklim dolabına alınmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Deneme ortamlarının sıcaklığı ve nemi ayarlı iklim dolabına alınması

Gözlemler abamectin ve pyridaben için 1 ve 24 saat sonunda diğer akarisitler için ise 1 ve 72 saat sonunda stero-binoküler altında yapılmıştır. *Panonychus citri* protonimf veya ergin dişilerine ince uçlu fırça yardımı ile dokunularak tepki verenler canlı diğerleri ölü olarak kaydedilmiştir. Denemeler her bir doz için 10 tekrarlı ve her tekrarda 12 birey olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.1.5. Biyoassay Denemeleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Panonychus citri popülasyonlarının direnç düzeylerinin belirlenmesine yönelik elde edilen verilerden yararlanılarak % ölüm oranları hesaplanmıştır. Daha sonra, POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, Berkeley, CA 1994) probit analiz yöntemiyle bütün popülasyonlar için ayrı ayrı LC_{50} ve LC_{90} değerleri,

eğimleri ve % 95 güven aralıkları elde edilmiştir. Ayrıca bahçe popülasyonlarının LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değerlerine bölünmesiyle popülasyonların LC₅₀ direnç oranları (DO) hesaplanmıştır.

$$\text{LC}_{50} \text{ Direnç Oranı (DO)} = \frac{\text{Bahçe Popülasyonunun LC}_{50} \text{ değeri}}{\text{Hassas Popülasyonunun LC}_{50} \text{ değeri}}$$

3.2. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Adana İlinde Turunçgil Yetiştirilen Alanlarda Kullanılan Bazı Akarisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Biyokimyasal Analizler ile Belirlenmesi

Biyokimyasal analizlerde, *P. citri*'nin biyoassay denemelerinde kullanılan 10 farklı popülasyonu için toplam esteraz ve glutatyon s-transferaz (GST) enzim aktiviteleri mikrolaka okuyucuda kinetik olarak belirlenmiştir.

3.2.1. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Toplam Esteraz Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Panonychus citri popülasyonlarının toplam esteraz enzim aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla, her bir popülasyondan 20'şer adet *P. citri* ergin dişi bireyi alınarak Eppendorf® tüpler içerisine aktarılmıştır. Daha sonra her bir tüp içerisinde bulunan 20 adet ergin dişi, 100 µl sodyum fosfat buffer (0.1 M, pH 7.5) ile ezildikten sonra elde edilen homojenat 10000g ve +4 °C sıcaklıkta 5 dakika süre ile santrifüj edilerek yapılacak analizlerde enzim kaynağı olarak kullanılmıştır. Homojenat 10 kez seyreltildikten sonra mikrolaka hücrelerine 0.2 M, pH 6 fosfat buffer ve hazırlanan homojenattan 25'er µl koyulmuştur. Substrat solüsyonu, 30 mg Fast blue RR tuzunun 50 ml 0.2 M sodyum fosfat buffer'da çözülmesi ve bu karışıma 500 µl 100 mM α-Naftil Asetat (Saf Aseton) eklenmesiyle elde edilmiştir. Toplam esteraz enzim aktivitesi 25 °C ve 450 nm'de 10 dakika süreyle okunmuştur. Kontrol hücrelerine homojenat koyulmadan okuma yapılmıştır (Stumpf ve Nauen 2002). Çalışma en az dört tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Glutasyon S-transferaz (GST) Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Panonychus citri popülasyonlarının glutasyon s-transferaz (GST) enzim aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla, her bir popülasyondan 50'şer adet *P. citri* ergin dişi bireyi Eppendorf® tüpler içerisine aktarılmıştır. Daha sonra her bir tüp içerisinde bulunan 50 adet ergin dişi, 500 µl Tris HCL buffer (0.05M, pH 7.5) ile ezilmiştir. Homojenattan 100 µl alınarak 10000g ve +4 °C'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Homojenat, 1-chloro-2,4-dinitrobenzene (CDNB, % 0.1, 0.4 mM) ve GSH (glutathion reduced)'ten 100'er µl alınarak mikropate hücrelerine koyulmuş, absorvanstaki değişim 340 nm dalga boyunda 25 °C de 5 dk okunarak belirlenmiştir. Kontrol olarak homojenat koyulmadan sadece CDNB ve GSH karışımı okunmuştur. (Stumpf ve Nauen, 2002). Protein değerlendirilmesi Bradford (1976)'ya göre mOD/min/mg protein olarak belirlenmiş olup, çalışma dört tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Biyokimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Panonychus citri'nin bahçe popülasyonları ve hassas popülasyonundan elde edilen toplam estera ve glutasyon s-transferaz enzim değerlerine ayrı ayrı tek yönlü varyans analizi uygulanarak popülasyonların enzim değerleri arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testi ile SPSS paket programında belirlenmiştir (P<0.05). Analiz öncesi Levene testine göre varyansların homejenliği kontrol edilmiştir.

3.3. Adana ili Turunçgil Yetiştirilen Alanlarda Kullanılan Bazı Akarisitlerin *Amblyseius swirskii*, *Euseius scutalis* ve *Typhlodromus athiasae*'nin Farklı Biyolojik Dönemlerine Etkileri

3.3.1. İlaç Denemelerinde Kullanılan *Amblyseius swirskii*, *Euseius scutalis* ve *Typhlodromus athiasae*'nin Eldesi, Tür Teşhislerinin Yapılması ve Kitle Üretimleri

İlaç denemelerinde, Adana ili turunçgil bahçelerinde doğal popülasyonlarının en yaygın görüldüğü Phytoseiidae (Acari: Phytoseiidae) familyasına bağlı; *Amblyseius swirskii*, *Euseius scutalis* ve *Typhlodromus athiasae* olmak üzere üç farklı avcı akar türü kullanılmıştır (Kazak ve ark. 2016). Avcı akarların doğal popülasyonları, “Bitki Koruma Bölümü, Akaroloji Laboratuvarı” tarafından Adana’da turunçgil yetiştiriciliği yapılan alanlarda bulunan Phytoseiidae familyası türlerinin ve yaygınlıklarının belirlenmesine yönelik özellikle 2008 ile 2015 yılları arasında yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak toplanmıştır (Kazak ve ark. 2016). Söz konusu avcı akarlar yoğun olarak akarisit-insektisit uygulamalarının yapıldığı üretici bahçelerinden ayrı ayrı toplanarak elde edilmiştir. *Amblyseius swirskii* popülasyonu, İmamoğlu ilçesinde bir portakal bahçesinden 2014 yılı Mayıs ayında, *E. scutalis* popülasyonu, Yüreğir ilçesi, Havutlu beldesindeki limon bahçesinden 2013 yılı Mayıs ayında, *T. athiasae* popülasyonu ise Seyhan ilçesinde bulunan portakal bahçesinden 2016 yılı Aralık ayında toplanmıştır.

Bu amaç ile av *P. citri* ve avcı akarlar ile bulaşık turunçgil sürgünleri budama makası yardımıyla kesilerek poşet torbalara koyulmuş ve buz kutusu içinde laboratuvara getirilmiştir. Olympus® SZ-61 marka/model stero binoküler altında incelenen bitki materyalleri üzerinde bulunan avcı akarlar, ince uçlu samur fırça (000) yardımıyla, daha önceden plastik kaplar içerisine yerleştirilmiş su emdirilmiş pamuk üzerinde bulunan temiz fasulye yapraklarına aktarılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Avcı akarların kitle üretimlerinin gerçekleştirildiği plastik kaplar içerisinde su emdirilmiş pamuk üzerine yerleştirilmiş fasulye yaprağı

Avcı akarlara besin olarak phytoseiid akarların kitle üretimlerinde yaygın olarak kullanılan *Typha latifolia* L. (Typhaceae) poleni verilmiş ve her bir avcı akar türü için farklı ortamlara aktarılan yaklaşık 200 ergin dişi birey ile üretime başlanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Avcı akarların laboratuvar koşullarında kitle üretimlerinde kullanılan *Typha latifolia* poleni

Popölasyonların devamlılığını sağlamak ve ilaç denemeleri için aynı yaşta bireyler elde etmek amacıyla ortamda bulunan avcı akar yumurtaları günlük aralıklar ile toplanarak temiz fasulye yapraklarına aktarılmış ve yeni koloniler oluşturulmuştur (Şekil 3.8). Böylece, kitle üretimi yapılan avcı akar kolonilerinde farklı biyolojik dönemlerin karışık olarak bir arada olmasına izin verilmemiştir. Genel olarak phytoseiid akar türlerinin laboratuvar koşullarında (25°C sıcaklık, % 60-80 nem) yumurta açılma sürelerinin 24 saatten fazla olduğu bilinmektedir (Kazak 2008).



Şekil 3.8.Laboratuvar koşullarında kitle üretimi gerçekleştirilen avcı akar kolonileri

Üretim başladıktan yaklaşık bir hafta sonra her bir avcı akar türü için ayrı ayrı ana kolonilerden alınan 50'şer adet ergin dişi kalıcı preparatlarının yapılması amacıyla % 60'lık laktik asit çözeltisinde 10 saat süre ile bekletilmiştir. Daha sonra avcı akarların tür teşhislerinin yapılması için Hoyer ortamı ve mikroskop camları yardımıyla kalıcı preparatları hazırlanmıştır. Avcı akarların taksonomik açıdan önemli bazı morfolojik özelliklerinin görülebilmesi için, yapılan kalıcı preparatlar 50 °C'ye ayarlı hotplate üzerinde 5 gün süre ile bekletilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Bazı morfolojik özelliklerinin görülebilmesi amacıyla hotplate üzerinde bekletilen avcı akar preparatları

Kitle üretimi yapılan avcı akar türleri Chant ve McMurtry, (2007)'ye göre Döker ve ark., (2014; 2016)'nın Türkiye Phytoseiidae familyası türleri için önerdiği tanı anahtarı kullanılarak *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot 1962, *Euseius scutalis* (Athias-Henriot 1958) ve *Typhlodromus* (*Typhlodromus*) *athiasae* Porath and Swirski 1965, olarak teşhis edilmiştir.

3.3.2. İlaç Denemelerinde Kullanılan Akarisitler ve Konsantrasyonlarının Hazırlanması

Biyoassay denemelerinde kullanılan *P. citri* popülasyonlarının direnç düzeylerinin belirlendiği akarisitlerin, avcı akarlar *A. swirskii*, *E. scutalis* ve *T. athiasae*'nin ayrı ayrı yumurta, larva ve ergin bireylerinde neden oldukları ölüm oranları ile dişi bireylerinin yumurta verimlerine etkileri belirlenmiştir.

Abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin üç farklı avcı akar türünün yumurta, larva ve ergin bireylerine etkilerini belirlemek amacıyla kullanılan konsantrasyonlar, daha önce biyoassay

denemeleri için akarisit konsantrasyonlarının hazırlanması kısmında belirtilen ilaçların önerilen en yüksek etiket dozları göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Ayrıca, yan etki denemelerinden elde edilen sonuçlara bağlı olarak *A. swirskii*'ye toksik olduğu belirlenen abamectin ve pyridaben, *E. scutalis*'e toksik olduğu belirlenen abamectin, etoxazole ve pyridaben, etkili maddeli akarisitlere karşı söz konusu avcı akar türlerinin gösterdikleri LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri belirlenmiştir. Toksik olmayan diğer akarisitlerin önerilen dozları (X) ve önerilen dozlarının sekiz katı (8X) ile hazırlanan konsantrasyonlar avcı akarlara uygulanmıştır ve yapılan denemelerin sağlaması niteliğinde ek denemeler gerçekleştirilmiştir (Bostanian ve ark., 2009; Döker ve ark., 2015).

Avcı akarların toksik akarisitlere karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin belirlenmesi, yukarıda açıklanan *P. citri*'nin akarisitlere karşı göstermiş olduğu LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin belirlenmesine benzer olarak her bir popülasyon ve her bir akarisit için ayrı ayrı popülasyonlarda en yüksek % 90-99, en düşük % 10 ölüm veren dozlar ile ara dozların saptanması ve bu dozların avcı akarlara uygulanması ile gerçekleştirilmiştir. Denemelerde bir popülasyonun bir akarisite karşı göstermiş olduğu LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerini belirlemek için 5-7 doz kullanılmıştır.

Bütün konsantrasyonlar 1000 ml saf su ile hazırlanmıştır. Emülsiyon ve Süspansiyon konsantre (EC ve SC) formülasyon özelliğindeki akarisitlerden hazırlanan konsantrasyonlara, yayıcı-yapıştırıcı olarak % 0.1 oranında Triton X-100 eklenmiş ve bütün konsantrasyonlar manyetik karıştırıcıda 2 dakika süre ile karıştırılmıştır. Kontrol olarak saf su+Triton X-100 kullanılmıştır.

3.3.3. Hazırlanan Akarisit Konsantrasyonlarının *Amblyseius swirskii*, *Euseius scutalis* ve *Typhlodromus athiasae*'nin Yumurta, Larva ve Ergin Dişilerine Uygulanması

Akarisitlerin, avcı akarlar *A. swirskii*, *E. scutalis* ve *T. athiasae*'nin yumurta, larva ve ergin dişilerine yan etkilerinin belirlenmesi amacıyla temiz

fasulye bitkilerinden yaprak kalıbı yardımıyla 3 cm çapındaki fasulye yaprak diskleri elde edilmiştir. Elde edilen yaprak diskleri, öncelikle içerisinde su emdirilmiş pamuk bulunan Petri kaplarına yerleştirilmiş, daha sonra üzerlerine samur fırça yardımıyla avcı akarların yumurta, larva veya ergin bireylerinin aktarılması ile deneme ortamları oluşturulmuştur (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Fasulye yaprak diskleri ile Petri kabı içerisinde oluşturulmuş deneme ortamı

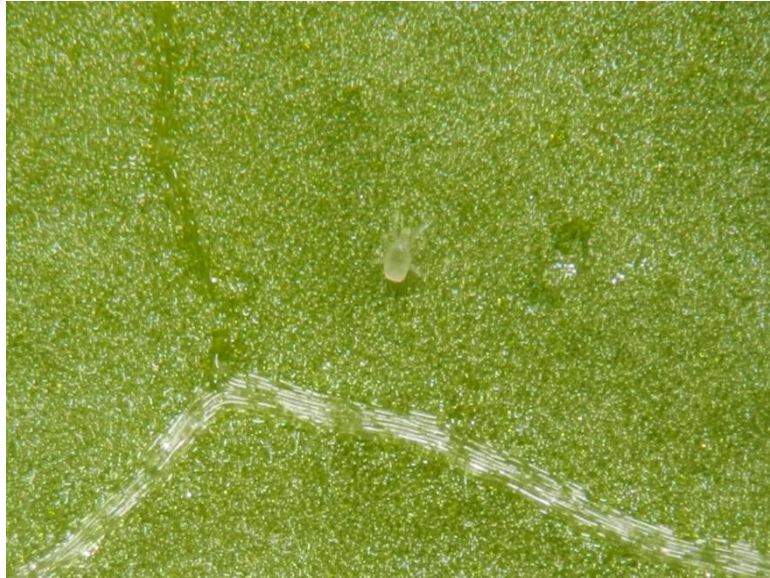
Hazırlanan deneme ortamları yukarıda da belirtildiği gibi ilaç konsantrasyonları ile 1 bar basınçta ve cm^2 'ye 2 μl ilaçlı sıvı düşecek şekilde hava pompası ucuna monte edilmiş gaz yıkama şişesi yardımıyla ilaçlanmıştır (Bostanian ve ark., 2009; 2010; Döker ve ark., 2015). Deneme ortamları, ilaçlamadan sonra sıcaklığı 25 ± 1 °C, bağıl nemi % 65 ± 10 olan günlük 16 saat aydınlatmalı iklim dolabına alınmıştır.

Yaprak yüzeyi kuruduktan sonra deneme ortamlarına avcı akar üretiminde kullanılan *T. latifolia* poleni verilmiştir. Avcı akara besin olarak verilen polen, yeteri kadar kullanılmış, akarlar için korunaklı (ilaçsız) bir alan oluşturmasına izin verilmemiştir.

Denemelerde 8-10 saat'lik yumurta, 12 saat'lik larva ve 5 günlük çiftleşmiş ergin dişi bireyler kullanılmıştır (Şekil 3.11., 3.12. ve 3.13).



Şekil 3.11. İlaç denemelerinde kullanılan avcı akar *Amblyseius swirskii* yumurtaları



Şekil 3.12. İlaç denemelerinde kullanılan avcı akar *Amblyseius swirskii* larvası



Şekil 3.13. İlaç denemelerinde kullanılan avcı akar *Amblyseius swirskii* ergini (dişi)

Yumurta denemeleri 10 tekrarlı her tekrarda 20 adet yumurta olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Genel olarak phytoseiid akar türlerinin yumurta açılma süreleri üç günden az olması nedeni ile bu biyolojik dönem için gözlemler 72 saat sonunda yapılmıştır (Kazak, 2008; Döker ve ark. 2015; Samaras ve ark. 2015). Denemelerde açılıp larva dönemine geçen yumurtalar canlı diğerleri ölü olarak kayıt edilmiştir.

Larva denemeleri 10 tekrarlı ve her tekrarda 15 birey olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Gözlemler 24, 48 ve 72 saat sonunda yapılarak deneme ortamında bulunan ölü ve canlı birey sayıları belirlenmiştir.

Ergin denemeleri ise yumurta ve larva denemelerine benzer olarak yine 10 tekrarlı ve her tekrarda 12 birey olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Deneme ortamında bulunan ölü-canlı sayısı ve avcı akarların bıraktıkları yumurta sayıları 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonunda kayıt edilmiştir.

3.3.4. Sonuçların Değerlendirilmesi

Avcı akar türleri ile gerçekleştirilen biyoassay çalışmaları sonucunda elde edilen verilerden yararlanılarak % ölüm oranları ile günlük canlı birey başına bırakılan yumurta sayıları hesaplanmıştır. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 önem düzeyinde tek yönlü varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (SPSS). Analizlerden önce, % ölüm değerleri ve yumurta verimine ilişkin elde edilen verilere sırasıyla sinüs karekök ve logaritmik transformasyon ($\log_{10} X+1$) uygulanmıştır. Sonuçlar orijinal veriler kullanılarak sunulmuştur. Avcı akarların toksik akarisitlere karşı göstermiş olduğu LC_{50} ve LC_{90} değerleri, eğimleri ve % 95 güven aralıkları POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, Berkeley, CA 1994) probit analiz yöntemiyle saptanmıştır. Ayrıca akarisitlerin önerilen en yüksek etiket dozlarının avcı akar türlerinin bu akarisitlere göstermiş olduğu LC_{50} değerine bölünmesiyle Doz- LC_{50} oranı hesaplanmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Biyoassay Denemeleri Sonuçları

4.1.1. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Ergin Dişilerinin Abamectin Etkili Maddeli Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Farklı *P. citri* popülasyonlarının ergin dişilerine abamectin uygulaması ile yapılan biyoassay denemeleri sonucunda elde edilen LC_{50} ve LC_{90} değerleri, eğimleri, % 95 güven aralıkları ve hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında bahçe popülasyonlarında saptanan direnç oranları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Abamectin etkili maddeli akarisite karşı Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarının LC_{50} değerleri sırasıyla 3.084, 13.815, 2.918, 14.600, 5.026, 4.385, 2.809, 12.944 ve 34.711 mg e.m. L^{-1} olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlarda LC_{90} değerleri ise 11.263, 97.383, 10.564, 95.830, 41.661, 18.698, 15.549, 50.259 ve 188.741 mg e.m. L^{-1} olarak bulunmuştur. Hassas popülasyonun LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 0.996 ve 3.056 mg e.m. L^{-1} olarak saptanmıştır. Bahçe popülasyonlarında, hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında, yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak 3.093, 13.860, 2.928, 14.646, 5.042, 4.399, 2.818, 12.985 ve 34.822 kat direnç belirlenmiştir.

Farklı *P. citri* popülasyonlarının dişilerine abamectin uygulaması ile yapılan biyoassay denemeleri sonucunda elde edilen lethal doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.1’de verilmiştir. Lethal doz-% ölüm eğrilerine ve eğim katsayılarına bağlı olarak Ağzıbüyük, Çiçekli, Havutlu, Kozan ve Yakapınar, popülasyonlarının Hassas, Abdioğlu, Bulduklu, Işıklı ve Misis popülasyonları ile karşılaştırıldığında daha heterojen bir yapı gösterdikleri saptanmıştır.

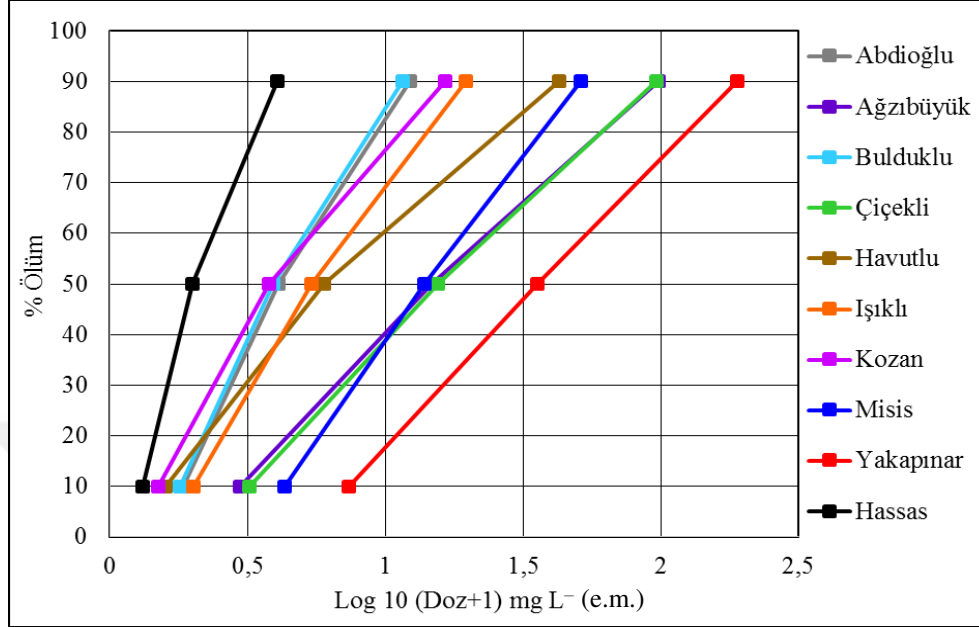
Çizelge 4.1. *Panonychus citri* popülasyonlarının abamectin etkili maddeli akarısitede karşı gösterdikleri LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri ile direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±SH	LC ₅₀ mg e.m. L ⁻¹ (% 95 GA***)	LC ₉₀ mg e.m. L ⁻¹ (% 95 GA)	DO**
Hassas	600	2.634±0.177	0.996 (0.762–1.299)	3.056 (2.163–5.464)	-
Abdioğlu	600	2.278±0.165	3.084 (1.678–7.245)	11.263 (5.464–181.122)	3.093
Ağzıbüyük	840	1.511±0.093	13.815 (11.853–16.032)	97.383 (76.529–130.767)	13.860
Bulduklu	600	2.294±0.164	2.918 (2.402–3.594)	10.564 (7.695–16.967)	2.928
Çiçekli	720	1.568±0.112	14.600 (12.557–17.020)	95.830 (72.614–136.643)	14.646
Havutlu	840	1.395±0.090	5.026 (3.777–6.718)	41.661 (26.017–83.817)	5.042
Işıklı	720	2.035±0.130	4.385 (2.820–7.356)	18.698 (10.185–71.025)	4.399
Kozan	720	1.725±0.117	2.809 (2.437–3.231)	15.549 (12.307–20.842)	2.818
Misis	720	2.175±0.134	12.944 (11.490–14.580)	50.259 (41.808–62.884)	12.985
Yakapınar	720	1.743±0.118	34.711 (30.201–40.132)	188.741 (146.280–260.437)	34.822

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**DO: Direnç Oranı, Bahçe popülasyonunun LC₅₀ değeri/Hassas popülasyonun LC₅₀ değeri

***GA: Güven Aralığı



Şekil 4.1. *Panonychus citri* popülasyonlarının abamectin etkili maddeli akarısitede karşı gösterdikleri lethal doz-% ölüm eğrileri

4.1.2. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Etoxazole Etkili Maddeli Akarısitede Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Farklı *P. citri* popülasyonlarının protonimflerine etoxazole uygulaması ile yapılan biyoassay denemeleri sonucunda elde edilen LC_{50} ve LC_{90} değerleri, eğimleri, % 95 güven aralıkları ve hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında bahçe popülasyonlarında saptanan direnç oranları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Ettoxazole etkili maddeli akarısitede karşı Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarının LC_{50} değerleri sırasıyla 119.588, 378.348, 261.798, 94.373, 28.608, 79.584, 146.903, 376.995, 429.898 mg e.m. L^{-1} olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlarda LC_{90} değerleri ise 484.757, 2875.603, 1682.617, 330.420, 161.046, 323.186, 449.401, 1576.910 ve 1573.669 mg e.m. L^{-1} olarak bulunmuştur. Hassas popülasyonun LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 23.415 ve 66.063 mg e.m. L^{-1} olarak saptanmıştır.

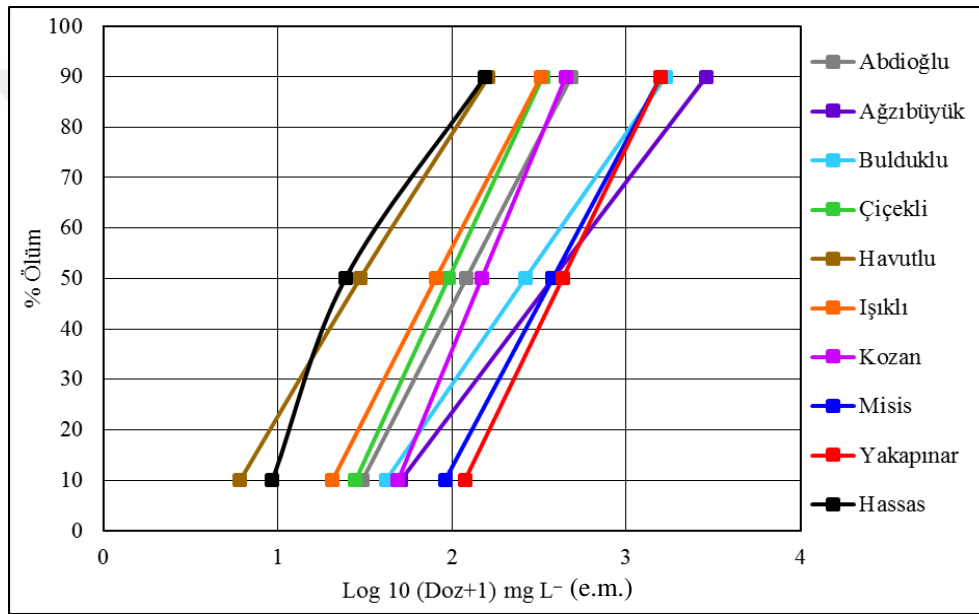
Çizelge 4.2. *Panonychus citri* popülasyonlarının etoxazole etkili maddeli akarısitede karşı gösterdikleri LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri ile direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±SH	LC ₅₀ mg e.m. L ⁻¹ (% 95 GA***)	LC ₉₀ mg e.m. L ⁻¹ (% 95 GA)	DO**
Hassas	600	2.845±0.189	23.415 (14.488–40.889)	66.063 (38.580–295.827)	-
Abdioğlu	720	2.112±0.132	119.588 (92.584–155.548)	484.757 (333.700–857.246)	5.107
Ağzıbüyük	840	1.455±0.092	378.348 (324.690–442.181)	2875.603 (2182.795–4048.977)	16.158
Bulduklu	720	1.586±0.112	261.798 (225.506–305.192)	1682.617 (1274.689–2399.234)	11.180
Çiçekli	600	2.355±0.165	94.373 (67.706–136.544)	330.420 (206.926–836.037)	4.030
Havutlu	720	1.708±0.116	28.608 (23.363–35.144)	161.046 (114.888–257.667)	1.221
Işıklı	720	2.106±0.134	79.584 (57.881–113.814)	323.186 (201.320–745.976)	3.398
Kozan	600	2.639±0.194	146.903 (84.621–265.863)	449.401 (253.307–3680.442)	6.273
Misis	720	2.062±0.130	376.995 (332.789–426.293)	1576.910 (1303.312–1990.708)	16.100
Yakapınar	600	2.274±0.164	429.898 (381.315–487.677)	1573.669 (1273.304–2062.797)	18.359

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı
**DO: Direnç Oranı, Bahçe popülasyonunun LC₅₀ değeri/Hassas popülasyonun LC₅₀ değeri
***GA: Güven Aralığı

Bahçe popülasyonlarında hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak 5.107, 16.158, 11.180, 4.030, 1.221, 3.398, 6.273, 16.100 ve 18.359 kat direnç saptanmıştır.

Farklı *P. citri* popülasyonlarının protonimflerine etoxazole uygulaması ile yapılan biyoassay denemeleri sonucunda elde edilen lethal doz-% Ölüm eğrileri Şekil 4.2’de verilmiştir. Lethal doz-% ölüm eğrilerine ve eğim katsayılarına bağlı olarak Ağzıbüyük, Bulduklu ve Havutlu popülasyonlarının Hassas, Abdioğlu, Çiçekli, Kozan, Işıklı, Misis ve Yakapınar popülasyonları ile karşılaştırıldığında daha heterojen bir yapı gösterdikleri saptanmıştır.



Şekil 4.2. *Panonychus citri* popülasyonlarının etoxazole etkili maddeli akar site karşı gösterdikleri lethal doz-% ölüm eğrileri

4.1.3. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Spirodiclofen Etkili Maddeli Akar site Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Farklı *P. citri* popülasyonlarının protonimflerine spirodiclofen uygulaması ile yapılan biyoassay denemeleri sonucunda elde edilen LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri, eğimleri, % 95 güven aralıkları ve hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında bahçe popülasyonlarında saptanan direnç oranları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

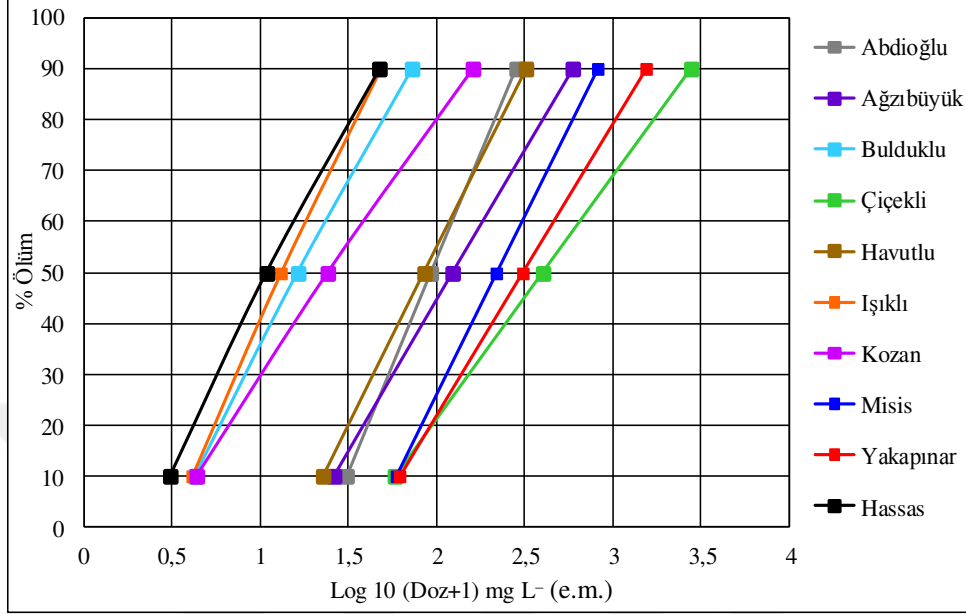
Spirodiclofen etkili maddeli akarısıte karşı Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarının LC₅₀ değerleri sırasıyla 91.927, 122.262, 15.277, 398.360, 83.676, 12.215, 23.161, 218.965 ve 307.649 mg e.m. L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlarda LC₉₀ değerleri ise 281.254, 593.100, 71.633, 2762.886, 321.727, 47.526, 159.778, 822.475 ve 1546.900 mg e.m. L⁻¹ olarak bulunmuştur. Hassas popülasyonun LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri ise 9.851 ve 46.605 mg e.m. L⁻¹ olarak saptanmıştır. Bahçe popülasyonlarında hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak 8.494, 40.438, 12.411, 2.351, 1.550, 1.239, 31.230, 22.227 ve 9.331 kat direnç saptanmıştır.

Farklı *P. citri* popülasyonlarının protonimflerine spirodiclofen uygulaması ile yapılan biyoassay denemeleri sonucunda elde edilen lethal doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.3'de verilmiştir. Lethal doz-% ölüm eğrilerine bağlı olarak Abdioğlu, Havutlu, Işıklı ve Misis popülasyonlarının, Hassas, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Kozan ve Yakapınar popülasyonları ile karşılaştırıldığında daha homojen bir yapı gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca popülasyonların üç ayrı grupta toplandığı gözlenmektedir. En solda Yüreğir (Ağzıbüyük, Çiçekli ve Havutlu)'den toplanan popülasyonlar ile hassas popülasyon bir grup oluştururken, ortada Kozan (Bulduklu, Işıklı ve Kozan)'dan toplanan popülasyonlar ve en sağda ise Ceyhan (Abdioğlu, Misis ve Yakapınar)'den toplanan popülasyonların yer aldığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.3. *Panonychus citri* popülasyonlarının spirodiclofen etkili maddeli akarısit'e karşı gösterdikleri LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri ile direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±SH	LC ₅₀ mg e.m. L ⁻¹ (% 95 GA***)	LC ₉₀ mg e.m. L ⁻¹ (% 95 GA)	DO**
Hassas	600	1.899±0.148	9.851 (7.540–13.018)	46.605 (30.231–97.161)	–
Abdioğlu	600	2.639±0.179	91.927 (67.866–128.565)	281.254 (185.552–618.621)	9.331
Ağzıbüyük	720	1.869±0.122	122.262 (72.228–223.596)	593.100 (297.048–3258.576)	12.411
Bulduklu	720	1.910±0.124	15.277 (10.636–22.627)	71.633 (42.343–189.620)	1.550
Çiçekli	720	1.524±0.11	398.360 (341.021–465.130)	2762.886 (2087.539–3960.535)	40.438
Havutlu	600	2.191±0.159	83.676 (47.772–161.740)	321.727 (165.125–2630.492)	8.494
Işıklı	600	2.172±0.159	12.215 (9.591–15.993)	47.526 (31.993–91.205)	1.239
Kozan	840	1.528±0.095	23.161 (18.800–28.727)	159.778 (111.923–258.052)	2.351
Misis	600	2.230±0.164	218.965 (145.606–373.484)	822.475 (452.499–3569.131)	22.227
Yakapınar	720	1.827±0.123	307.649 (166.731–710.688)	1546.900 (681.230–19837.000)	31.230

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı
**DO: Direnç Oranı, Bahçe popülasyonunun LC₅₀ değeri/Hassas popülasyonun LC₅₀ değeri
***GA: Güven Aralığı



Şekil 4.3. *Panonychus citri* popülasyonlarının spiroadiclofen etkili maddeli akarısitede karşı gösterdikleri lethal doz-% ölüm eğrileri

4.1.4. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Spirotetramat Etkili Maddeli Akarısitede Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Farklı *P. citri* popülasyonlarının protonimflerine spirotetramat uygulaması ile yapılan biyoassay denemeleri sonucunda elde edilen LC_{50} ve LC_{90} değerleri, eğimleri, % 95 güven aralıkları ve hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında bahçe popülasyonlarında saptanan direnç oranları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. *Panonychus citri* popülasyonlarının spirotetramat etkili maddeli akarısiteme karşı gösterdikleri LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri ile direnç oranları

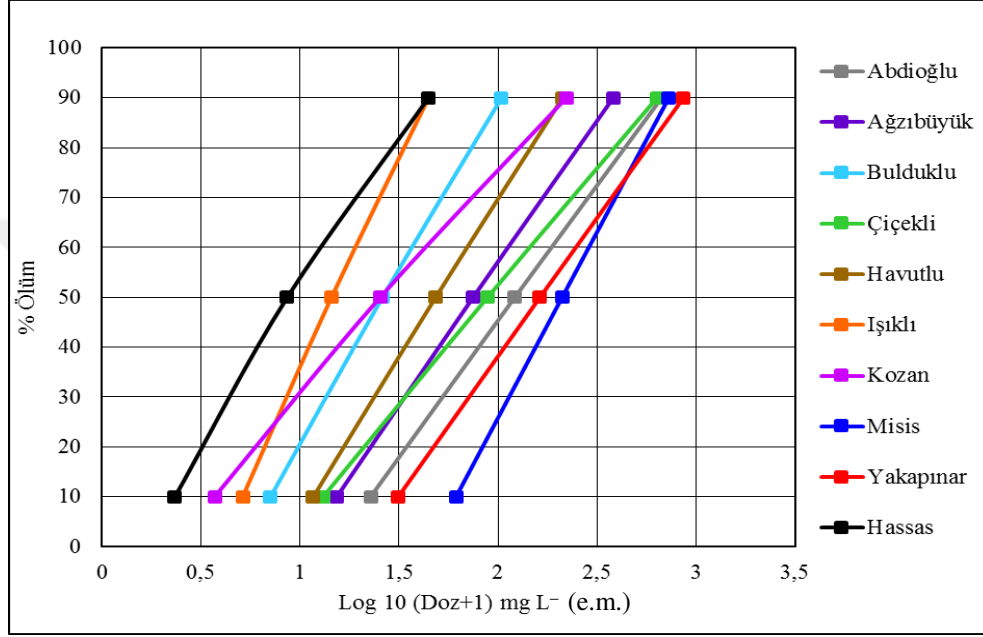
Popülasyon	n*	Eğim±SH	LC ₅₀ mg e.m. L ⁻¹ (% 95 GA***)	LC ₉₀ mg e.m. L ⁻¹ (% 95 GA)	DO**
Hassas	720	1.694±0.117	7.615 (4.696–11.999)	43.456 (23.650–155.706)	–
Abdioğlu	720	1.722±0.120	120.442 (98.098–151.424)	668.530 (457.346–1147.897)	15.816
Ağzıbüyük	720	1.800±0.119	73.794 (64.433–84.620)	380.240 (301.763–507.485)	9.690
Bulduklu	720	2.087±0.133	25.067 (17.534–37.557)	103.055 (61.569–272.450)	3.291
Çiçekli	840	1.490±0.093	87.451 (69.525–109.618)	633.443 (440.227–1042.341)	11.484
Havutlu	720	1.979±0.127	47.386 (36.946–61.893)	210.558 (142.223–384.253)	6.222
Işıklı	600	2.505±0.171	13.409 (9.808–18.618)	43.544 (28.683–95.190)	1.760
Kozan	720	1.341±0.107	24.381 (15.053–43.872)	219.986 (95.686–1518.529)	3.201
Misis	600	2.372±0.166	209.454 (142.160–315.129)	726.767 (443.152–2120.880)	27.505
Yakapınar	840	1.762±0.117	161.700 (117.763–225.541)	862.716 (530.926–1955.332)	21.234

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı
**DO: Direnç Oranı, Bahçe popülasyonunun LC₅₀ değeri/Hassas popülasyonun LC₅₀ değeri
***GA: Güven Aralığı

Spirotetramat etkili maddeli akarısiteme karşı Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarının LC₅₀ değerleri sırasıyla, 120.442, 73.794, 25.067, 87.451, 47.386, 13.409, 24.381, 209.454 ve 161.700 mg e.m. L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlarda LC₉₀ değerleri ise 668.530, 380.240, 103.055, 633.443, 210.558, 43.544, 219.986, 726.767 ve 862.716 mg e.m. L⁻¹ olarak bulunmuştur. Hassas popülasyonun LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri ise 7.615 ve 43.456 mg e.m. L⁻¹ olarak saptanmıştır.

Bahçe popülasyonlarında hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak 15.816, 9.690, 3.291, 11.484, 6.222, 1.760, 3.201, 27.505 ve 21.234 kat direnç saptanmıştır.

Farklı *P. citri* popülasyonlarının protonimflerine spirotetramat uygulaması ile yapılan biyoassay denemeleri sonucunda elde edilen lethal doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4. *Panonychus citri* popülasyonlarının spirotetramat etkili maddeli akarısitede karşı gösterdikleri lethal doz-% ölüm eğrileri

Lethal doz-% ölüm eğrilerine ve eğim katsayılarına bağlı olarak Bulduklu, Işıklı ve Misis popülasyonlarının Hassas, Abdioğlu, Ağzıbüyük, Çiçekli, Havutlu, Kozan ve Yakapınar popülasyonları ile karşılaştırıldığında daha homojen bir yapı gösterdikleri saptanmıştır.

4.1.5. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Pyridaben Etkili Maddeli Akarısitede Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Farklı *P. citri* popülasyonlarının dişilerine pyridaben uygulaması ile yapılan biyoassay denemeleri sonucunda elde edilen LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri, eğimleri, % 95 güven aralıkları ve hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında bahçe

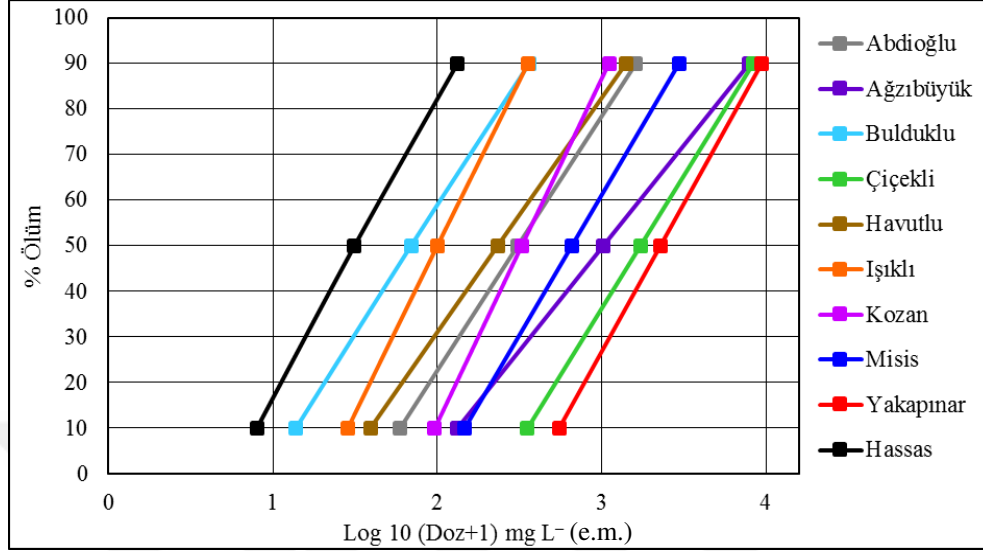
popülasyonlarında saptanan direnç oranları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Pyridaben etkili maddeli akarısit e karşı Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarının LC₅₀ değeri leri sırasıyla 307.662, 1023.194, 68.174, 1722.972, 231.971, 99.078, 325.584, 657.806 ve 2279.760 mg e.m. L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlarda LC₉₀ değeri leri ise 1619.700, 7949.000, 362.805, 8387.000, 1408.044, 356.146, 1108.753, 2962.088 ve 9431.000 mg e.m. L⁻¹ olarak bulunmuştur. Hassas popülasyonun LC₅₀ ve LC₉₀ değeri leri ise 30.370 ve 131.972 mg e.m. L⁻¹ olarak saptanmıştır. Bahçe popülasyonlarında hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağı lı olarak 10.130, 33.690, 2.244, 56.732, 7.638, 3.262, 10.720, 21.659 ve 75.066 kat direnç saptanmıştır.

Farklı *P. citri* popülasyonlarının dişilerine pyridaben uygulaması ile yapılan biyoassay denemeleri sonucunda elde edilen lethal doz-% ölüm eğri leri Şekil 4.5’de verilmiştir. Lethal doz-% ölüm eğri leri ne ve eğim katsayı larına bağı lı olarak Hassas, Işıklı, Kozan ve Yakapınar popülasyonlarının Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Kozan ve Misis popülasyonları ile karşılaştırıldığında daha homojen bir yapı gösterdikleri saptanmıştır.

Çizelge 4.5. *Panonychus citri* popülasyonlarının pyridaben etkili maddeli akarısitede karşı gösterdikleri LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri ile direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±SH	LC ₅₀ mg e.m. L ⁻¹ (% 95 GA***)	LC ₉₀ mg e.m. L ⁻¹ (% 95 GA)	DO**
Hassas	720	2.009 ±0.127	30.370 (24.282–38.278)	131.972 (93.541–217.698)	–
Abdioğlu	720	1.777±0.120	307.662 (218.732–455.470)	1619.700 (935.650–4366.300)	10.130
Ağzıbüyük	840	1.439±0.091	1023.194 (874.346–1193.747)	7949.000 (6124.300–10970.000)	33.690
Bulduklu	720	1.765 ±0.119	68.174 (59.412–78.585)	362.805 (283.547–494.635)	2.244
Çiçekli	720	1.865±0.122	1722.972 (1301.360–2289.878)	8387.000 (5525.500–16250.000)	56.732
Havutlu	720	1.636±0.118	231.971 (179.992–289.503)	1408.044 (1019.457–2221.742)	7.638
Işıklı	600	2.306±0.164	99.078 (77.409–130.057)	356.146 (242.279–676.198)	3.262
Kozan	600	2.408±0.167	325.584 (203.422–543.793)	1108.753 (633.247–4692.023)	10.720
Misis	720	1.961±0.128	657.806 (578.308–753.148)	2962.088 (2357.601–3938.818)	21.659
Yakapınar	720	2.078±0.130	2279.760 (1554.687–3511.559)	9431.000 (5511.900–26875.000)	75.066

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı
**DO: Direnç Oranı, Bahçe popülasyonunun LC₅₀ değeri/Hassas popülasyonun LC₅₀ değeri
***GA: Güven Aralığı



Şekil 4.5. *Panonychus citri* popülasyonlarının pyridaben etkili maddeli akarısitlere karşı gösterdikleri lethal doz-% ölüm eğrileri

Biyoassay denemeleri sonucunda *P. citri*'nin bahçe popülasyonlarında, laboratuvarıda üretilen hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında, abamectin, etoxazole, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarısitlerin hepsine karşı direnç saptanmıştır. Ayrıca bir popülasyonun aynı anda birden fazla akarısitlere karşı direnç gösterdiği belirlenmiştir. Adana ili turuncgil bahçelerinde zararlı akarların baskı altına alınması için kullanılan tek yöntem kimyasal mücadeledir. Bu durumun *P. citri*'nin bahçe popülasyonlarının aynı anda birden fazla akarısitlere karşı direnç göstermesine katkıda bulunduğu ve söz konusu zararlıda direncin oluşumunu hızlandırdığı düşünülmektedir.

Diğer yandan, genel olarak, bahçe popülasyonlarının akarısitlere verdiği tepkilerin değişken olduğu, abamectin, etoxazole ve pyridaben'e karşı Yakapınar, spirotetramat'a karşı Misis popülasyonlarının en dirençli popülasyonlar olduğu saptanmıştır. Bu sonucun, Adana ili turuncgil bahçelerinde, farklı sayıda ve sıklıkta, farklı etken maddeli akarısit ve insektisitler kullanılarak yapılan yoğun kimyasal mücadele uygulamalarından

kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak, Döker ve Kazak (2012) Adana ili turunçgil bahçelerinden topladıkları 4 farklı *P. citri* popülasyonunun, ilaç uygulanmayan alanlardan toplanan popülasyona göre dicofol, fenbutatin oxide, spiroadiclofen ve tetradifon etkili maddeli akarisitlere karşı direnç düzeylerinin, popülasyonlar arasında bölgesel olarak değiştiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, Çin'in Pinghe, Fuzhou, Jianning, Linhai, Chongqing ve Yidu bölgelerinde, 2006-2009 yıllarında ticari turunçgil bahçelerinden toplanan *P. citri* popülasyonlarının farklı akarisitlere karşı direnç düzeylerinin belirlendiği bir çalışmada, Fuzhou popülasyonunun spirotetramat ve spiroadiclofen'e, Yidu popülasyonunun pyridaben ve hexythiazox'a, Pinghe popülasyonunun ise abamectin ve fenprothrin'e karşı en dirençli popülasyonlar olduğu bildirilmiştir (Hu ve ark. 2010). Bu çalışmalara ek olarak, yine Çin'in 5 farklı bölgesinden toplanan *P. citri* popülasyonlarının amitraz, azocyclotin, diafenthiuron ve propargite'e karşı direnç düzeylerinin bölgesel ilaç seçimi ve kullanımına bağlı olarak değişebileceği saptanmıştır (Ran ve ark. 2009). Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, bölgesel ilaç kullanım alışkanlıkları (kullanım sıklığı, rotasyon, uygulama dozu vb.) sonucu zararlı akar popülasyonlarında farklı direnç düzeylerinin ortaya çıkmasının, sadece *P. citri* türü ile sınırlı olmadığı görülmektedir. Örneğin, Türkiye'de yapılan çalışmalarda, Bursa ilinde elma bahçelerinden toplanan *P. ulmi* popülasyonlarının amitraz, bromopropylate, dicofol ve fenpyroximate'e, Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *P. ulmi* popülasyonlarının, abamectin, bifenthrin, chlorpyrifos ethyl etoxazole, hexythiazox ve spiroadiclofen'e, Antalya ve Isparta ili sebze üretim alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının, abamectin, amitraz, chlorpyrifos ve propargite'e, yine Antalya'dan toplanan *T. cinnabarinus* popülasyonlarının dicofol etkili maddeli akarisitlere karşı geliştirdikleri direnç düzeylerinin bölgesel ilaç seçimi ve kullanımına bağlı olarak değişebileceği rapor edilmiştir (Ay 2005; Ay, 2006; Kumral ve Kovancı, 2007; Yaman ve ark. 2016; Çağatay ve ark. 2014; Dağlı ve Tunç 2001).

Bahçe popülasyonları arasında abamectin etkili maddeli akarısitede karşı en dirençli popülasyon olarak belirlenen Yakapınar popülasyonunun LC_{50} değeri 34.7 mg L^{-1} , hassas popülasyonun LC_{50} değeri ise 0.9 mg L^{-1} olarak saptanmıştır. Diğer popülasyonların LC_{50} değerleri ise 2.8 ile 14.6 mg L^{-1} arasında değişkenlik göstermiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak Liao ve ark. (2016), Çin’de ilaç uygulanmadan laboratuvar koşullarında üretilen (Hassas) ve ilaç uygulanan ticari bir turunçgil bahçesinden toplanan iki farklı *P. citri* popülasyonunun abamectin’e karşı gösterdikleri LC_{50} değerlerinin 0.87 ve 12.21 mg L^{-1} olduğunu bildirmişlerdir. Yine Çin’den toplanan *P. citri* popülasyonlarının abamectin’e karşı gösterdiği LC_{50} değerleri 0.023 ile 3.52 mg L^{-1} arasında değiştiği bildirilmiştir (Hu ve ark. 2010). Diğer yandan Brezilya’nın Atibaia kasabasında bir çilek tarlasından toplanan *T. urticae* popülasyonunun 4.3 mg L^{-1} olan LC_{50} değerinin laboratuvar koşullarında abamectin ile beş seleksiyon sonucu 13.3 kat yükselerek 58.1 mg L^{-1} ’ye ulaştığı, ilaç uygulanmayan koşullarda ise 4.3 mg L^{-1} ’den 0.17 mg L^{-1} ’ye gerilediği saptanmıştır (Sato ve ark., 2005). Ayrıca, Yorulmaz ve Ay (2009), *T. urticae*’nin Antalya’dan toplanan bir popülasyonunun, hassas popülasyonu ile karşılaştırıldığında (GSS) abamectin’e karşı gösterdiği direnç katsayısının 2.19 kat’dan laboratuvar koşullarında 15 seleksiyon sonunda 35.04 kat’a yükseldiğini belirlemişlerdir.

Türkiye’de 1991 yılında ruhsat alan abamectin, birçok kültür bitkisinde zararlı akarlar ve böceklerle karşı kullanılmaktadır. Çiftçiler ve ilaç bayileri ile yapılan görüşmelerde, abamectin etkili maddeli akarısitede gerek bu çalışmada biyoassay denemelerinde kullanılan popülasyonların toplandığı turunçgil bahçelerinde, gerekse Adana ilinin genelinde turunçgillerde zararlı *P. citri* ve *Ph. oleivora* mücadelesinde önerilen etiket dozunun ($25 \text{ mL}/100 \text{ L}$) yetersiz olduğu gerekçesiyle üreticiler tarafından en az 4 kat arttırılarak kullanıldığı bilgisine ulaşılmıştır ($100 \text{ mL}/100 \text{ L}$), (Kişisel Görüşme: Zir. Müh. Cihan BAHÇECİ). Ayrıca abamectin’in, Türkiye’de turunçgillerde ruhsatlı diğer akarisitler (etoxazole, fenazaquin, fenbutatin oxide, spiroadiclofen ve pyridaben) ile karşılaştırıldığında,

piyasa değerinin daha düşük olması sebebi ile üreticiler tarafından öncelikli olarak tercih edildiği, turunçgil bahçelerinde zararlı olsun olmasın belirli periyotlar ile düzenli olarak yapılan hemen hemen her ilaç uygulamasına dahil edildiği bilinmektedir. Ancak yapılan yoğun ilaçlamalara rağmen, *P. citri* ve *Ph. oleivora* mücadelesinde istenilen başarının elde edilemediği ve üreticilerin bu konudaki şikayetlerinin devam ettiği gözlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada bahçe popülasyonlarında saptanan yüksek abamectin direnci sonuçları ile turunçgil bahçelerinde abamectin ile yapılan mücadele programlarında yaşanan başarısızlıklar paralellik göstermektedir.

Abamectin ile elde edilen sonuçlara benzer olarak etoxazole etkili maddeli akarısit karşı en dirençli popülasyon olarak belirlenen Yakapınar popülasyonunun LC_{50} değeri 429.8 mg L^{-1} , hassas popülasyonun LC_{50} değeri ise 23.4 mg L^{-1} olarak saptanmıştır. Diğer bahçe popülasyonlarının LC_{50} değerlerinin ise 28.6 ile 378.3 mg L^{-1} arasında değiştiği belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda *T. urticae*'nin etoxazole'e karşı gösterdiği 193 mg L^{-1} olan LC_{50} değerinin, laboratuvar koşullarında 5 seleksiyon sonucunda 2176 mg L^{-1} 'ye yükseldiği ve zararlının etoxazol'e karşı 8739 kat direnç geliştirdiği saptanmıştır (Stocco ve ark. 2016). Etoxazole, yumurta ve ergin öncesi dönemlere etkili akar gelişme engelleyici olarak bilinen bir akarısittir (Nauen ve Smagghe 2006; Marcic 2012). Türkiyede 1998 yılında ruhsat almış, bu tarihten beri Adana ili turunçgil bahçelerinde sezonda en az iki defa ve her uygulamada önerilen dozundan ($35 \text{ ml}/100 \text{ L}$) daha yüksek bir dozda ($50 \text{ ml}/100 \text{ L}$) kullanılmaktadır. Ayrıca, *P. citri*'nin kısmen daha durgun olduğu ve popülasyonunun gerilediği kış aylarında (Kasım-Mart) daha başarılı sonuçların elde edilebilmesi amacıyla zararlının yumurta dönemine karşı yapılan yazlık yağ uygulamaları ile birlikte sıklıkla kullanılmaktadır. Diğer yandan, *T. urticae*'nin Japonya popülasyonunda oluşan etoxazole direncinin tek bir gen bölgesi tarafından yönetildiğini, etoxazole'e dirençli popülasyonun hexythiazox'a karşı çapraz direnç geliştirdiği bildirilmiştir (Asahara ve ark., 2008). Ayrıca laboratuvar koşullarında hexythiazox ile 14 kez

selekte edilen bir *N. californicus* popülasyonunun yine ergin öncesi dönemlere etkili olduğu bilinen clofentezine, etoxazole, spiroadiclofen ve spiromesifen etkili maddeli akarisitlere karşı sırasıyla 12.67, 14.41, 8.12 ve 17.96 kat çapraz direnç geliştirdiği rapor edilmiştir (Yorulmaz-Salman ve Ay, 2013). Hexythiazox, Türkiye’de 1991 yılından beri turuncgil üretimi de dahil olmak üzere birçok kültür bitkisinde kullanılmaktadır. Sonuç olarak, bu çalışmada *P. citri* popülasyonlarında belirlenen etoxazole direncine Adana ili turuncgil bahçelerinde uzun yıllardır kullanılan hexythiazox etkili maddeli akarisit katkıda bulunmuş olabileceği düşünülmektedir.

Spiroadiclofen etkili maddeli akarisit karşı en dirençli popülasyon olarak belirlenen Çiçekli popülasyonunun LC_{50} değeri 398.3 mg L^{-1} hassas popülasyonun LC_{50} değeri ise 9.8 mg L^{-1} olarak saptanmıştır. Diğer popülasyonların LC_{50} değerleri ise 12.2 ile 218.9 mg L^{-1} arasında değişmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak Çin’in Fuzhou bölgesinden 2006 yılında toplanan bir *P. citri* popülasyonun spiroadiclofen’e karşı gösterdiği LC_{50} değeri sadece 2.8 mg L^{-1} olarak belirlenirken, aynı popülasyonun LC_{50} değerinin üretici (arazi) koşullarında spiroadiclofen ile yoğun ilaç baskısına maruz kaldıktan 3 yıl sonra 418 mg L^{-1} ’ye yükseldiği bildirilmiştir (Hu ve ark. 2010). Çalışmada spiroadiclofen (Envidor®)’in etiketinde yer alan kullanım önerisinin aksine sezonda 5 veya daha fazla sayıda ilaçlama yapılmasının sonucu olarak spiroadiclofen direncinin geliştiği belirtilmiştir. Yine benzer olarak *P. citri*’nin protonimfleri ile laboratuvar koşullarında yapılan bir seleksiyon çalışmasında, başlangıçta 2.70 mg L^{-1} olan LC_{50} değerinin 30. seleksiyondan sonra hızla arttığı ve 42 seleksiyon sonrasında 422.15 mg L^{-1} ’ye ulaştığı bildirilmiştir (Yu ve ark. 2011). Spiroadiclofen tetronik asit türevi bir akarisit olup, akarlarda lipit sentezini engelleyerek etkili olmaktadır (Wachendorff ve ark. 2002; Nauen 2005; Marcic 2012). Spirotetramat, bu grup içerisinde yer alan ve spiroadiclofen ile benzer etki mekanizmasına sahip bir insektisit-akarisit olup, Adana ilinde turuncgillerde zararlı kırmızı kabuklu bit, *A. aurantii* ve turuncgil unlu biti, *Planococcus citri* (Risso)’ye karşı kullanılmaktadır. Hu ve ark. (2010)

yaptıkları çalışmada spirodiclofen'e dirençli *P. citri* popülasyonlarının aynı zamanda spirotetramat'a da dirençli olduğunu saptamışlardır. Laboratuvar koşullarında spirodiclofen ile selekte edilerek 103 kat direnç kazandırılan bir *P. citri* popülasyonunun, başlangıç popülasyonu ile karşılaştırıldığında spirotetramat'a karşı 29.5 kat çapraz direnç geliştirdiği bildirilmiştir (Yu ve ark. 2011). Benzer olarak, Pottelberge ve ark. (2009a), laboratuvar koşullarında spirodiclofen'e karşı 274 kat direnç geliştiren *T. urticae* popülasyonunun başka bir tetronik asit türevi olan spiromesifen'e karşı da 18 kat çapraz direnç geliştirdiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada spirotetramat etkili maddeli akariste karşı en yüksek LC_{50} değeri Misis (209.4 mg L^{-1}) popülasyonunda saptanmış bunu spirodiclofen'e karşı da en dirençli popülasyon olarak belirlenen Yakapınar (161.7 mg L^{-1}) popülasyonu izlemiştir. Hassas ve diğer bahçe popülasyonlarının LC_{50} değerleri ise 7.6 mg L^{-1} (hassas) ile 120.4 mg L^{-1} (Abdioğlu) arasında değişmiştir.

Yukarıda bildirilen gerekçelere bağlı olarak, bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, bahçe popülasyonlarında elde edilen yüksek spirodiclofen direncine turunçgil bahçelerinde kullanılan spirotetramat'ın da katkı yapmış olabileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak, *A. auranti* veya *Pl. citri*'nin, *P. citri* ile birlikte bulunduğu turunçgil bahçelerinde mücadelede spirodiclofen yerine spirotetramat tercih edilmesi yerinde olacaktır. Bu önerinin Adana ili turunçgil bahçelerinde yapılan toplam akarisit-insektisit uygulamalarını düşürülebileceği gibi *P. citri*'de spirodiclofen veya spirotetramat direncinin oluşumunda geciktireceği düşünülmektedir.

Abamectin ve etoxazole sonuçlarına benzer olarak pyridaben etkili maddeli akariste karşı da en dirençli popülasyon Yakapınar ($LC_{50} 2279.7 \text{ mg L}^{-1}$) popülasyonu olarak belirlenmiştir. Diğer popülasyonların LC_{50} değerleri ise 30.3 mg L^{-1} (hassas) ile 1023.1 mg L^{-1} (Ağzıbüyük) arasında değişmiştir. Pottelberge ve ark. (2009b), *T. urticae*'nin GSS ve Belçikadan toplanan bir popülasyonunun pyridaben'e karşı göstermiş olduğu LC_{50} değerlerini sırasıyla 6.19 mg L^{-1} ve 36959 mg L^{-1} (5971 kat direnç) olarak belirlemişlerdir. Pyridaben'e dirençli bu

popülasyonun pyridaben ile aynı grup içerisinde yer alan METI akarisitler olarak bilinen tebufenpyrad ve fenpyroximate'e karşı GSS popülasyonu ile karşılaştırıldığında 184 ve 1547 kat daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Güney Kore'de elma bahçeleri ve serada yetiştirilen farklı kültür bitkilerinden toplanan 26 farklı *T. urticae* popülasyonunun pyridaben'e karşı gösterdikleri LC_{50} değerlerinin 519.2 mg L^{-1} ile $25820.1 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değiştiğini, bu popülasyonların hassas popülasyona göre 3 ve 152 kat pyridaben'e daha dirençli olduğu bildirilmiştir (Suh ve ark., 2006). Bunlara ek olarak Çin'de turuncgil yetiştiriciliği yapılan alanlardan toplanan 6 farklı *P. citri* popülasyonu arasında pyridaben'e en yüksek LC_{50} değeri 30.9 mg L^{-1} olarak bulunmuş ve bu popülasyon karşılaştırma popülasyonu olarak kullanılan hassas popülasyona göre 140 kat daha dirençli olduğu bildirilmiştir (Niu ve ark., 2011). Yine bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak, Çin'den toplanan *P. citri* popülasyonlarında pyridaben'e karşı 1.01 mg L^{-1} ile 609.91 mg L^{-1} arasında değişen LC_{50} değerleri saptanmıştır (Hu ve ark., 2010).

4.2. Biyokimyasal Analiz Sonuçları

4.2.1. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Toplam Esteraz Enzim Aktiviteleri

Panonychus citri ergin dişileri ile yapılan kinetik esteraz enzim aktivitesi belirleme çalışmalarından elde edilen toplam esteraz enzim aktiviteleri mOD/min/mg protein olarak Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Popülasyonlar arasında en yüksek toplam esteraz enzim aktivitesi $43.268 \text{ mOD/min/mg protein}$ ile Yakapınar popülasyonunda belirlenmiştir. Bu değer istatistiksel olarak da diğer bahçe popülasyonları ve Hassas popülasyondan farklı bulunmuştur ($P < 0.001$). Hassas popülasyonun toplam esteraz enzim aktivitesi $28.070 \text{ mOD/min/mg protein}$ olarak belirlenmiş olup bu değer Yakapınar popülasyonu hariç diğer bahçe popülasyonlarından daha yüksek bulunmuştur. Yakapınar, Misis, Çiçekli, Ağzıbüyük, Abdioğlu, Bulduklu, Havutlu, Kozan ve Işıklı popülasyonlarının toplam esteraz enzim aktivite değerleri ise sırasıyla 43.268 , 22.928 , 22.243 , 21.577 , 20.035 , 19.964 , 16.560 , 16.342 ve 15.856

mOD/min/mg protein olarak saptanmıştır. Yakapınar, Misis, Çiçekli, Ağzıbüyük, Abdioğlu, Bulduklu, Havutlu, Kozan ve Işıklı popülasyonlarının toplam esterez enzim aktivite değerlerinin Hassas popülasyonun enzim aktivite değerlerine bölünmesi ile elde edilen enzim oranları ise sırasıyla 1.541, 0.816, 0.792, 0.768, 0.713, 0.711, 0.589, 0.582 ve 0.564 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, biyoassay ve biyokimyasal analizler sonucu elde edilen veriler incelendiğinde Işıklı popülasyonunun hassas popülasyona yakın bir popülasyon olduğu belirlenmiştir. Bu sebepten dolayı diğer popülasyonlarının enzim değerlerinin Işıklı popülasyonunun enzim değerine bölünmesi ile enzim oranları hesaplanmıştır. Yakapınar, Hassas, Misis, Çiçekli, Ağzıbüyük, Abdioğlu, Bulduklu, Havutlu, ve Kozan popülasyonlarının enzim değerlerinin Işıklı popülasyonunun enzim değerine bölünmesi ile elde edilen enzim oranları popülasyon sıralamasına bağlı olarak 2.728, 1.770, 1.446, 1.402, 1.360, 1.263, 1.259, 1.044 ve 1.030 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Toplam Esteraz Enzim Aktiviteleri

Popülasyon	n*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı**	Enzim Oranı***
Hassas	4	28.070±0.049b****	-	1.770
Abdioğlu	4	20.035±0.398d	0.713	1.263
Ağzıbüyük	4	21.577±1.013cd	0.768	1.360
Bulduklu	4	19.964±0.569d	0.711	1.259
Çiçekli	4	22.243±0.749cd	0.792	1.402
Havutlu	4	16.560±0.481e	0.589	1.044
Işıklı	4	15.856±0.61e	0.564	-
Kozan	4	16.342±0.478e	0.582	1.030
Misis	4	22.928±0.939c	0.816	1.446
Yakapınar	4	43.268±1.904a	1.541	2.728

*n: tekerrür sayısı

**Bahçe popülasyonun enzim değeri/hassas popülasyonunun enzim değeri

***Popülasyonların enzim değeri/Işıklı popülasyonunun enzim değeri

**** Sütunlar yukarıdan aşağı doğru incelendiğinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (df: 9, F: 85.87, P<0.001).

4.2.2. *Panonychus citri* Popülasyonlarının Glutasyon S-transferaz (GST) Enzim Aktiviteleri

Panonychus citri ergin dişileri ile yapılan kinetik glutasyon S-transferaz (GST) enzim aktivitesi belirleme çalışmaları sonucunda elde edilen GST enzim aktivite değerleri mOD/min/mg protein olarak Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Popülasyonlar arasında en yüksek GST enzim aktivite değeri 5.293 mOD/min/mg protein ile Yakapınar popülasyonunda belirlenmiştir. Bu değer istatistiksel olarak da diğer popülasyonlardan elde edilen değerlerden farklı bulunmuştur ($P<0.001$). Hassas popülasyonda belirlenen GST enzim aktivite değeri (2.867 mOD/min/mg protein), Işıklı popülasyonu (2.076 mOD/min/mg protein) hariç diğer bahçe popülasyonlarından daha düşük bulunmuştur. Misis, Ağzıbüyük, Çiçekli, Abdioğlu, Havutlu, Bulduklu ve Kozan popülasyonlarının GST enzim aktivite değerleri ise sırasıyla 4.513, 4.249, 4.237, 4.054, 3.653, 3.599 ve 3.406 mOD/min/mg protein olarak saptanmıştır. Ayrıca, Yakapınar, Misis, Ağzıbüyük, Çiçekli, Abdioğlu, Havutlu, Bulduklu, Kozan ve Işıklı popülasyonlarında, Hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında elde edilen enzim oranları ise sırasıyla 1.846, 1.574, 1.482, 1.477, 1.414, 1.274, 1.255, 1.188 ve 0.724 olarak hesaplanmıştır. Popülasyonların enzim değerlerinin Işıklı popülasyonun enzim değerine bölünmesi ile elde edilen enzim oranları Yakapınar, Misis, Ağzıbüyük, Çiçekli, Abdioğlu, Havutlu, Bulduklu, Kozan ve Hassas popülasyonları için sırasıyla 2.549, 2.173, 2.046, 2.040, 1.952, 1.759, 1.733, 1.640 ve 1.381 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.7. *Panonychus citri* Popülasyonlarının glutatyon S-transferaz (GST) Enzim Aktiviteleri

Popülasyon	n*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı**	Enzim oranı***
Hassas	4	2.867±0.155f****	-	1.381
Abdioğlu	4	4.054±0.142cd	1.414	1.952
Ağzıbüyük	4	4.249±0.182bc	1.482	2.046
Bulduklu	4	3.599±0.097e	1.255	1.733
Çiçekli	4	4.237±0.152bc	1.477	2.040
Havutlu	4	3.653±0.073de	1.274	1.759
Işıklı	4	2.076±0.155g	0.724	-
Kozan	4	3.406±0.076e	1.188	1.640
Misis	4	4.513±0.124b	1.574	2.173
Yakapınar	4	5.293±0.204a	1.846	2.549

*n: tekerrür sayısı

**Bahçe popülasyonunun enzim değeri/Hassas popülasyonunun enzim değeri

***Popülasyonların enzim değeri/Işıklı popülasyonunun enzim değeri

****Sütunlar yukarıdan aşağı doğru incelendiğinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (df: 9, F: 39.67, P<0.001)

Esteraz enzimleri akarlar, böcekler ve diğer bütün organizmalarda doğal olarak bulunan ve ester bağlarını parçalayarak moleküllere ayıran hidrolaz enzimleridir (Montella ve ark. 2012). Akar ve böceklerde özellikle sinir uçlarından (sinaps) uyarı iletimi başta olmak üzere sindirim sistemi, üreme, beslenme gibi birçok olağan yaşamsal faaliyetlerin devam ettirilmesinde önemli roller oynamaktadırlar. Esteraz enzimlerinden asetilkolinesteraz ve karbosilesteraz organizmanın bünyesine aldığı pestisitleri detoksifiye ederek zehirsiz atıklar haline dönüştürürler. Bu iki esteraz enzimi akar ve böceklerde insektisit direncinin oluşmasında önemli roller oynarlar (Hollingworth ve Dong, 2008, Yu 2008, Yorulmaz ve Ay 2010).

Bu çalışmada biyoassay denemeleri sonucu *P. citri*'nin laboratuvarında üretilen hassas popülasyonuna göre bahçe popülasyonlarında saptanan akarisit dirençleri ile popülasyonların göstermiş oldukları toplam esteraz enzim aktiviteleri arasında bir ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Ancak, *P. citri*'nin hassas popülasyonunun esteraz enzim değeri Yakapınar popülasyonu hariç diğer bahçe popülasyonlarından

daha yüksek bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, akarlarda görülen yüksek esterase enzim aktiviteleri sentetik piretroitli, karbamatlı ve organik fosforlu insektisit-akarisit gruplarına kazanılan direnç ile ilişkilendirildiği görülmektedir (Yu, 2008). Bu bağlamda, *T. urticae* popülasyonlarının sentetik piretroitli bir insektisit olan bifenthrin'e karşı geliştirdiği direnç sonucu esterase enzim aktivitelerinin önemli derecede arttığı saptanmıştır (Ay ve Gürkan 2005). Leeuwen ve Tirry (2007) bifenthrin, dicofol ve fenbutatin oxide'e karşı çoklu direnç geliştiren *T. urticae* popülasyonunda esterase aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir. Daha öncede belirtildiği gibi biyoassay çalışmaları sonucunda hassas popülasyon olarak değerlendirilen popülasyon Adana ilinde rekreasyon amaçlı dikilmiş (ilaç uygulanmayan) turunc bitkilerinden toplanmış, laboratuvar koşullarında hiçbir akarisit-insektisit baskısına maruz kalmadan bir yıl üretilmiş ve daha sonra denemeye alınmıştır. Biyoassay denemelerinde kullanılan Hassas popülasyon bahçe popülasyonlarına göre beş farklı akarisite karşı daha hassas olarak değerlendirilse de popülasyonun başka akarisitlere veya insektisitlere karşı direnç düzeyleri ile laboratuvar koşullarında üretime alınmadan önce hangi ilaç/lar'ın baskısına maruz kaldığı bilinmemektedir. Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan hassas popülasyonun yukarıda bildirilen sentetik piretroitli, karbamatlı veya organik fosforlu akarisit-insektisitlerin baskısına maruz kaldığı düşünülmektedir. Sentetik piretroitli, karbamatlı ve organik fosforlu ilaçlar eski nesil insektisitler olarak bilinmektedir. Bu grup ilaçlar Türkiye'de içerisinde turuncgillerin de bulunduğu birçok kültür bitkisinde uzun yıllar *T. urticae* ve *P. citri* gibi ekonomik öneme sahip akarların mücadelesinde kullanılmıştır. Bu ilaçlardan bir tanesi Türkiye'de kullanımı 2011 yılında yasaklanan dicofol olup, Güney Ontario'dan elma bahçelerinden toplanan *P. ulmi* popülasyonunda oluşan dicofol direncinin kalıtsal olmasına bağlı olarak arazi koşullarında herhangi bir ilaç baskısına maruz kalmasa bile en az üç yıl değişmeden devam ettiği bildirilmiştir (Mable ve Pree 1992).

Diğer yandan, Yorulmaz-Salman ve ark. (2013) *T. urticae*'nin esteraz enzim aktivitesinin konukçu bitkiye bağlı olarak değişebileceğini ve farklı konukçu bitkiler ile beslenen aynı popülasyonun esteraz aktivitesinin biber bitkisi üzerinde beslendiğinde 5.83 mOD/min/mg protein iken kabakta 2.32 kat artış göstererek 13.53 mOD/min/mg protein olduğunu saptamışlardır. Daha öncede belirtildiği gibi bu çalışmada hassas popülasyon olarak kullanılan popülasyon, turunc bitkilerinden toplanıp ve yine turunc bitkileri üzerinde laboratuvar koşullarında kültüre alınmıştır. Bahçe popülasyonları ise limon, mandarin ve portakal bitkileri üzerinden toplanıp laboratuvar koşullarında üretilmeden doğrudan denemelerde kullanılmıştır. *Panonychus citri*'de konukçu bitkiye bağlı esteraz enzim aktivitesinin değişebileceğine dair bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda ileride yapılacak çalışmalarda *P. citri*'nin esteraz enzim aktivitesinin konukçu bitkiye bağlı olarak değişip değişmediği ortaya çıkarılmalıdır.

Diğer yandan biyoassay çalışmalarında bahçe popülasyonları arasında akarisitlere genel olarak en dirençli olarak belirlenen Yakapınar popülasyonun esteraz enzim aktiviteside en yüksek, akarsitlere genel olarak hassasiyet gösteren Işıklı popülasyonun ise en düşük bulunmuştur. Yorulmaz ve Ay (2009) *T. urticae* popülasyonunda başlangıçta 10.23 mOD/min/mg protein olan esteraz enzim aktivitesinin laboratuvar koşullarında abamectin ile 15 seleksiyondan sonra 12.36 mOD/min/mg protein'e yükseldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada, uzun yıllardır herhangi bir ilaç baskı olmadan laboratuvarda üretilen GSS popülasyonunun esteraz enzim aktivitesi (13.73 mOD/min/mg protein) ise diğer popülasyon için başlangıç ve seleksiyon sonrası elde edilen enzim aktivite değerlerinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Yorulmaz ve ark. (2015), avcı akar *P. persimilis*'in başlangıçta 1.281 mOD/min/mg protein olan esteraz enzim aktivitesinin laboratuvar koşullarında etoxazole ile 6 seleksiyon sonrası 2.71 kat artarak 3.479 mOD/min/mg protein'e yükseldiğini saptamışlardır. Diğer yandan, *T. urticae*'nin laboratuvar koşullarında spirodiclofen ile 37 kez selekte edilmesi sonucu LC₅₀ değerine göre direnç oranının 13 kat, karboksilesteraz enzim

aktivitesinin ise 1.2 kat arttığı bildirilmiştir (Rauch ve Nauen 2002). Spiromesifen ile 13 kez selekte edilen avcı akar *N. californicus* popülasyonunun LC₅₀ değerinin başlangıca göre 52 kat, esterase enzim aktivitesi ise 2.7 kat artış gösterdiği bildirilmiştir (Yorulmaz-Salman ve Ay 2014).

Glutasyon S-transferazlar, mikroorganizmalarda, bitkilerde, omurgalı ve omurgasız hayvanlarda bulunan, faz II metabolik izoenzim olarak bilinen ve detoksifikasyon sırasında indirgenmiş glutasyonu ksenobiyotik bileşiklere katalize edebilen enzimlerdir (Clark, 1989; Armstrong, 1997; Hemingway, 2000; Vontas ve ark., 2000; Li ve ark., 2007; Leeuwen ve Dermauw, 2016).

Bu çalışmada, biyoassay denemeleri sonucu *P. citri*'nin laboratuvarda üretilen hassas popülasyonuna göre bahçe popülasyonlarında saptanan akarisit dirençleri ile popülasyonların göstermiş oldukları GST enzim aktiviteleri arasında bir ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Biyoassay denemelerinde elde edilen sonuçlara bağlı olarak, bahçe popülasyonları arasında akarisitlere karşı en hassas olarak belirlenen Işıklı popülasyonu hariç diğer popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri Hassas popülasyona göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek GST enzim aktivitesi, akarisitlerin çoğuna aynı anda en dirençli olarak belirlenen Yakapınar popülasyonunda saptanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde artan GST enzim aktivitesinin *P. citri*, *P. ulmi* ve *T. urticae*'de oluşan abamectin direnci ile ilişkili olabileceğini göstermektedir (Stumpf ve Nauen 2002; Yorulmaz ve Ay 2009; Liao ve ark. 2016). *Panonychus citri*'de, GST enzim aktivitesini kontrol eden *PcGSTm5* isimli bir genin, zararlının abamectin'e karşı geliştirdiği direnç mekanizmasında rol oynadığı belirlenmiştir (Liao ve ark., 2016). Ayrıca, Yorulmaz-Salman ve ark. (2015) *P. persimilis*'in 0.52 mOD/min/mg protein olan GST enzim aktivitesinin etoxazole ile 6 seleksiyon sonucunda 3.09 kat artarak 1.60 mOD/min/mg protein'e yükseldiğini saptamışlardır. Diğer yandan, *N. californicus* popülasyonun laboratuvar koşullarında spiromesifen ile 13 kez selekte edilmesi sonucu GST enzim aktivitesinin başlangıç popülasyonuna göre 3.09 kat arttığı bildirilmiştir (Yorulmaz-Salman ve Ay, 2014). Niu ve ark., (2011), Çin'in

Pujiang'dan toplanan ve pyridaben'e karşı 140 kat dirençli bir *P. citri* popülasyonunun GST enzim aktivitesinin 4.7 kat arttığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen bulgular ve daha önce yapılan çalışmalar bir arada değerlendirildiğinde, bu çalışmada kullanılan bahçe popülasyonlarında farklı akarisitlere karşı saptanan direncin mekanizmasında GST enziminin rol oynayabileceği kanısına varılmıştır.

4.3. Akarisitlerin Üç Farklı Avcı Akar Türünün Farklı Biyolojik Dönemlerine Etkileri

4.3.1. Akarisitlerin Avcı Akar *Amblyseius swirskii*'nin Farklı Biyolojik Dönemlerine Etkileri

4.3.1.1. Akarisitlerin Avcı Akar *Amblyseius swirskii*'nin Yumurtalarına Etkileri

Abamectin, etaxozole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *A. swirskii* yumurtalarında neden oldukları ölüm oranları (% $\pm$ SH) Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar *Amblyseius swirskii* yumurtalarında saptanan ölüm oranları (% $\pm$ SH).

Uygulama	n*	% Ölüm $\pm$ SH
Kontrol (Saf Su)	200	4.00 $\pm$ 1.24b**
Abamectin	200	36.00 $\pm$ 4.33a
Etozazole	200	5.00 $\pm$ 1.29b
Spirodiclofen	200	4.00 $\pm$ 1.79b
Spirotetramat	200	8.50 $\pm$ 1.97b
Pyridaben	200	27.50 $\pm$ 2.91a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı
**Aynı harfi taşıyan ortamlar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0.05).

Elde edilen veriler incelendiğinde en yüksek ölüm oranı % 36 ile abamectin uygulaması sonucu görülmüş, bunu % 27.50 ile pyridaben uygulaması izlemiştir. Etozazole, spirodiclofen ve spirotetramat uygulamaları sonucu elde edilen ölüm oranları % 10'un altında bulunurken, bu üç akarisit uygulaması istatistiksel açıdan kontrol uygulamasından farksız bulunmuştur (P<0.05). Kontrol uygulamasında ölüm oranı % 4 olarak saptanmıştır.

4.3.1.2. Akarisitlerin Avcı Akar *Amblyseius swirskii*'nin Larvalarına Etkileri

Abamectin, etozazole, spirodiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *A. swirskii* larvalarında neden oldukları ölüm oranları (% $\pm$ SH) Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar *Amblyseius swirskii* larvalarında saptanan ölüm oranları (% $\pm$ SH).

Uygulama	n*	Zaman (Saat)		
		24	48	72
Kontrol (Saf Su)	150	2.66 $\pm$ 1.47c**	4.66 $\pm$ 1.73c	6.00 $\pm$ 1.84b
Abamectin	150	56.66 $\pm$ 3.88a	61.33 $\pm$ 2.77b	84.00 $\pm$ 3.32a
Etozazole	150	6.66 $\pm$ 1.98c	8.00 $\pm$ 1.93c	8.66 $\pm$ 2.00b
Spirodiclofen	150	6.00 $\pm$ 2.52c	7.33 $\pm$ 2.32c	8.00 $\pm$ 2.17b
Spirotetramat	150	4.66 $\pm$ 1.42c	8.00 $\pm$ 1.33c	9.33 $\pm$ 2.03b
Pyridaben	150	32.00 $\pm$ 4.94b	78.66 $\pm$ 4.19a	86.66 $\pm$ 3.58a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı
**Sütunlar yukarıdan aşağı doğru incelendiğinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0.05)

Akarisit uygulamaları sonucu 24, 48 ve 72 saat sonra elde edilen veriler incelendiğinde *A. swirskii* larvalarında sırası ile % 32.00 % 78.66 ve % 86. 66 oranında ölüme neden olan pyridaben en toksik akarisit olarak belirlenmiş olup, bunu aynı sayım zamanlarına bağlı olarak % 56.66, % 61.33 ve % 84.00 ile abamectin izlemiştir. Etoxazole, spirodiclofen ve spirotetramat uygulamaları sonucu elde edilen ölüm oranları % 10'un altında kalmış, bu akarisitler avcı akar *A. swirskii* larvalarına zararsız olarak kabul edilmiştir (Bostanian ve ark. 2009). Kontrol uygulamasında ise 72 saat sonunda saptanan % ölüm oranı 6.00 olarak belirlenmiştir.

4.3.1.3. Akarisitlerin Avcı Akar *Amblyseius swirskii*'nin Ergin Dişilerine Etkileri

Abamectin, etoxazole, spirodiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *A. swirskii* ergin dişilerinde neden oldukları ölüm oranları (%±SH) Çizelge 4.10'da verilmiştir. Akarisit uygulamalarından 120 saat sonra elde edilen veriler incelendiğinde yumurta ve larva denemeleri sonuçlarına benzer olarak en toksik akarisit % 95.00 ölüme neden olan pyridaben olarak belirlenmiş, bunu % 21.66 ile abamectin izlemiştir. Diğer akarisit ve kontrol uygulamaları sonucu elde edilen veriler birbirine benzer olmuş, ölüm oranları % 10'un altında kalmıştır. Ergin dişi denemelerinde ölüm 72 saat sonunda en yüksek seviyelere ulaşmış bu noktadan sonra dikkate değer bir artış gözlenmemiştir.

Çizelge 4.10. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar *Amblyseius swirskii* ergin dişilerinde saptanan ölüm oranları (%±SH).

Uygulama	n*	Zaman (Saat)				
		24	48	72	96	120
Kontrol (Saf Su)	120	1.66±1.11c*	1.66±1.11c	2.50±1.27c	3.33±1.36c	3.33±1.36c
Abamectin	120	8.33±2.77b	10.00±2.42b	20.00±2.83b	20.83±2.56b	21.66±2.54b
Etoxazole	120	2.50±1.27c	7.50±2.62bc	8.33±3.04c	9.16±2.90c	9.16±2.90c
Spirodiclofen	120	4.16±1.38bc	5.00±1.84bc	5.83±2.16c	6.66±2.07c	6.66±2.07c
Spirotetramat	120	1.66±1.11c	3.33±1.36c	4.16±1.38c	4.16±1.38c	4.16±1.38c
Pyridaben	120	39.16±2.79a	43.33±2.07a	93.33±2.42a	95.00±1.84a	95.00±1.84a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Sütunlar yukarıdan aşağı incelendiğinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0.05).

4.3.1.4. Akarisitlerin Avcı Akar *Amblyseius swirskii*'nin Ergin Dişilerinin Yumurta Verimlerine Etkileri

Abamectin, etoxazole, spirodiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin *A. swirskii* ergin dişilerine uygulanmaları sonucu elde edilen avcı akarın günlük canlı dişi başına bıraktıkları ortalama yumurta sayıları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde, 120 saat sonunda en yüksek yumurta verimi ortalama 2.65 adet/dişi ile kontrol grubunda saptanırken abamectin, etoxazole, spirodiclofen ve spirotetramat uygulamaları sonucu yumurta verimine ilişkin elde edilen değerler ortalama 1.24 ile 2.69 adet/dişi arasında değişmiştir. Pyridaben uygulaması *A. swirskii*'nin yumurta verimini oldukça düşürmüştür (0.35 adet/dişi). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 24, 48 ve 72 saat sonunda abamectin, spirodiclofen ve pyridaben uygulamaları avcı akarın yumurta verimini önemli derecede düşürdüğü saptanmıştır (P<0.05). Ancak 96 ve 120 saat sonunda spirodiclofen uygulaması kontrol ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. İlk 24 saat hariç diğer sayım zamanlarında spirotetramat ve etoxazole uygulamaları kontrolden farksız bulunmuştur (P<0.05).

Çizelge 4.11. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar *Amblyseius swirskii* ergin dişilerinin ortalama yumurta verimleri (adet/dişi±SH).

Uygulama	Zaman (Saat)					Toplam
	24	48	72	96	120	
Kontrol (Saf Su)	0.98±0.05a**	2.66±0.07a	2.92±0.09a	2.84±0.11a	2.65±0.05a	12.08±0.36a
Abamectin	0.81±0.05c	0.94±0.04c	1.02±0.06c	1.17±0.07b	1.24±0.08b	5.20±0.07b
Etaxozole	0.92±0.04ab	2.43±0.09a	2.49±0.10ab	2.35±0.13a	2.27±0.12a	10.48±0.29a
Spirodiclofen	0.76±0.03c	1.97±0.10b	2.13±0.05b	2.53±0.07a	2.43±0.07a	9.84±0.31a
Spirotetramat	0.86±0.04bc	2.47±0.11a	2.82±0.13a	2.78±0.10a	2.59±0.08a	11.55±0.36a
Pyridaben	0.65±0.07d	0.68±0.10d	0.50±0.20d	0.20±0.10c	0.35±0.21c	2.39±0.09b
*Sütunlar yukarıdan aşağı incelendiğinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0.05).						

4.3.1.5. Akarisitlerin Farklı Dozlarının Avcı Akar *Amblyseius swirskii* Ergin Dişilerinde Neden Oldukları Ölüm Oranları ile Avcı Akarın Abamectin ve Pyridabene Karşı Gösterdiği LC₅₀ ve LC₉₀ Değerleri

Abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin farklı dozlarının avcı akar *A. swirskii* ergin dişilerinde neden oldukları ölüm oranları (%±SE) Çizelge 4.12’de verilmiştir. Yukarıda bildirilen yumurta, larva ve ergin diş denemelerinde zararsız olarak belirlenen etoxazole, spiroadiclofen ve spirotetramat etkili maddeli akarisitlerin önerilen etiket dozları (X) ve bu dozların 8 katı (8X) uygulandığında doz artışına karşı tepki saptanmamıştır. Bu sebepten dolayı LC₅₀ ve LC₉₀ belirleme çalışmaları sadece abamectin ve pyridaben etkili maddeli akarisitler için yapılmıştır.

Çizelge 4.12. Akarisitlerin farklı dozlarının 72 saat sonunda avcı akar *Amblyseius swirskii* ergin dişilerinde neden oldukları ölüm oranları (%±SH).

Uygulama*	Dozlar							
	X/16	X/8	X/4	X/2	X**	2X	4X	8X
Abamectin	-	-	-	9.16±2.62	19.16±2.50	42.50±2.90	59.16±3.39	93.33±2.07
Etaxozole	-	-	-	-	8.33±2.15	-	-	9.16±2.30
Spirodiclofen	-	-	-	-	5.83±2.16	-	-	7.50±2.30
Spirotetramat	-	-	-	-	5.00±2.22	-	-	4.16±1.38
Pyridaben	3.33±1.36	13.33±3.09	28.33±1.84	55.00±2.54	94.16±1.27	-	-	-

* Denemelerde her bir doz için toplam 120 birey kullanılmıştır
**X: Akarisitlerin önerilen en yüksek etiket dozları; abamectin, etoxazole, spirodiclofen, spirotetramat ve pyridaben için sırasıyla, 25, 35, 30, 100 ml/100 L ve 75 gr/100 L

Avcı akar *A. swirskii* ergin dişilerinin abamectin ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı gösterdikleri LC₅₀ değerleri, eğimleri ve % 95 güven aralıkları  izelge 4.13’de verilmiştir. *Amblyseius swirskii* ergin dişilerinin abamectin ve pyridabene karşı gösterdikleri LC₅₀ değerleri 10.921 ve 55.410 mg L⁻¹, LC₉₀ değerleri ise 42.249 ve 168.907 mg L⁻¹ olarak saptanmıştır. Bu akarisitlerin en yüksek önerilen etiket dozlarının LC₅₀ değerlerine oranı ise yukarıda verilen sıralamaya bağlı olarak 0.412 ve 2.707 olarak hesaplanmıştır.



Çizelge 4.13. Avcı akar *Amblyseius swirskii* ergin dişilerinin abamectin ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı gösterdikleri LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri

Uygulama*	n**	Eğim±SH	LC ₅₀ mg L ⁻¹ (% 95 GA)	LC ₉₀ mg L ⁻¹ (% 95 GA)	***Doz/LC ₅₀	***Doz/LC ₉₀
Abamectin	600	2.181±0.159	10.921 (7.479–16.736)	42.249 (24.789–134.944)	0.412	0.106
Pyridaben	600	2.648±0.184	55.410 (38.660–85.496)	168.907 (103.615–504.680)	2.707	0.888

*Ölüm oranları uygulamalardan 72 saat sonra hesaplanmıştır
 **n: Denemelerde kullanılan birey sayısı
 ***Akarisitlerin önerilen en yüksek etiket dozu/LC₅₀₋₉₀

4.3.2. Akarisitlerin Avcı Akar *Euseius scutalis*'in Farklı Biyolojik Dönemlerine Etkileri

4.3.2.1. Akarisitlerin Avcı Akar *Euseius scutalis*'in Yumurtalarına Etkileri

Abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *E. scutalis* yumurtalarında neden oldukları ölüm oranları (% $\pm$ SH) Çizelge 4.14'de verilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde, pyridaben uygulaması sonucu en yüksek ölüm oranı (% 33.50) elde edilmiş, bunu abamectin (% 18.00) ve etoxazole (% 15.00) izlemiştir. Kontrol uygulaması ile spiroadiclofen ve spirotetramat uygulamaları sonucu elde edilen ölüm oranları % 10'un altında kalmış ve bu uygulamalar istatistiksel açıdan da farksız bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.14. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar *Euseius scutalis* yumurtalarında saptanan ölüm oranları (% $\pm$ SH).

Uygulama	n*	Ölüm $\pm$ SH
Kontrol (Saf su)	200	4.00 $\pm$ 1.45d**
Abamectin	200	18.00 $\pm$ 2.90b
Etoxazole	200	15.00 $\pm$ 2.78bc
Spiroadiclofen	200	6.50 $\pm$ 3.25d
Spirotetramat	200	8.50 $\pm$ 2.58cd
Pyridaben	200	33.50 $\pm$ 4.01a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Aynı harfi taşıyan ortamlar arasında Duncan testine göre fark yoktur ($P<0.05$).

4.3.2.2. Akarisitlerin Avcı Akar *Euseius scutalis*'in Larvalarına Etkileri

Abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *E. scutalis* larvalarında neden oldukları ölüm oranları (% $\pm$ SH) Çizelge 4.15'de verilmiştir. Akarisit uygulamalarından 72 saat

sonra *E. scutalis* larvalarında % 65.33 ölüme neden olan pyridaben, en toksik akarisit olarak belirlenmiştir. Abamectin (% 57.33) ve etoxazole (% 55.33) uygulamaları istatistiksel olarak pyridaben uygulamasına benzer bulunmuştur ($P<0.05$). Spirodiclofen ve spirotetramat uygulamaları ise kontrol uygulaması ile istatistiksel olarak farklı bulunmasına rağmen, bu akarisitlerin *E. scutalis* larvalarında sebep oldukları ölüm oranları % 15'in altında kalmıştır. Kontrol uygulamasında ise ölüm oranı % 3.33 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.15. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar *Euseius scutalis* larvalarında saptanan ölüm oranları (% $\pm$ SH)

Uygulama	n*	Zaman (Saat)		
		24	48	72
Kontrol (Saf su)	150	2.66 $\pm$ 1.47b**	3.33 $\pm$ 1.49c	3.33 $\pm$ 1.49c
Abamectin	150	28.66 $\pm$ 2.98a	32.00 $\pm$ 2.39a	57.33 $\pm$ 3.87a
Etoxazole	150	32.66 $\pm$ 3.64a	47.33 $\pm$ 3.90a	55.33 $\pm$ 2.81a
Spirodiclofen	150	8.66 $\pm$ 2.81b	12.66 $\pm$ 2.88b	14.66 $\pm$ 3.11b
Spirotetramat	150	8.66 $\pm$ 2.98b	9.33 $\pm$ 2.84bc	12.00 $\pm$ 2.39bc
Pyridaben	150	30.00 $\pm$ 3.02a	20.72 $\pm$ 6.09b	65.33 $\pm$ 4.74a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Sütunlar yukarıdan aşağı doğru incelendiğinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur ($P<0.05$)

4.3.2.3. Akarisitlerin Avcı Akar *Euseius scutalis*'in Ergin Dişilerine Etkileri

Abamectin, etoxazole, spirodiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *E. scutalis* ergin dişilerinde neden oldukları ölüm oranları (% $\pm$ SH) Çizelge 4.16'da verilmiştir. İlaç uygulamalarından 120 saat sonra elde edilen veriler incelendiğinde avcı akar *E. scutalis* ergin dişilerinde % 44.00 ölüme neden olan pyridaben en toksik akarisit olarak belirlenmiş bunu % 23.33 ile abamectin uygulaması izlemiştir. Diğer akarisit uygulamaları sonucu elde edilen ölüm oranları % 12'nin altında kalmıştır ve bu akarisitler avcı akar *E. scutalis* ergin

dişilerine zararsız olarak kabul edilmiştir. Kontrol uygulamasında ise % 6.00 ölüm saptanmıştır.

Çizelge 4.16. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar *Euseius scutalis* ergin dişilerinde saptanan ölüm oranları (% $\pm$ SH).

Uygulama	n*	Zaman (saat)				
		24	48	72	96	120
Kontrol (Saf su)	120	4.66 $\pm$ 2.00b**	5.33 $\pm$ 1.93b	5.33 $\pm$ 1.93c	5.33 $\pm$ 1.93c	6.00 $\pm$ 1.84c
Abamectin	120	13.33 $\pm$ 2.22a	18.00 $\pm$ 2.00a	21.33 $\pm$ 3.11b	22.66 $\pm$ 3.01b	23.33 $\pm$ 2.85b
Etoxazole	120	6.00 $\pm$ 2.09b	8.00 $\pm$ 2.59b	8.66 $\pm$ 2.44c	9.33 $\pm$ 2.66c	9.33 $\pm$ 2.66c
Spirodiclofen	120	3.33 $\pm$ 1.49b	3.33 $\pm$ 1.49b	8.66 $\pm$ 3.44c	10.00 $\pm$ 3.18c	10.00 $\pm$ 3.18c
Spirotetramat	120	8.00 $\pm$ 3.82b	8.66 $\pm$ 3.72b	10.00 $\pm$ 3.61c	11.33 $\pm$ 3.72c	11.33 $\pm$ 3.72c
Pyridaben	120	17.33 $\pm$ 3.17a	27.33 $\pm$ 3.77a	41.33 $\pm$ 2.39a	42.00 $\pm$ 2.00a	44.00 $\pm$ 2.47a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

** Sütunlar yukarıdan aşağı doğru incelendiğinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0.05)

4.3.2.4. Akarisitlerin Avcı Akar *Euseius scutalis*'in Ergin Dişilerinin Yumurta Verimlerine Etkileri

Abamectin, etoxazole, spirodiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin *E. scutalis* ergin dişilerine uygulanmaları sonucu elde edilen avcı akarın günlük canlı diş başına bıraktıkları ortalama yumurta sayıları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Uygulamalar sonucu elde edilen veriler incelendiğinde, kontrol uygulaması ile spirodiclofen ve spirotetramat uygulamaları arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamıştır (P<0.05). Pyridaben ve etoxazole etkili maddeli pestisitler avcı akar *E. scutalis* yumurta verimini olumsuz etkilemiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında abamectin uygulaması da önemli derecede yumurta verimini düşürmüştür.

Çizelge 4.17. Akarisit ve insektisit uygulamaları sonucu avcı akar *Euseius scutalis* ergin dişilerinin yumurta verimleri (Ortalama $\pm$ SH adet/dişi).

Uygulama	n*	Zaman (saat)					Toplam
		24	48	72	96	120	
Kontrol (Saf su)	120	1.53 $\pm$ 0.08a**	1.93 $\pm$ 0.08a	1.81 $\pm$ 0.09a	2.19 $\pm$ 0.10a	2.04 $\pm$ 0.07a	9.51 $\pm$ 0.11a
Abamectin	120	1.37 $\pm$ 0.09a	1.72 $\pm$ 0.14a	1.40 $\pm$ 0.13b	1.56 $\pm$ 0.11b	1.47 $\pm$ 0.12b	7.54 $\pm$ 0.06b
Etoxazole	120	0.86 $\pm$ 0.05b	0.61 $\pm$ 0.05b	0.55 $\pm$ 0.05c	0.73 $\pm$ 0.05c	0.91 $\pm$ 0.05c	3.68 $\pm$ 0.06c
Spirodiclofen	120	1.56 $\pm$ 0.07a	1.80 $\pm$ 0.07a	1.65 $\pm$ 0.09ab	2.02 $\pm$ 0.09a	1.89 $\pm$ 0.02a	8.94 $\pm$ 0.08a
Spirotetramat	120	1.41 $\pm$ 0.08a	1.71 $\pm$ 0.09a	1.70 $\pm$ 0.07a	1.97 $\pm$ 0.10a	1.91 $\pm$ 0.09a	8.72 $\pm$ 0.09ab
Pyridaben	120	0.56 $\pm$ 0.06c	0.59 $\pm$ 0.05b	0.63 $\pm$ 0.11c	0.84 $\pm$ 0.11c	0.93 $\pm$ 0.04c	3.58 $\pm$ 0.07c

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

** Sütunlar yukarıdan aşağı doğru incelendiğinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0.05)

4.3.2.5. Akarisitlerin Farklı Dozlarının Avcı Akar *Euseius scutalis*'in Ergin Dişilerinde Neden Oldukları Ölüm Oranları ile Avcı Akarın Abamectin, Etoxazole ve Pyridabene Karşı Gösterdiği LC₅₀ ve LC₉₀ Değerleri

Abamectin, etoxazole, spirodiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin farklı dozlarının avcı akar *E. scutalis* ergin dişilerinde neden oldukları ölüm oranları (% $\pm$ SH) Çizelge 4.18'de verilmiştir. Yukarıda bildirilen yumurta, larva ve ergin dişi denemelerinde zararsız olarak belirlenen spirodiclofen ve spirotetramat etkili maddeli akarisitlerin önerilen etiket dozları (X) ve bu dozların 8 katı (8X) uygulandığında doz artışına karşı tepki saptanmamıştır. Bu sebepten dolayı avcı akar ergin dişilerinde LC₅₀ ve LC₉₀ belirleme çalışmaları sadece abamectin ve pyridaben etkili maddeli pestisitler için yapılmıştır. Diğer yandan *E. scutalis* larvalarına toksik olarak belirlenen fakat ergin denemelerinde doz artışına karşın dikkate değer bir tepki alınamayan etoxazole etkili maddeli akarisit için LC₅₀ belirleme çalışmalarında larva denemeleri kurulmuştur.

Çizelge 4.18. Akarisitlerin farklı dozlarının 72 saat sonunda avcı akar *Euseius scutalis* ergin dişilerinde neden oldukları ölüm oranları (%±SE).

	Dozlar					
	X/4	X/2	X	2X	4X	8X
Abamectin	-	8.66±3.59	19.33±4.03	22.00±4.44	59.33±4.03	88.00±3.11
Etaxozole	-	-	11.33±3.59	-	-	12.00±2.94
Spirodiclofen	-	-	8.00±3.26	-	-	9.33±3.47
Spirotetramat	-	-	10.66±3.61	-	-	11.33±4.33
Pyridaben	9.33±3.32	24.66±3.59	38.66±2.17	70.66±3.01	92.66±1.55	-

* Denemelerde her bir doz için toplam 120 birey kullanılmıştır
 **X: Akarisitlerin önerilen en yüksek etiket dozları; abamectin, etoxazole, spirodiclofen, spirotetramat ve pyridaben için sırasıyla, 25, 35, 30, 100 ml/100 L ve 75 gr/100 L

Avcı akar *E. scutalis* larvalarının etoxazole, ergin dişilerinin ise abamectin ve pyridaben etkili maddeli pestisitlere karşı gösterdikleri LC_{50} ve LC_{90} değerleri, eğimleri ve % 95 güven aralıkları Çizelge 4.19’da verilmiştir. *E. scutalis* ergin dişilerinin abamectin ve pyridaben’e karşı gösterdikleri LC_{50} ve LC_{90} değerleri sırası ile 13.387 ve 165.216 mg L⁻¹ olarak saptanmıştır. Bu pestisitlerin en yüksek önerilen etiket dozlarının LC_{50} değerlerine oranı ise yukarıda verilen sıralamaya bağlı olarak 0.336 ve 0.907 olarak bulunmuştur. Avcı akar *E. scutalis* larvalarının etoxazole etkili maddeli akarisite karşı gösterdikleri LC_{50} değeri 45.960 mg L⁻¹ olarak saptanırken önerilen dozun LC_{50} değerine oranı ise 0.837 kat olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Avcı akar *Euseius scutalis* larvalarının etoxazole, ergin dişilerinin abamectin ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı gösterdikleri LC₅₀ değerleri

Uygulama*	n**	Eğim±SH	LC ₅₀ mg L ⁻¹ (% 95 GA***)	LC ₉₀ mg L ⁻¹ (% 95 GA)	***Doz/LC ₅₀	***Doz/LC ₉₀
Abamectin	750	2.094±0.140	13.387 (7.921–28.379)	54.786 (26.569–551.580)	0.336	0.082
Etoxazole	750	1.762±0.106	45.960 (33.563–61.895)	245.305 (158.921–495.941)	0.837	0.156
Pyridaben	750	2.222±0.142	165.216 (126.887–217.775)	623.473 (420.725–1212.878)	0.907	0.240

*Ölüm oranları uygulamalardan 72 saat sonra hesaplanmıştır
 **n: Denemelerde kullanılan birey sayısı
 ***Akarisitlerin önerilen en yüksek etiket dozu/LC₅₀₋₉₀

4.3.2. Akarisitlerin Avcı Akar *Typhlodromus athiasae*'nin Farklı Biyolojik Dönemlerine Etkileri

4.3.2.1. Akarisitlerin Avcı Akar *Typhlodromus athiasae*'nin Larvalarına Etkileri

Abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *T. athiasae* larvalarında neden oldukları ölüm oranları (% $\pm$ SH), Çizelge 4.20'de verilmiştir. Akarisit uygulamalarından 24 saat sonra bütün akarisitler % 100 ölüme neden olmuşlardır.

Çizelge 4.20. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar *Typhlodromus athiasae* larvalarında saptanan ölüm oranları (% $\pm$ SH)

Uygulama	n*	Zaman (Saat)	
		24	48
Kontrol (Saf su)	60	5.00 $\pm$ 1.66	5.00 $\pm$ 1.66
Abamectin	60	100.00 $\pm$ 0.00	100.00 $\pm$ 0.00
Etoxazole	60	100.00 $\pm$ 0.00	100.00 $\pm$ 0.00
Spiroadiclofen	60	100.00 $\pm$ 0.00	100.00 $\pm$ 0.00
Spirotetramat	60	100.00 $\pm$ 0.00	100.00 $\pm$ 0.00
Pyridaben	60	100.00 $\pm$ 0.00	100.00 $\pm$ 0.00

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

4.3.2.2. Akarisitlerin Avcı Akar *Typhlodromus athiasae*'nin Ergin Dişilerine Etkileri

Abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *T. athiasae* ergin dişilerinde neden oldukları ölüm oranları (% $\pm$ SH) Çizelge 4.21'de verilmiştir. Akarisit uygulamalarından 24 saat sonra elde edilen veriler incelendiğinde avcı akar *T. athiasae* ergin dişilerinde % 100 ölüme neden olan abamectin ve pyridaben en toksik akarisitler olarak belirlenmiş bunu % 91.66 ile spirotetramat, % 81.25 ile spiroadiclofen, % 58.33 ile etoxazole izlemiştir. Kontrol uygulamasında ise ölüm oranı % 2.08 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.21. Akarisit uygulamaları sonucu avcı akar *Typhlodromus athiasae* ergin dişilerinde saptanan ölüm oranları (% $\pm$ SH).

Uygulama	n*	Zaman (saat)	
		24	48
Kontrol (Saf su)	48	2.08 $\pm$ 1.61e**	4.16 $\pm$ 2.40a
Abamectin	48	100.00 $\pm$ 0.00a	-
Etoxazole	48	58.33 $\pm$ 5.89d	100.00 $\pm$ 0.00b
Spirodiclofen	48	81.25 $\pm$ 3.09c	97.91 $\pm$ 2.08b
Spirotetramat	48	91.66 $\pm$ 2.63b	100.00 $\pm$ 0.00b
Pyridaben	48	100.00 $\pm$ 0.00a	-

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı
** Sütunlar yukarıdan aşağı doğru incelendiğinde aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0.05)

Phytoseiidae familyası, bitki zararlısı akarların doğal düşmanı olarak bilinen türleri içermekte, biyolojik mücadele açısından en ümit var görülen ve üzerinde en çok çalışılan avcı akar grubunu oluşturmaktadır (Chant ve McMurtry 2007). Bu çalışmada, *P. citri* popülasyonlarının direnç düzeylerinin belirlendiği akarisitlerin, Adana ili ticari turunçgil bahçelerinde en yaygın bulunan ve dolayısı ile *P. citri*'nin doğal düşmanı olabilecek *A. swirskii*, *E. scutalis* ve *T. athiasae*'nin farklı biyolojik dönemlerine etkileri ortaya çıkarılmıştır. Laboratuvar koşullarında, küçük bir alanda (3 cm çap) avcı akar türlerinin akarisitler ile karşı karşıya kalması ile en kötü senaryoda olası durumun ortaya çıkarılmış olması, çalışmada elde edilen sonuçların ileride turunçgil bahçelerinde veya farklı tarımsal ekosistemlerde planlanacak Entegre Mücadele programlarına önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Bostanian ve ark., 2009; Döker ve ark., 2015).

Daha önce pestisitlerin phytoseiid akar türlerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalarda etkinin türden türe değişmekle birlikte aynı türün farklı popülasyonları arasında da değişkenlik gösterebileceği rapor edilmiştir (Bostanian ve ark., 2009; Lefebvre ve ark., 2011; 2012; Kaplan ve ark., 2012). Bu çalışma ile söz konusu akarisitlerin Adana ili turunçgil bahçelerinde bulunan *A. swirskii* ve *E. scutalis* popülasyonlarının farklı biyolojik dönemlerine olan etkileri ilk defa ortaya çıkarılmıştır.

Çalışma sonuçlarına bağlı olarak, etoxazole, spiroticlofen ve spirotetramat etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *A. swirskii*'nin farklı biyolojik dönemlerinde neden olduğu ölüm oranı % 10'un altında bulunmuştur. Ayrıca bu üç akarisit uygulaması, avcı akarın yumurta verimini olumsuz anlamda etkilemediği saptanmıştır. *A. swirskii*'den elde edilen sonuçlara benzer olarak, yine abamectin ve pyridaben *E. scutalis*'in yumurta, larva ve ergin dişilerinde en yüksek ölüme neden olan akarisitler olarak saptanmıştır. Ayrıca bu iki akarisitin yine ergin dişilerinin yumurta verimlerini de önemli derecede düşürdüğü belirlenmiştir. Abamectin ve pyridaben'e ek olarak yumurta ve ergin dişilere zararsız olarak belirlenen etoxazole, *E. scutalis* larvalarına zararlı bulunmuş ve avcı akarın yumurta veriminide önemli derecede düşürdüğü saptanmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer olarak, Kaplan ve ark. (2012) abamectin'in önerilen dozunun uygulamadan üç gün sonra Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *N. californicus* popülasyonunun nimf ve ergin dişilerinde % 51.3 ve % 87.1 ölüme neden olduğunu, ayrıca kontrol ile karşılaştırıldığında ergin dişilerinin yumurta verimini önemli derecede düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yine benzer olarak, Fernandez ve ark., (2017) abamectin'in *A. swirskii*'nin Koppert®'ten elde edilen popülasyonunun uygulamadan 72 saat sonra ergin dişilerinde neden olduğu ölüm oranını % 53.6 olarak saptamışlardır. Bostanian ve Akalach (2006), abamectin'in *N. fallaxis* ve *P. persimilis* ergin dişilerinde uygulamadan 7 gün sonra sırasıyla % 88.6 ve % 100 ölüm saptamışlardır. Buna ek olarak abamectinin her iki avcı akar türünün yumurta verimini de önemli derecede düşürdüğünü bildirmişlerdir. Diğer yandan yine bu akarisitin önerilen dozunun *P. persimilis*'in Samandağ (Hatay) popülasyonunun ergin dişilerine zararsız olduğu bulunmuştur (Kazak ve Şekeroğlu, 1996). Hardman ve ark., (2003) abamectin'in Kanada'da elma bahçelerinde zararlı akarlar *Aculus schlechtendali* (Nalepa) ve *P. ulmi*'ye karşı etkili iken avcı akar *Typhlodromus pyri* Scheuten'ye karşı ise zararsız bir akarisit olduğunu bildirmişlerdir.

Ayrıca, avcı akar *A. swirskii*'in ergin dişilerinin abamectin ve pyridaben'e karşı gösterdikleri LC_{50} değerleri 10.921 mg L^{-1} ve 55.410 mg L^{-1} olarak saptanmıştır. *E. scutalis* ergin dişilerinin ise yine aynı akarisitlere karşı gösterdiği LC_{50} değerleri 13.387 mg L^{-1} ve $165.216 \text{ mg L}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda Zhao ve ark., (2013) *Amblyseius longispinosus* Ehara'un hassas ve dirençli popülasyonlarının abamectin'e karşı gösterdikleri LC_{50} değerlerini 5.6 mg L^{-1} ve 176.98 mg L^{-1} (30.11 kat) saptamışlardır. Bostanian ve Akalach (2006), *P. persimilis* ve *N. fallacis*'in abamectin'e karşı gösterdikleri LC_{50} değerlerini ise 28.941 g L^{-1} ve 0.434 g L^{-1} olarak belirlemişlerdir. *Phytoseius plumifer* ergin dişilerinin abamectin'e karşı gösterdiği LC_{50} değeri ise $0.076 \mu\text{g L}^{-1}$ (76 mg L^{-1}) olarak bildirilmiştir (Hamedî ve ark. 2011). Park ve ark., (2011) Kore'de elma bahçelerinden topladıkları *N. womersleyi* ve *P. persimilis* popülasyonlarının pyridaben'e karşı gösterdikleri LC_{50} değerlerini sırası ile 178.7 mg L^{-1} ile 98.1 mg L^{-1} olarak bulmuşlardır.

Irigaray ve Zalom (2006), *G. occidentalis* ergin dişilerinin ömrü boyunca bıraktığı ortalama toplam yumurta sayılarının kontrol grubunda 18.4 adet iken etoxazole uygulamasından sonra 10.5 adet'e düştüğünü bildirmişlerdir. Daha önce etoxazole etkili maddeli akarisit in phytoseiid akarlar üzerine etkilerinin belirlendiği çalışmalarda etoxazole'un *A. womersleyi* Schicha, *P. persimilis* ve *G. occidentalis*'in yumurta verimi üzerine çok az etkisinin olduğu fakat bırakılan yumurtaların ergin olma oranının oldukça düşük olduğu bildirilmiştir (Kim ve Seo, 2001; Kim ve Yao, 2002; Irigaray ve Zalom, 2006; 2007). Yorulmaz-Salman ve ark. (2015), *N. californicus* larvalarının etoxazole etkili maddeli akarisite karşı göstermiş oldukları LC_{50} değerinin 4.1 mg L^{-1} 'den 6 seleksiyon sonrasında 11.6 kat artış göstererek 475.7 mg L^{-1} 'ye yükseldiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada *E. scutalis* protonimflerinin etoxazole'e karşı göstermiş olduğu LC_{50} değeri ise 45.9 mg L^{-1} olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen sonuca göre *E. scutalis*'in kısmen de olsa etoxazole etkili maddeli akarisite karşı direnç geliştirmiş olabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda ileride Adana ili turuncgil bahçelerinden

toplanacak *E. scutalis* popülasyonlarının etoxazole ve diğer akarisitlere karşı direnç düzeylerinin belirlenmesi gerektiği kanısına varılmıştır.

Spirodiclofen Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *N. californicus* popülasyonunun ergin öncesi ve ergin dişi bireylerine zararsız olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca ergin dişilerinin yumurta veriminide etkilemediği saptanmıştır (Kaplan ve ark., 2012). Benzer olarak, bu akarisit Kanada'dan elma bahçelerinden toplanan *G. occidentalis* yumurta ve erginlerinde sadece % 2.3 ve % 2.1 ölüme neden olurken, ergin dişilerin yumurta verimlerini kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında 2.4 adet/gün'den 1.4 adet/gün'e düşürdüğü bildirilmiştir. (Bostanian ve ark., 2009).

Lefebvre ve ark., (2012), *N. fallacis* ergin dişilerinde uygulamadan 3 gün sonra kontrol grubunda günlük ortalama 3.37 adet/dişi olan yumurta sayısının spirotetramat uygulaması ile 0'a düştüğü bildirilmiştir. Buna ek olarak, *G. occidentalis*'in farklı biyolojik dönemlerine spirotetramat uygulaması sonucu yumurta, larva ve ergin dişilerde sırasıyla % 90.4, % 100 ve % 72.4 ölüm belirlenmiştir (Lefebvre ve ark. 2011). Ayrıca aynı çalışmada, uygulamadan 5 gün sonra kontrol grubunda dişi birey başına ortalama 1.83 adet/gün olaran yumurta sayısının, spirotetramat uygulamasında, 0.06 adet/gün'e düştüğü saptanmıştır.

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, etoxazole, spirodiclofen ve spirotetramat etkili maddeli akarisitlerin, yukarıda sözü geçen Entegre Mücadele programları kapsamında *A. swirskii* ile birlikte güvenle kullanılabileceği belirlenmiştir. Diğer yandan avcı akarın tüm dönemlerine karşı zararlı bulunan ve kontrol ile karşılaştırıldığında yumurta veriminide önemli derecede düşüren abamectin ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin *A. swirskii* ile bir arada kullanılması için ise arazi veya yarı arazi denemelerinin gerçekleştirilmesi ve avcı akara olan zehirliliklerinin daha detaylı olarak ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bu sonuçlara benzer olarak, spirodiclofen ve spirotetramat etkili maddeli akarisitler Entegre Mücadele programları kapsamında *E. scutalis* ile bir arada kullanılabilecektir. Ancak abamectin, etoxazole ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akara

olası etkilerin arazi veya yarı arazi denemeleri ile detaylı olarak çıkarılması gerekmektedir. Beş farklı akarisit *T. athiasae* ile birlikte kullanılması için arazi veya yarı arazi denemelerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Diğer yandan bu sonuçlar, *P. citri* ile yapılan biyoassay denemeleri sonuçları ile birlikte değerlendirildiğinde, zararlının söz konusu akarisitlere karşı değişen seviyelerde direnç geliştirdiği düşünülürse, bu akarisitlerin *A. swirskii* ve *E. scutalis* ile birlikte kullanılmadan önce *P. citri*'ye olan zehirliliklerinin mutlaka belirlenmesi gerekmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Adana ili turunçgil bahçelerinden toplanan *P. citri* popülasyonlarının, abamectin, etoxazole, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı direnç düzeyleri ile bu akarisitlerin *A. swirskii*, *E. scutalis* ve *T. athiasae*'nin yumurta, larva ve ergin dişilerinde neden oldukları ölüm oranları ile ergin dişilerinin yumurta verimlerine etkilerinin belirlendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Abamectin etkili maddeli akarisite karşı Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarının LC_{50} değerleri sırasıyla 3.084, 13.815, 2.918, 14.600, 5.026, 4.385, 2.809, 12.944 ve 34.711 mg L^{-1} olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlarda LC_{90} değerleri ise 11.263, 97.383, 10.564, 95.830, 41.661, 18.698, 15.549, 50.259 ve 188.741 mg L^{-1} olarak bulunmuştur. Hassas popülasyonun LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 0.996 ve 3.056 mg L^{-1} olarak saptanmıştır. Bahçe popülasyonlarında, hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında, yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak 3.093, 13.860, 2.928, 14.646, 5.042, 4.399, 2.818, 12.985 ve 34.822 kat direnç belirlenmiştir.
2. Etoxazole etkili maddeli akarisite karşı Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarının LC_{50} değerleri sırasıyla 119.588, 378.348, 261.798, 94.373, 28.608, 79.584, 146.903, 376.995, 429.898 mg L^{-1} olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlarda LC_{90} değerleri ise 484.757, 2875.603, 1682.617, 330.420, 161.046, 323.186, 449.401, 1576.910 ve 1573.669 mg L^{-1} olarak bulunmuştur. Hassas popülasyonun LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 23.415 ve 66.063 mg L^{-1} olarak saptanmıştır.

Bahçe popülasyonlarında hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak 5.107, 16.158, 11.180, 4.030, 1.221, 3.398, 6.273, 16.100 ve 18.359 kat direnç saptanmıştır.

3. Spiroclufen etkili maddeli akaricide karşı Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarının LC_{50} değerleri sırasıyla 91.927, 122.262, 15.277, 398.360, 83.676, 12.215, 23.161, 218.965 ve 307.649 $mg L^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlarda LC_{90} değerleri ise 281.254, 593.100, 71.633, 2762.886, 321.727, 47.526, 159.778, 822.475 ve 1546.900 $mg L^{-1}$ olarak bulunmuştur. Hassas popülasyonun LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 9.851 ve 46.605 $mg L^{-1}$ olarak saptanmıştır. Bahçe popülasyonlarında hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak 8.494, 40.438, 12.411, 2.351, 1.550, 1.239, 31.230, 22.227 ve 9.331 kat direnç saptanmıştır.
4. Spirotetramat etkili maddeli akaricide karşı Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarının LC_{50} değerleri sırasıyla, 120.442, 73.794, 25.067, 87.451, 47.386, 13.409, 24.381, 209.454 ve 161.700 $mg L^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlarda LC_{90} değerleri ise 668.530, 380.240, 103.055, 633.443, 210.558, 43.544, 219.986, 726.767 ve 862.716 $mg L^{-1}$ olarak bulunmuştur. Hassas popülasyonun LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 7.615 ve 43.456 $mg L^{-1}$ olarak saptanmıştır. Bahçe popülasyonlarında hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak 15.816, 9.690, 3.291, 11.484, 6.222, 1.760, 3.201, 27.505 ve 21.234 kat direnç saptanmıştır.
5. Pyridaben etkili maddeli akaricide karşı Abdioğlu, Ağzıbüyük, Bulduklu, Çiçekli, Havutlu, Işıklı, Kozan, Misis ve Yakapınar popülasyonlarının LC_{50} değerleri sırasıyla 307.662, 1023.194, 68.174,

1722.972, 231.971, 99.078, 325.584, 657.806 ve 2279.760 mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlarda LC₉₀ değerleri ise 1619.700, 7949.000, 362.805, 8387.000, 1408.044, 356.146, 1108.753, 2962.088 ve 9431.000 mg L⁻¹ olarak bulunmuştur. Hassas popülasyonun LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri ise 30.370 ve 131.972 mg L⁻¹ olarak saptanmıştır. Bahçe popülasyonlarında hassas popülasyon ile karşılaştırıldığında yukarıda bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak 10.130, 33.690, 2.244, 56.732, 7.638, 3.262, 10.720, 21.659 ve 75.066 kat direnç saptanmıştır.

6. Yakapınar, Misis, Çiçekli, Ağzıbüyük, Abdioğlu, Bulduklu, Havutlu, Kozan ve Işıklı popülasyonlarının toplam esteraz enzim aktivite değerleri sırasıyla 43.268, 22.928, 22.243, 21.577, 20.035, 19.964, 16.560, 16.342 ve 15.856 mOD/min/mg protein olarak saptanmıştır.
7. Popülasyonlar arasında en yüksek GST enzim aktivite değeri 5.293 mOD/min/mg protein ile Yakapınar popülasyonunda belirlenmiştir. Hassas popülasyonda belirlenen GST enzim aktivite değeri (2.867 mOD/min/mg protein), Işıklı popülasyonu (2.076 mOD/min/mg protein) hariç diğer bahçe popülasyonlarından daha düşük bulunmuştur. Misis, Ağzıbüyük, Çiçekli, Abdioğlu, Havutlu, Bulduklu ve Kozan popülasyonlarının GST enzim aktivite değerleri ise sırasıyla 4.513, 4.249, 4.237, 4.054, 3.653, 3.599 ve 3.406 mOD/min/mg protein olarak saptanmıştır.
8. Abamectin, etoxazole, spirotetrafen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *A. swirskii* yumurtalarında % 36.00, 5.00, 4.00, 8.50 ve 27.50, larvalarında % 84.00, 8.66, 8.00, 9.33 ve 86.66, ergin dişilerinde ise % 21.66, 9.16, 6.66, 4.16 ve 95.00 ölüme neden olduğu saptanmıştır. Bu akarisit uygulamaları sonucu *A. swirskii*'nin günlük canlı dişi başına bıraktıkları yumurta sayıları ise 1.24, 2.27, 2.43, 2.59 ve 0.59 adet olarak belirlenmiştir. Ayrıca avcı

akarın abamectin ve pyridaben etkili maddeli akarisitlere karşı göstermiş oldukları LC_{50} değerleri 10.921 ve 55.410 mg L^{-1} olarak bulunmuştur.

9. Abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisitlerin avcı akar *E. scutalis* yumurtalarında % 18.00, 15.00, 6.50, 8.50 ve 33.50, larvalarında % 57.33, 55.33, 14.66, 12.00 ve 65.33, ergin dişilerinde ise % 23.33, 9.33, 10.00, 11.33 ve 44.00 ölüme neden olduğu saptanmıştır. Bu akarisit uygulamaları sonucu *E. scutalis*'in günlük canlı dişi başına bıraktıkları yumurta sayıları ise 1.47, 0.91, 1.89, 1.91 ve 0.93 adet olarak belirlenmiştir. Ayrıca avcı akarın ergin dişilerinin abamectin ve pyridaben, larvalarının ise etoxazole etkili maddeli akarisitlere karşı göstermiş oldukları LC_{50} değerleri 13.387 ve 165.216 mg L^{-1} ile 45.960 mg L^{-1} olarak bulunmuştur.
10. Abamectin, etoxazole, spiroadiclofen, spirotetramat ve pyridaben etkili maddeli akarisit uygulamalarından 24 saat sonra avcı akar *T. athiasae* larvalarında % 100, ergin dişilerinde ise % 100, % 58.33, % 81.25, % 91.66 ve % 100 ölüm saptanmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları, *P. citri* ile yapılan diğer direnç çalışmaları ile bir arada değerlendirildiğinde, zararlının baskı altına alınmasında uygulanan yoğun kimyasal mücadele sonucu direnç gelişiminin kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Bu bağlamda Adana ili turunçgil bahçelerinde başta *P. citri* olmak üzere zararlı akar türlerine karşı kimyasal mücadele yerine biyolojik mücadele tercih edilmelidir. Bu çalışmanın bir kısmında da kullanılan ve zararlıyı baskı altına aldığı bilinen turunçgil bahçelerinde en yaygın üç avcı akar türünün (*A. swirskii*, *E. scutalis* ve *T. athiasae*) turunçgil bahçelerinde zararlı akarlar karşı etkinlikleri ve kullanım olanakları detaylı olarak ortaya çıkarılmalıdır. Kimyasal mücadele kaçınılmaz ise direnç, sürekli olarak izlenmeli ve mücadelede en etkili akarisitler

tercih edilmelidir. Geniş etki mekanizmasına sahip akarisitler yerine spesifik olanları kullanılmalı, aynı etki mekanizmasına sahip veya aynı grup akarisitler alışkanlık dahilinde sürekli kullanılmamalı ilaçlamalarda rotasyon yapılmalıdır. Direnç geliştirmiş popülasyonların mücadelesinde akarisitlerin etkinliğini arttırmak için sinerjist maddelerden faydalanılmalıdır. Sinerjistlerin bulunup uygulanmasında sinerjist+akarisit direnci mutlaka izlenmelidir.

Panonychus citri popülasyonlarının farklı akarisitlere karşı da direnç düzeyleri ortaya çıkarılmalıdır. Ayrıca, ilaç kullanım alışkanlıklarının farklı olduğu başka turunçgil bahçelerinden toplanacak *P. citri* popülasyonlarının da direnç düzeyleri ortaya çıkarılmalıdır. Bunlara ek olarak avcı akarlarında aynı akarisitlere direnç düzeyleri belirlenmelidir. Mücadelede avcılarının direnç, *P. citri*'nin hassasiyet gösterdiği akarisitler tercih edilmelidir.



KAYNAKLAR

- Armstrong, R.N. 1997. Structure, catalytic mechanism, and evolution of the glutathione transferases. *Chemical Research in Toxicology*, 10: 2-18.
- Asano, S. and Kamei, M., 1977. Some biological activities cycloprate to the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor). *Journal of Pesticide Science*, 2: 439-444.
- Asano, S. and Kamei, M., 1979. Ovicidal activity of cycloprate against miticide-resistant strains of *Tetranychus kanzawai* Kishida and *Panonychus citri* McGregor (Acarina: Tetranychidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 23: 113-114.
- Asano, S. and Kamei, M., 1981. Ovicidal activity of cycloprate for several phytophagous mite species and its relationship with the test host plants. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 17: 67-74.
- Asahara, M., Uesugi, R., Osakabe, M. 2008. Linkage between one of the polygenic hexythiazox resistance genes and an etoxazole resistance gene in the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 101:1704-1710.
- Ashmead, W.H. 1879. Injurious and beneficial insects found on the orange trees of Florida. *The Canadian Entomologist*, 11: 159-160.
- Ay, R., 2005. Determination of susceptibility and resistance of some greenhouse populations of *Tetranychus urticae* Koch to chlorpyrifos (Dursban 4) by the petri dish-Potter tower method. *Journal of Pest Science*, 78: 139-143.
- Ay, R., 2006. Antalya ili örtüaltı sebze üretim alanlarında zararlı olan *Tetranychus urticae* Koch populasyonlarının bazı akarisitlere karşı tepkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12: 301-306.
- Ay, R., and Gürkan, M. O., 2005. Resistance to bifentrin and resistance mechanism of different strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) from Turkey. *Phytoparasitica*, 33: 237-244.

- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitiv method for the quantitation of microgramm quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254.
- Bostanian, N.J., Akalach, M., 2006. The effect of indoxacarb and five other insecticides on *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) and nymph of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Management Science*, 62: 334-339.
- Bostanian, N.J., Beudjekian, S., McGregor, E. and Racette, G., 2009. A modified excised leaf disc method to estimate the toxicity of slow- and fast-acting reduced-risk acaricides to mites. *Journal of Economic Entomology*, 102: 2084-2089.
- Bostanian, N.J., Hardman, J. M., Thistlewood, H.A. and Racette, G., 2010. Effects of six selected orchard insecticides on *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. *Pest Management Science*, 66: 1263-1267.
- Chant, D.A. and McMurtry, J.A., 2007. Illustrated Keys and Diognoses for the Genera and Subgenera of the Phytoseiidae of the World (Acari: Mesostigmata). West Bloomfied, Indira Publishing House. 219 pp.
- Chen, D.M., Fang, P.L., Lin, H.F., Gan, J.B. and Chen, W.M., 2000. Detection on resistance of citrus red mite, *Panonychus citri* McGregor, to propargite. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 12: 300-301.
- Chen, Y., Ran, C., Xiong, L. and Wang J., 2006. Influence of citrusess germplasm on the carboxylesterase activity and acaricide susceptibility of *Panonychus citri* McGregor. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 19: 434-437.
- Chen, Y., Ran, C., Zhang, L. and Wang J., 2007. Resistance selection to phoxim and properties of mixed function oxidase in *Panonychus citri*. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 23: 258-261.
- Chen, Y., Ran, C., Zhang, L., DOU, W. and Wang J., 2009. Susceptibility and esterase activity in citrus red mite *Panonychus citri* (McGregor) (Acari:

- Tetranychidae) after selection with phoxim. International Journal of Acarology, 35: 33–40.
- Clark, A.G., 1989. The comparative enzymology of the glutathione S-transferases from non-vertebrate organisms. Comparative Biochemistry and Physiology, Part B: Comparative Biochemistry, 92: 419-446.
- Çağatay, N.S., Yorulmaz Salman, S., Yaman ve Ay, R. 2014. Isparta elma bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* Koch (Acarina: Tetranychidae) popülasyonlarının abamectin, chlorpyrifos ethyl ve bifenthrin'e karşı direnç düzeylerinin belirlenmesi. Türkiye Entomoloji Bülteni, 4: 203-209.
- Çobanoğlu, S. and Can, M., 2014. Citrus brown mite; *Eutetranychus orientalis* (Klein 1936) (Acari: Tetranychidae), in Turkey. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27: 9-12.
- Çobanoğlu, S., 1989. Türkiye'nin bazı turunçgil bölgelerinde tespit edilen faydalı akar (Acarina, Phytoseiidae) türleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 13: 163-178.
- Çobanoğlu, S., 1997. New phytoseiid mites (Acarina: Mesostigmata) for Turkish fauna. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 21: 361-370.
- Dağlı, F. and Tunç, İ., 2001. Dicofol resistance in *Tetranychus cinnabarinus* resistance and stability of resistance in populations from Antalya, Turkey. Pest Management Science, 57: 609-614.
- Dekeyser, M.A., 2005. Acaricide mode of action. Pest Management Science, 61: 103-110.
- Döker, İ. and Kazak, C., 2012. Detecting acaricide resistance in Turkish populations of *Panonychus citri* McGregor (Acari: Tetranychidae). Systematic and Applied Acarology, 17: 368-377.
- Döker, İ., Stathakis, Th.I., Kazak, C., Karut, K. and Papadoulis, G.Th., 2014. Four new records and two new species of Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from Turkey, with a key to the Turkish species. Zootaxa, 3827: 331-342.

- Döker, İ., Kazak, C. and Karut, K., 2016. Contributions to the Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) fauna of Turkey: morphological variations, twelve new records, re-description of some species and a revised key to the Turkish species. *Systematic and Applied Acarology*, 21: 505-527.
- Döker, I., Pappas, M.L., Samaras, K., Triantafyllou, A., Kazak, C. and Broufas, G.D., 2015. Compatibility of reduced- risk insecticides with the non- target predatory mite *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae), *Pest Management Science*, 71: 1267- 1273.
- Döker, İ., Öz, H., Kaya, H.Y. ve Kazak, C., 2016. Turunçgil üretiminde kullanılan altı farklı pestisit in avcı akar *Iphiseius degenerans* (Berlese) (Acari: Phytoseiidae)’a etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 7: 43-54.
- Düzgüneş, Z., 1952. Türkiye’de turunçgil akarları. *Bitki Koruma Bülteni*, 1: 6-11.
- Düzgüneş, Z. 1963. Türkiye’de yeni bulunan akarlar. *Bitki Koruma Bülteni*, 3: 237-246.
- Etoh, T., Tashiro, N., Noutomi, A., Inoshita, M., Koga, T., Ide, Y., 1998. Susceptibilities to several acaricides of the citrus red mite, *Panonychus citri* McGregor collected from citrus orchards in Saga prefecture [Japan]. *Bulletin of the Saga Prefectural Fruit Tree Experiment Station*, 14: 55-64.
- Ewing, H.E. 1937. A new eriophyid mite from lemon trees (Acarina: Eriophyidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 39: 193-194.
- FAO, 2014. Food and Agricultural Organization (FAO), Web sayfası: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> (Erişim tarihi: 12 Şubat 2017).
- Fernández, M.M., Medina, P., Wanumen, A., Estal, P.D. Smagghe, G. and Vinuela, E. 2017. Compatibility of sulfoxaflor and other modern pesticides with adults of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. Residual contact and persistence studies. *BioControl* (Baskıda), DOI 10.1007/s10526-017-9784-1.

- Fujimato, H. and Hiramatsu, T., 1995. Distribution and susceptibilities to acaricides of the two closely related mites, *Panonychus mori* Yokoyama and *Panonychus citri* (McGregor), on peach in Okayama Prefecture, Japan. Journal of the Acarological Society of Japan, 4: 103-111.
- Gilmore, J.E. and Munger, F., 1967. Stability of resistance to demeton and ovex in the citrus red mite. Journal of Economic Entomology, 60: 52-55.
- Gotoh, T., Kitashima, Y. and Adachi, I., 2004. Geographic variation of susceptibility to acaricides in two spider mite species, *Panonychus osmanthi* and *P. citri* (Acari: Tetranychidae) in Japan. International Journal of Acarology, 30: 55-61.
- Hamed, N., Fathipour, Y. and Saber, M., 2011. Sublethal effects of abamectin on the biological performance of the predatory mite, *Phytoseius plumifer* (Canestrini and Fanzago) (Acari: Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology, 53: 29-40.
- Hardman, J.M., Franklin, J.L., Moreau, D.L. and Bostanian, N.J., 2003. An index for selective toxicity of miticides to phytophagous mites and their predators based on orchard trials. Pest Management Science, 59: 1321-1332.
- Hemingway, J., 2000. The molecular basis of two contrasting metabolic mechanisms of insecticide resistance. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 30: 1009-1015.
- Hirai, K., Miyata, T. and Saito, T., 1973. Penetration of 32p-dimethoate into organophosphate resistant and susceptible citrus red mite, *Panonychus citri* McGregor (Acarina : Tetranychidae). Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, 8: 183-190.
- Huang, H. J. and Huang, Y. Y., 1994. Monitoring resistance of the citrus red mite (*Panonychus citri*) to torque in Guangdong. Plant Protection, 20: 17-18.
- Hu, J., Wang, C., Wan, 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: 1025-1030.

- Hollingworth, R.M. and Dong, K., 2008. The biochemical and molecular genetic basis of resistance to pesticides in arthropods. (Global Pesticide Resistance in Arthropods, Ed: Whalaon, M.E., Mota-Sanchez, D. and Hollingworth, R.M.). 40-90, Cromwell, UK.
- IRAC, 2017. Insecticide Resistance Action Committee (IRAC), Web sayfası: <http://www.irac-online.org/about/resistance/mechanisms/> (Erişim tarihi: 12 Şubat 2017).
- Irigaray, F.J. and Zalom, F.G., 2006. Side effects of five new acaricides on the predator *Galendromus occidentalis* (Acari, Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology, 38: 299-305.
- Irigaray, F.J. and Zalom, F.G., 2007. Selectivity of acaricide exposure on *Galendromus occidentalis* reproductive potential. Biocontrol Science and Technology, 17: 541-546.
- Jeppson, L.R., Jessor, M.J. and Complin, J.O., 1958. Resistance of the citrus red mite to organic phosphates in California. Journal of Economic Entomology, 51: 232-233.
- Jeppson, L. R., Keifer, H. H. and Baker, E. W., 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press, California, 615 p.
- Kaplan, P., Yorulmaz, S. and Ay, R., 2012. Toxicity of insecticides and acaricides to the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae), International Journal of Acarology, 38: 699-705.
- Karaca, İ., 1994. Life table of citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) in laboratory conditions. Türkiye Entomoloji Dergisi, 18: 65-70.
- Kasamatsu, K. and Fujita, Y., 1986. Miticidal properties of fenprothrin against carmine mites and citrus red mites. Journal of Pesticide Science, 11: 421-426.
- Kasap, 2001. Turunçgil kırmızıörümceği *Panonychus citri* (McGregor) ile avcı akar *Typhlodromus athiasae* Porath and Swirski (Acarina: Tetranychidae);

- Phytoseiidae) arasındaki ilişkiler ve gün derece modellerinin oluşturulması. Ç. Ü. Fenbilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 93 s.
- Kasap, İ. and Şekeroğlu, E., 2004. Life history of *Euseius scutalis* feeding on citrus red mite *Panonychus citri* at various temperatures. *BioControl*, 49: 645-654.
- Kazak, C. 2008. Development, predation and reproduction of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) from Hatay feeding on *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acari: Tetranychidae) larvae and protonymphs at different temperatures. *Turkish Journal of Zoology*, 32: 407-413.
- Kazak, C. ve Şekeroğlu, E., 1996. Bazı tarımsal savaş ilaçlarının daldırma yöntemi ile avcı akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-henriot (Acarina: Phytoseiidae)'e etkilerinin belirlenmesi. Türkiye 3. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 639-647, 24-28 Eylül 1996, Ankara.
- Kazak, C., Döker, İ., Karut, K., 2016. Abundance of the phytoseiid (Acari: Mesostigmata) mites in citrus ecosystems in Adana Province, Turkey. Book of Abstracts of 8th Symposium of the EUROpean Association of ACarologists, Valencia, Spain, sayfa 83.
- Kim, S.S. and Seo, S.G., 2001. Relative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Applied Entomology and Zoology*, 36: 509-514.
- Kim, S.S. and Yoo, S.S. 2002. Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *BioControl*, 47: 563-573.
- 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: 954-958.

- Klein, H.Z., 1936. Contributions to the knowledge of the red spiders in Palestine. I. The Oriental red spider, *Anychus orientalis* Zacher. II. The common red spider, *Epitetranychus althea* v. Hainstein. Bulletin Israel Agricultural Research Station Rehovot, 21: 3-36, 37-63.
- Kumral, N.A. and Kovancı, B., 2007. Susceptibility of female populations of *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) to some acaricides in apple orchards. Journal of Pest Science, 80: 131-137.
- Lefebvre, M., Bostanian, N.J., Thistlewood, H.M.A., Mauffette, Y. and Racette G.A., 2011. Laboratory assessment of the toxic attributes of six 'reduced-risk insecticides' on *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). Chemosphere, 84: 25-30.
- Lefebvre, M., Bostanian, N.J., Mauffette, Y., Racette, G., Thistlewood, H.A., Hardman, J.M. 2012. Laboratory-based toxicological assessments of new insecticides on mortality and fecundity of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae). Journal of Economic Entomology, 105: 866-871.
- Leeuwen, T. and Dermauw, W., 2016. The molecular evolution of xenobiotic metabolism and resistance in chelicerate mites. Annual Review of Entomology, 61: 475-498.
- Leeuwen, T. and L. Tirry, 2007. Esterase-mediated bifenthrin resistance in a multiresistant strain of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Pest Management Science, 63: 150-156.
- 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.

- Li, X., Schuler, M.A., Berenbaum, M.R., 2007. Molecular mechanisms of metabolic resistance to synthetic and natural xenobiotics. *Annual Review of Entomology*, 52: 231-253.
- Liu, Y.H., Jiang, H.B., Yuan, M.L., Fan Y.H., Yang L.H., Chen J. and Wang, J.J., 2010. Resistance monitoring and synergism on four acaricides against *Panonychus citri*. *Journal of Fruit Science*, 27: 570-574.
- Mable, B.K. and Pree, D.J. 1992. Stability of dicofol resistance in populations of European Red Mite (Acari: Tetranychidae) on apples in Southern Ontario. *Journal of Economic Entomology*, 85: 642-650.
- Marcic, D., 2012. Acaricides in modern management of plant-feeding mites. *Journal of Pest Science*, 85: 395-408.
- Madanlar, N., 1991. İzmir ilinde turuncgillerde bulunan Acarina türleri ve populasyon yoğunluklarının saptanması üzerinde araştırmalar, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir, 258 s.
- McGregor, E.A., 1916. The citrus mite named and described for the first time. *Annals of the Entomological Society of America*, 9: 284-290.
- Melander, A.L., 1914. Can insects become resistant to sprays?. *Journal of Economic Entomology*, 7: 167-173.
- Meng, H.S., Wang, K.Y., Jiang, X.Y. and Yi, M.Q., 2000a. Selection and biochemical mechanism of the resistance to pyridaben in *Panonychus citri*. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 2: 30-34.
- Meng, H.S., Wang, K.Y., Jiang, X.Y. and Yi, M.Q., 2000b. Selection of resistance to fenpropathrin in *Panonychus citri* and its cross resistance. *Plant Protection*, 26: 7-9.
- Meng, H.S., Wang, K.Y., Jiang, X.Y. and Yi, M.Q., 2002. Studies on resistance selection by abamectin and fenpropathrin and activity change of detoxicant enzymes in *Panonychus citri*. *Acta Entomologica Sinica*, 45: 58-62.

- Montella, I.R., Schama, R. and Valle, D., 2012. The classification of esterases: an important gene family involved in insecticide resistance - A Review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 107: 437-449.
- Munger, F., Gilmore, J.E. and Cressman, A.W., 1960. Citrus red mites resistance to demeton and ovex and their response to tedion and kelthane. *Journal of Economic Entomology*, 53: 384-388.
- Nauen, R., 2005. Spirodiclofen: mode of action and resistance risk assessment in tetranychid pest mites. *Journal of Pesticide Science*, 30: 272-274.
- Nauen, R. and Smagghe, G. 2006. Mode of action etoxazole. *Pest Management Science*, 62: 379-382.
- Niu, J.Z., Liu, G.Y., Dou, W. and Wang, J.J., 2011. Susceptibility and activity of glutathione S-transferases in nine field populations of *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) to pyridaben and azocyclotin. *Florida Entomologist*, 94: 321-329.
- Ogawa, H., Miyaki, T., Tamaru, M., and Fujimori, K., 1981. The effect of a new acaricide, phenothiocarb (s-(4-phenoxybutyl)n, n-dimethyl thiocarbamate). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 16: 335-344.
- Osakabe, M. and Inoue, K., 1988. Selection with fenbutatin oxide of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) and susceptibility of selected populations to cyhexatin. *Bulletin of the Fruit Tree Research Station, e (Akitsu), Japan*, 7: 71-80.
- 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: 781-787.
- 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: 243-259.

- Pottelberge, S.V., Leeuwen, T.V., Khajeali, J., Tirry, L., 2009a. Genetic and biochemical analysis of a laboratory-selected spiroticlofen-resistant strain of *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae). *Pest Management Science*, 65: 358-366.
- Pottelberge, S.V., Leeuwen, T.V., Nauen, R. and Tirry, L., 2009b. Resistance mechanisms to mitochondrial electron transport inhibitors in a field-collected strain of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Bulletin of Entomological Research*, 99: 23-31.
- Ran, C., Chen, Y. and Wang, J., 2009. Susceptibility and carboxylesterase activity of five field populations of *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) to four acaricides. *International Journal of Acarology*, 35: 115-121.
- Ran, C., Chen, Z., Chen, Y. and Wang, J., 2007. Susceptibility to amitraz and biochemical characterizations of two enzymes from *Panonychus citri* field populations. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 23: 284-288.
- Ran, C., Chen, Y., Yuan, M., Wang, J., Liu, H. and Yao, T., 2008. Susceptibility of *Panonychus citri* field populations to different acaricides. *Acta Phytophylacica Sinica*, 35: 537-540.
- Rauch, N. and Nauen, R., 2002. Spiroticlofen resistance risk assessment in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): a biochemical approach. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 74: 91-101.
- Samaras, K., Pappas, M.L., Fytas, E. and Broufas, GD., 2015. Pollen suitability for the development and reproduction of *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae), *BioControl*, 60: 773- 782.
- Sato, Y., Moriyama, S., Uchiyama, T. and Seki, M., 1992. Effect of a mixture of acephate and fenpropathrin on the citrus red mite, *Panonychus citri* (McMregor). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 36: 17-23.

- Sato, M.E., Silva, M.Z. da, Raga, A. and Souza, F.M.F. de., 2005. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology*, 34: 991-998.
- Shinkaji, N. and Hatono, R., 1983. Studies on the test method of the effectiveness of fenbutatin oxide to the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae). *Technical Bulletin of Faculty of Horticulture, Chiba University*, 31: 93-99.
- Suh, E., Koh, S.H., Lee, J.H., Shin, K.I., Cho, K., 2006. Evaluation of resistance pattern to fenpyroximate and pyridaben in *Tetranychus urticae* collected from greenhouses and apple orchards using lethal concentration-slope relationship. *Experimental and Applied Acarology*, 38: 151-165.
- Song, L.W., Shen, Y.F., YUE, X.L., GUO, J.M. and Shen, H.M. 2014. Change of detoxification enzyme activities in the pyridaben-resistant and susceptible strains of *Tetranychus truncatus* (Acarina: Tetranychidae). *Acta Entomologica Sinica*, 57: 323-329.
- Stocco R. S. M., Sato M. E., and Santos T. L., 2016. Stability and fitness costs associated with etoxazole resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 69: 413–425.
- Stumpf, N. and Nauen, R., 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 72: 111-121.
- Şekeroğlu, E. 1984. Güney Anadolu Bölgesi Phytoseiidae akarları (Acarina, Mesostigmata), biyolojileri ve çilek bitkisinde avcı akar olarak etkinliklerinin araştırılması. *Doğa Bilim Dergisi*, 8: 320-336.
- Tatsumi, I., Saito, T., Miyata, T., Kato, N. and Soeda, Y., 1983. Resistance to benzomate in citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) II. cuticle permeability and metabolism of 3H-Benzomate. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 27: 176-182.

- Turan İ., Yorulmaz, S., and Ay, R., 2016. Antalya ili kumluca ilçesi kavun seralarından toplanan *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari:Tetranychidae) popülasyonlarının abamectin ve spiroticlofen'e karşı direnç düzeyleri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7: 254-261.
- Uygun, N., 2001. Türkiye turunçgil bahçelerinde entegre mücadele. Tübitak/Tarp, Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları, Adana, 157 s.
- Ünal, G., ve Gürkan, M.O., 2001. İnsektisitler kimyasal yapıları, toksikolojileri ve ekotoksikolojileri. Ankara 159 s.
- Vontas, J.G., Enayati, A.A., Small, G.J., Hemingway, J., 2000. A simple biochemical assay for glutathione S-transferase activity and its possible field application for screening glutathione S-transferase-based insecticide resistance. Pesticide Biochemistry and Physiology, 68: 184-192.
- Yamamoto A., Yoneda H., Hatano R. and Asada M., 1995a. Laboratory selections of populations in the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor), with hexythiazox and their cross resistance spectrum. Journal of Pesticide Science, 20:493-501.
- Yamamoto A., Yoneda H., Hatano R. and Asada M., 1995b. Genetic analysis of hexythiazox resistance in the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor). Journal of Pesticide Science, 20: 513-519.
- Yamamoto A., Yoneda H., Hatano R. and Asada M., 1996. Stability of hexythiazox resistance in the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) under laboratory and field conditions. Journal of Pesticide Science, 21: 37-42.
- Yaman, Y., Yorulmaz Salman, S., Ay, R. 2016. Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* Koch'nin bazı akarisitlere karşı duyarlılık ve detoksifikasyon enzim düzeyleri. Tarım Bilimleri Dergisi, 22: 249-260.
- Yorulmaz, S. and Ay, R., 2009. Multiple resistance, detoxifying enzyme activity, and inheritance of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch

- (Acarina: Tetranychidae). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33: 393-402.
- Yorulmaz, S. ve Ay, R., 2010. Akar ve böceklerde pestisitlerin detoksifikasyonunda rol oynayan enzimler. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 24: 137-148.
- Yorulmaz-Salman, S. and Ay, R., 2013. Analysis of hexythiazox resistance mechanisms in laboratory selected predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). Turkish Journal of Entomology, 37: 409-422.
- Yorulmaz-Salman, S. and Ay, R., 2014. Determination of the inheritance, cross-resistance and detoxifying enzyme levels of a laboratory-selected, spiromesifen-resistant population of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). Pest Management Science, 70: 819-826.
- Yorulmaz-Salman, S., Aydın, F. and Ay, R. 2015. Etoxazole resistance in predatory mite *Phytoseiulus persimilis* A.H. (Acari: Phytoseiidae): Cross-resistance, inheritance and biochemical resistance mechanisms. Pesticide Biochemistry and Physiology, 122: 96-102.
- Yorulmaz-Salman, S., Bayrak, F., Kılıçoğlu, R., Sancar, İ. and Ay, R., 2013. Farklı bitkiler üzerinde yetiştirilen *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)'nin esteraz ve glutathion s-transferaz enzim düzeylerinin belirlenmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4: 1-6.
- Yu, S.J., 2008. The toxicology and biochemistry of insecticides. CRC Press Taylor-Francis Group, 250 pp.
- Yu, D.Y., Wang, C.F., Yu, Y., Huang, Y.Q., Yao, J.A. and Hu, J.F. 2011. Laboratory selection for spirodiclofen resistance and cross-resistance in *Panonychus citri*. African Journal of Biotechnology, 10: 3424-3429.
- Yu, S., Tian, H., Yang, J., Ding, L., Chen, F., Li, X., Yue, J., Liu, H. and Ran, C. 2015. Cloning of acetyl CoA carboxylase cDNA and the effects of

- spirodiclofen on the expression of acetyl CoA carboxylase mRNA in *Panonychus citri*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 156: 52-58.
- Wachendorff, U., Nauen, R., Schnorbach, H. J., Rauch, N. and Elbert, A., 2002. The biological profile of spirodiclofen (Envidor®)-a new selective tetroneic acid acaricide. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 55: 149-176.
- WHO, 2017. World Health Organization (WHO), Web sayfası: http://www.who.int/malaria/media/insecticide_resistance_management_qa/en/ (Erişim tarihi: 24 Eylül 2017).
- Zhang, K., Ding, T.B., Yang, J.M., Dou, W., Wang, J.J. 2013. Pesticide susceptibility and carboxylesterase activity in two field populations of *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). Chinese Journal of Applied Entomology, 50: 362-367.
- Zhao, H.M., Yi, X., Deng, Y.Y., Hu, M.Y., Zhong, G.H. and Wang, P.D. 2013. Resistance to fenprothrin, chlorpyrifos and abamectin in different populations of *Amblyseius longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) from vegetable crops in South China. Biological Control, 67: 61-65.



ÖZGEÇMİŞ

Denizli ili Buldan ilçesinde 1983 yılında doğdu. İlk ve orta öğrenimini Buldan'da, lise öğrenimini Söke Ziraat Teknik Lisesi (Aydın)'nde tamamladı. Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksekokulu, Tarım Makinaları Bölümü'nden 2003, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nden 2007 yılında mezun oldu. Aynı yıl Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji Anabilim Dalı, Akaroloji Laboratuvarı'nda başladığı yüksek lisans eğitimini 2011 yılı Ağustos ayında tamamlayarak doktora öğrenimine başladı. Halen aynı laboratuvarında doktora çalışmalarına devam etmekte olan Araştırma Görevlisi İsmail DÖKER, evli ve iki çocuk babasıdır.