

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kemal YALÇIN

**SİLİFKE (İÇEL)'DE ÇİLEKTE ZARARLI *Tetranychus urticae* KOCH
(ACARI: TETRANYCHIDAE)'NİN BAZI AKARİSİTLERE KARŞI
DİRENÇ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ADANA-2017

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİLİFKE (İÇEL)'DE ÇİLEKTE ZARARLI *Tetranychus urticae* KOCH
(ACARI: TETRANYCHIDAE)'NİN BAZI AKARİSİTLERE KARŞI
DİRENÇ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Kemal YALÇIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 23/01/2017 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Cengiz KAZAK
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Kamil KARUT
ÜYE

.....
Prof. Dr. M. Murat ASLAN
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: FYL-2016-6150

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SİLİFKE (İÇEL)'DE ÇİLEKTE ZARARLI *Tetranychus urticae* KOCH
(ACARI: TETRANYCHIDAE)'NİN BAZI AKARİSİTLERE KARŞI
DİRENÇ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Kemal YALÇIN

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

Danışman : Prof. Dr. Cengiz KAZAK
Yıl: 2017, Sayfa 61
Jüri : Prof. Dr. Cengiz KAZAK
: Prof. Dr. Kamil KARUT
: Prof. Dr. M. Murat ASLAN

Bu çalışmada Türkiye'nin en önemli çilek üretim bölgesi olan Silifke (İçel) ilçesinde 5 farklı çilek tarlasından toplanan *Tetranychus urticae* popülasyonlarının spiromesifen, etoxazole, abamectin ve tebufenpyrad etkili maddeli akarisitlere karşı direnç düzeyleri bioassay ve biyokimyasal yöntemlerle belirlenmiştir.

Hassas ve tarla popülasyonlarının LC₅₀ değerlerine bağlı olarak spiromesifen, etoxazole, abamectin ve tebufenpyrad için popülasyonlarda belirlenen direnç düzeyleri sırasıyla 4.615-9.739, 6.805-15.396, 2.396-7.862 ve 5.511-12.470 kat arasında değişmiştir.

Farklı *T. urticae* popülasyonlarının esteraz ve glutathion S-transferaz (GST) enzim değerleri kinetik olarak okunmuştur. Tarla popülasyonlarının esteraz ve GST değerleri sırasıyla 7.728-10.698 ve 5.929-7.565 mOD/min/mg protein arasında bulunmuştur. Hassas popülasyon için ise bu enzim değerleri sırasıyla 3.839 ve 5.496 mOD/min/mg protein olarak saptanmıştır.

Çalışma sonuçlarına bağlı olarak Silifke'de 5 farklı çilek tarlasından toplanan *T. urticae* popülasyonları için 4 farklı akarisit detoksifikasyonunda esteraz ve GST enzimlerinin önemli rol oynayabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tetranychus urticae*, kırmızıörümcek, çilek, akarisit direnci, abamectin, etoxazole, spiromesifen, tebufenpyrad

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF RESISTANCE LEVELS OF STRAWBERRY PEST, *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE) AGAINST SOME ACARICIDES IN SILIFKE (İCEL)

Kemal YALÇIN

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

Supervisor : Prof. Dr. Cengiz KAZAK
Year: 2017, Page: 61
Jury : Prof. Dr. Cengiz KAZAK
: Prof. Dr. Kamil KARUT
: Prof. Dr. M. Murat ASLAN

In this study, the resistance levels of *Tetranychus urticae* populations collected from five different strawberry fields in Silifke (İçel), the most important strawberry production area of Turkey, against spiromesifen, etoxazole, abamectin and tebufenpyrad were determined by bioassay and biochemical methods.

According to LC₅₀ values of susceptible and field populations, the resistance ratios changed between 4.615-9.739, 6.805-15.396, 2.396-7.862 and 5.511-12.470 fold for spiromesifen, etoxazole, abamectin and tebufenpyrad, respectively.

Esterases and glutathione S-transferases (GST) levels of different *T. urticae* populations were determined by using the kinetic enzyme assay. The esterases and the GSTs levels of field populations were found between 7.728-10.698 and 5.929-7.565 mOD/min/mg protein, respectively. While, the level of these two enzymes were found to be 3.839 and 5.496 mOD/min/mg for protein susceptible population, respectively.

As conclusion, the esterase and GST enzymes may play an important role in detoxification of these four acaricides for different *T. urticae* populations collected from five strawberry fields in Silifke, Turkey.

Key Words: *Tetranychus urticae*, red spider mite, strawberry, acaricide resistance, abamectine, etoxazole, spiromesifen, tebufenpyrad

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Ülkemiz’de çilek üretimini sınırlayan faktörlerin başında zararlı ve hastalık etmenleri gelmekte olup çilekte 21 familyaya ait 59 böcek ve akar türünün zarar oluşturduğu saptanmıştır. Ancak bunlardan yalnızca 7 türün ekonomik olarak öneme sahip olduğu bildirilmiştir. Çilek tarımının yoğun olarak yapıldığı Silifke (İçel) ilçesinde hem üreticilerle hem de Silifke İlçe Tarım Müdürlüğü ile yapılan görüşmelere bağlı olarak *Tetranychus urticae*’nin bölgede çilek üretim alanlarında ana zararlı konumunda olduğu belirlenmiştir. Söz konusu zararlı çilek yapraklarında bitki özsuynunu emerek zararlı olmakta ve üründe % 40-60 arasında kayıplara neden olmaktadır. Zararlının mücadelesinde uygulanmasının kolay olması ve hızlı sonuç alınması nedeniyle daha çok kimyasal mücadele tercih edilmektedir. Ancak aynı etki mekanizmasına sahip ilaçların tekrarlı bir şekilde uygulanması *T. urticae*’nin sahip olduğu biyolojik özellikler (üreme potansiyelinin yüksek olması, yaşam döngüsünün kısa olması vb.) nedeniyle zararlının kısa süre içinde birçok kimyasala karşı direnç geliştirmesine neden olmaktadır. Bu bağlamda *T. urticae* ile kimyasal savaşta en önemli sorunlardan birisi akarisit direnci olarak karşımıza çıkmaktadır.

Direnci belirlemenin en önemli amaçlarından biri üreticileri bilgilendirerek dirençten en az etkilenen pestisitlerin seçiminde yardımcı olmaktır. Dünya da çilekte zararlı kırmızıörümceklerin kimyasallara karşı direnci konusunda çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ancak ülkemizde çilek üretim alanlarında ana zararlı konumunda bulunan *T. urticae* ile yapılmış herhangi bir direnç çalışması bulunmamaktadır. Bu çalışmada Silifke’de çilek üretim alanlarından toplanan 5 farklı *T. urticae* populasyonunun spiromesifen, etoxazole, abamectin ve tebufenpyrad etkili maddeli 4 akarSITE karşı direnç düzeylerinin ve dirençle ilişkili olduğu düşünülen detoksifikasyon enzimlerinden esteraz ve glutathion S-transferaz enzim aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bioassay alışmalarında *T. urticae* popülasyonlarının direnç düzeyleri püskürtme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Larva denemelerinde zararlının ergin öncesi dönemlerine etkili olmasından dolayı etoxazole ve spiromesifen, ergin dişi denemelerinde ise zararlının tüm hareketli dönemlerine etkili olan abamectin ve tebufenpyrad etkili maddeli akarisitler kullanılmıştır.

Silifke’de ilek üretim alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında hassas popülasyona oranla azalan direnç sıralamasına göre spiromesifene karşi Skn1, ayır, Arkum, Kurtuluş ve Skn2 popülasyonları için sırasıyla 9.739, 7.929, 5.691, 5.510 ve 4.615 kat; etoxazole karşi Arkum, Skn2, ayır, Skn1 ve Kurtuluş için sırasıyla 15.396, 12.774, 7.338, 7.332 ve 6.805 kat, abamectine karşi Arkum, ayır, Skn2, Skn1 ve Kurtuluş popülasyonları için sırasıyla 7.862, 7.121, 5.890, 3.943 ve 2.396 kat ve tebufenpyrada karşi Skn2, Arkum, Skn1, ayır ve Kurtuluş popülasyonları için sırasıyla 12.470, 12.067, 8.868, 6.732 ve 5.511 kat direnç saptanmıştır.

Biyokimyasal analizlerde esteraz ve GST enzim aktiviteleri kinetik olarak belirlenmiştir. Esteraz enzim aktiviteleri Skn2, Arkum, ayır, Skn1 ve Kurtuluş popülasyonları için sırasıyla 10.698, 9.347, 9.284, 8.788 ve 7.728 mOD/min/mg protein olarak gerçekleşirken, hassas popülasyonun esteraz enzim aktivitesi 3.839 mOD/min/mg protein olarak gerçekleşmiştir. GST enzim aktiviteleri ise Arkum, Skn1, Skn2, ayır ve Kurtuluş popülasyonları için sırasıyla 7.565, 7.534, 7.316, 6.775 ve 5.929 mOD/min/mg protein olarak belirlenirken, hassas popülasyonun GST enzim aktivitesi 5.496 mOD/min/mg protein olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen bütün değerler birarada incelendiğinde Silifke’de ilek üretim alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında, spiromesifen, etoxazole, abamectin ve tebufenpyrad etkili maddeli akarisitlere karşi düşükten orta düzeye kadar değişen oranlarda direnç saptanmış olup zararlının bu ilaçlara karşi geliştirdiği direnç mekanizmasında esteraz ve glutathion S-transferaz enzimlerinin rol oynadığı belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu çalışmayı tez konusu olarak veren ve çalışmam sırasında her zaman ilgi ve desteğini gördüğüm hocam Sayın Prof. Dr. Cengiz KAZAK'a, her konuda yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Kamil KARUT'a, saygıyla teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca her konuda ilgi ve desteğini gördüğüm Arş. Gör. İsmail DÖKER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezimi sabırla okuyan ve değerlendiren Sayın Prof. Dr. M. Murat ASLAN'a; çalışmalarımın her aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen ve her konuda bana destek olan Arş. Gör. Mahmut Mete KARACA, Ziraat Mühendisi Fatma Berin Elbinni, Ziraat Mühendisi İlksen Topçu'ya; Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde bana çalışma olanağı sağlayan Sayın Prof. Dr. Recep AY'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bütün hayatım boyunca her zaman yanımda olduğunu hissettiren, maddi ve manevi olarak desteğini gördüğüm canım anneme ve kız kardeşime, ayrıca sevgili dostum Bugay AĞAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

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	15
3.1 Materyal.....	15
3.1.1. Konukçu Bitki Üretimi	15
3.1.2. İlaç Denemelerinde Kullanılan <i>Tetranychus urticae</i> (kırmızı form) Popülasyonlarının Elde Edilmesi.....	16
3.1.2.1. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin Arkum Popülasyonunun Toplandığı 1 Nolu Tarla (36°19'29.4"N, 34°03'16.0"E)	17
3.1.2.2. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin Çayır Popülasyonunun Toplandığı 2 Nolu Tarla (36°21'03.2"N, 34°01'13.6"E).....	18
3.1.2.3. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin Kurtuluş Popülasyonunun Toplandığı 3 Nolu Tarla (36°21'29.8"N, 33°57'52.9"E)	20
3.1.2.4. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin Sökün1 Popülasyonunun Toplandığı 4 Nolu Tarla (36°20'01.9"N 34°00'03.3"E).....	21
3.1.2.5. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin Sökün2 Popülasyonunun Toplandığı 5 Nolu Tarla (36°20'05.9"N, 34°01'56.3"E).....	22
3.1.3 <i>Tetranychus urticae</i> Popülasyonlarının Üretimi.....	23
3.1.4. Denemelerde Kullanılan Akarisitler	24

3.2. Yöntem.....	25
3.2.1. Biyoassay Çalışmaları	25
3.2.1.1. Denemelerde Kullanılan İlaç Konsantrasyonlarının Hazırlanması	25
3.2.1.2. İlaç Konsantrasyonlarının <i>Tetranychus urticae</i> Larvalarına Uygulanması	26
3.2.1.3. İlaç Konsantrasyonlarının <i>Tetranychus urticae</i> Dişi Bireylerine Uygulanması	27
3.2.1.4. Sonuçların Değerlendirilmesi	28
3.2.2 Biyokimyasal çalışmalar.....	29
3.2.2.1. Farklı Çilek Tarlalarından Toplanan <i>T. urticae</i> Popülasyonlarının Esteraz Enzimi Aktivitesinin Kinetik Olarak İncelenmesi	29
3.2.2.2. Farklı Çilek Tarlalarından Toplanan <i>T. urticae</i> Popülasyonlarının Glutathion S-transferaz (GST) Enzimi Aktivitesinin Kinetik Olarak İncelenmesi	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	31
4.1. Biyoassay Sonuçları.....	31
4.1.1. <i>Tetranychus urticae</i> Larvalarının Farklı Akarisitlere Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri.....	31
4.1.1.1. <i>Tetranychus urticae</i> Larvalarının Spiromesifen Etkili Maddeli Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri	31
4.1.1.2. <i>Tetranychus urticae</i> Larvalarının Etoxazole Etkili Maddeli Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri	33
4.1.2. <i>Tetranychus urticae</i> Dişi Bireylerinin Farklı Akarisitlere Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri	35
4.1.2.1. <i>Tetranychus urticae</i> Dişi Bireylerinin Abamectin Etkili Maddeli Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri	35

4.1.2.2. <i>Tetranychus urticae</i> Dişı Bireylerinin Tebufenpyrad Etkili Maddeli Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri	37
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı 1 nolu tarlada kullanılan akarisitler	18
Çizelge 3.2. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı 2 nolu tarlada kullanılan akarisitler	19
Çizelge 3.3. <i>T. urticae</i> 'nin direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı 3 nolu tarlada kullanılan akarisitler	20
Çizelge 3.4. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı 4 nolu tarlada kullanılan akarisitler	21
Çizelge 3.5. <i>Tetranychus urticae</i> 'nin direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı 5 nolu tarlada kullanılan akarisitler	22
Çizelge 3.6. <i>T. urticae</i> 'nin direnç düzeylerini belirlemek için denemelerde kullanılan akarisitlere ait özellikler.....	25
Çizelge 4.1. <i>Tetranychus urticae</i> larvalarının spiromesifen etkili maddeli akarSITE karşı gösterdikleri LC ₅₀ , LC ₉₀ değerleri ile LC ₅₀₋₉₀ direnç oranları.....	32
Çizelge 4.2. <i>Tetranychus urticae</i> larvalarının etoxazole etkili maddeli akarSITE karşı gösterdikleri LC ₅₀ , LC ₉₀ değerleri ile LC ₅₀₋₉₀ direnç oranları..	34
Çizelge 4.3. <i>Tetranychus urticae</i> dişi bireylerinin abamectin etkili maddeli akarSITE karşı gösterdikleri LC ₅₀ , LC ₉₀ değerleri ile LC ₅₀₋₉₀ direnç oranları.....	36
Çizelge 4.4. <i>Tetranychus urticae</i> dişi bireylerinin tebufenpyrad etkili maddeli akarSITE karşı gösterdikleri LC ₅₀ , LC ₉₀ değerleri ile LC ₅₀₋₉₀ direnç oranları.....	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1.	<i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarının üretilmesi ve popülasyon devamlılığının sağlanmasında kullanılan fasulye bitkileri	16
Şekil 3.2.	<i>Tetranychus urticae</i> 'nin Silifke ilçesinde tarla popülasyonlarının toplandığı alanların görünümü	17
Şekil 3.3.	<i>Tetranychus urticae</i> 'nin Silifke ilçesinde Arkum popülasyonunun toplandığı 1 nolu tarlanın genel görünümü.....	18
Şekil 3.4.	<i>Tetranychus urticae</i> 'nin Silifke ilçesinde Çayır popülasyonunun toplandığı 2 nolu tarlanın genel görünümü.....	19
Şekil 3.5.	<i>Tetranychus urticae</i> 'nin Silifke ilçesinde Kurtuluş popülasyonunun toplandığı 3 nolu tarlanın genel görünümü	20
Şekil 3.6.	<i>Tetranychus urticae</i> 'nin Silifke ilçesinde Sökün 1 popülasyonunun toplandığı 4 nolu tarlanın genel görünümü	21
Şekil 3.7.	<i>Tetranychus urticae</i> 'nin Silifke ilçesinde Sökün 2 popülasyonunun toplandığı 5 nolu tarlanın genel görünümü	23
Şekil 3.8.	<i>Tetranychus urticae</i> üretimlerinin yapıldığı ve popülasyon devamlılığının sağlandığı kafesler.....	24
Şekil 3.9.	<i>Tetranychus urticae</i> larvalarının elde edildiği ve ilaç konsantrasyonlarının uygulandığı deneme ortamı.....	27
Şekil 3.10.	İlaç konsantrasyonlarının <i>Tetranychus urticae</i> dişi bireylerine uygulandığı deneme ortamları.....	28
Şekil 4.1.	Farklı <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarının larvalarının spiromesifene karşı göstermiş oldukları lethal doz-% ölüm eğrileri	33
Şekil 4.2.	Farklı <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarının larvalarının etoxazole karşı göstermiş oldukları lethal doz-% ölüm eğrileri	35
Şekil 4.3.	Farklı <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarının ergin dişilerinin abamectine karşı göstermiş oldukları lethal doz-% ölüm eğrileri	37

Şekil 4.4. Farklı <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarının ergin dişilerinin tebufenpyrada karşı göstermiş oldukları lethal doz-% ölüm eğrileri	40
---	----

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
AChE	: Asetilkolinesteraz
BSA	: Bovin Serum Albumin
CDNB	: 1-chloro-2,4-dinitrobenzene
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
GSH	: Glutathione
GSS	: Standart Hassas Popülasyon
g	: Gram
L	: Litre
LC ₅₀	: Lethal konsantrasyon-50
LC ₉₀	: Lethal konsantrasyon-90
M	: Mol
mg	: Miligram
mM	: Milimol
ml	: Mililitre
Mod	: Ortalama Optik Yoğunluk
Tris	: Tris(hydroxymethyl)aminomethane
WHO	: World Health Organization
µl	: Mikrolitre
°C	: Santigrat derece
n	: Tekerrür sayısı
µg	: Mikrogram
µl	: Mikrolitre

1. GİRİŞ

Anavatanı Güney Amerika (Şili) olan çilek (*Fragaria ananassa* Duch.), dünyada üzüksü meyveler üretimi içerisinde önemli bir yere sahiptir. Çilek hem sanayiye elverişli olması, hem taze olarak tüketilebilmesi, zengin aroması ve tadı nedeniyle de tüketiciler tarafından yoğun olarak tercih edilmektedir (Polat, 2005). Dünya çilek üretiminde ilk sırayı Çin almakta; bunu ABD, Meksika ve Türkiye izlemektedir (FAO, 2014). Ülkemiz çilek üretiminde ise Mersin ili ilk sırada yer alırken; bunu Antalya, Aydın ve Bursa illeri izlemektedir (TÜİK, 2014).

Türkiye’de çilek üretimini sınırlandıran faktörlerin başında zararlı ve hastalık etmenleri gelmektedir. Ülkemizde çilek üretim alanlarında sorun olan 21 familyaya bağlı 59 böcek ve akar türü saptanmış, ancak bunlardan yalnızca 7 türün ekonomik öneme sahip olduğu bildirilmiştir (Kaplan ve Yücel, 2014). Çilek tarımının yoğun olarak yapıldığı Mersin ili Silifke ilçesinde de hem üreticilerle hem de Silifke İlçe Tarım Müdürlüğü ile yapılan görüşmelere bağlı olarak kırmızıörümcek (*Tetranychus urticae* kırmızı form Koch), çiçek tripsi (*Frankliniella occidentalis* Pergande) ve pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis* Boisduval)’nın bölgede çilek üretim alanlarında ekonomik kayıplara neden olduğu bildirilmiştir.

Bildirilen zararlıların en önemlilerinden biri olan kırmızıörümcekler (*Tetranychus* spp.) tarla koşullarında yetiştirilen çileklerde ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yılda iki defa popülasyon artışı göstermekte, yaz aylarında ise çilek bitkisi fizyolojik özelliklerinden dolayı bu zararlının tercih ettiği bir konukçu olmamaktadır (Bulut ve ark., 2004). Kırmızıörümcekler, beslenmek için genellikle çilek yapraklarının alt yüzeyini tercih etmekte ve mezofil hücrelerine zarar vermektedirler (Anonim, 2008). Bu beslenme sonucunda bitkinin klorofil miktarında % 20-40 oranında azalmaya sebep olmakta ve bu zarar sonucu yapraklarda önce küçük sarı benekler, daha ileriki dönemlerde de yaygın şekilde bronzlaşmalar görülmektedir (Akgünlü, 2005). Zararlı yoğunluğunun yüksek olduğu durumlarda yapraklar normale göre daha küçük kalmakta, meyvede şekil

bozuklukları meydana gelmekte ve bitkide bodurlaşma görülmektedir. Özümlemenin azalmasıyla ürün veriminde % 40-60 oranında kayıp meydana gelmektedir (Anonim, 2008).

Zararlının mücadelesinde uygulanmasının kolay olması ve hızlı sonuç alınması nedeniyle daha çok kimyasal mücadele tercih edilmektedir (Ay ve ark., 2005). Kimyasal mücadele, kolaylığının yanında birçok olumsuzluğu da beraberinde getirmekte olup bunların başında çevreye ve ekosisteme verdiği zararlar gelmektedir. Yararlı böceklerin, kuşların, evcil hayvanların, balıkların ve insanların pestisitlerden etkilenmesi, akut veya kronik olarak zehirlenmesi gibi nedenlerden dolayı günümüzde pek çok pestisit kullanımı sınırlama getirilmiş veya kullanımdan tamamen kaldırılmıştır (Akgünlü, 2005). Tarım ilaçlarının önemli olumsuzluklarından bir diğeri ise zararlıların ilaçlara karşı geliştirdikleri dirençtir. Aynı etki mekanizmasına sahip ilaçların tekrarlı bir şekilde uygulanması *T. urticae*'nin sahip olduğu biyolojik özellikler (üreme potansiyelinin yüksek olması, yaşam döngüsünün kısa olması vb.) zararlının birçok kimyasala karşı kısa süre içinde direnç oluşturma riskini artırmaktadır (Stumpf ve Nauen, 2001; Sato ve ark., 2005; Vassiliou ve Kitsis, 2013; Yorulmaz ve Kaplan, 2014; Stocco ve ark., 2016). Bu bağlamda *T. urticae* ile savaşmada en önemli sorunlardan birisi akarisit direnci olarak karşımıza çıkmaktadır (Susurluk, 2008).

WHO (Dünya Sağlık Örgütü) pestisitlere karşı oluşan direnci, bir türün hassas popülasyonundaki (pestisite maruz kalmamış) bireylerin büyük çoğunluğunu öldüren dozu, aynı zararlının başka bir popülasyonunun tolere edilebilme yeteneği geliştirmesi olarak tanımlamaktadır (Akgünlü, 2005). IRAC (İnsektisit Dayanıklılık Çalışma Grubu)'a göre ise direnç, zararlı bir türe karşı kullanılmakta olan insektisit etkinliğinde her uygulama sonucu bir azalış görülmesi ve bu başarısızlığın popülasyona kalıtsal olarak yerleşmesi sonucu ortaya çıkan bir popülasyon karakteristiğidir (Yalçın, 2013).

Böcek ve akarlarda tarım ilaçlarına karşı direnç geliştirme olayı 4 mekanizma ile açıklanmaktadır. Bunlardan birincisi mutasyon nedeniyle hedef

bölgede hassasiyet azalması şeklinde meydana gelen genetik dirençtir. Genetik direnç, insektisit hedefte (enzim AChE; reseptör; sodyum kanalı vs.) bağlanma yapacağı protein yada proteinlerin yapı veya sıralanma düzeninin mutasyonla kalıcı şekilde değişmesi sonucu oluşan çekim azalması ya da kaybolması veya bilinen hedefin değişmesidir (Yalçın, 2013). İkinci olarak vücuda giren toksinin doğal yollarla detoksifiye edilmesi ya da toksik molekülün hızla vücuda uyumlu hale getirilmesi için iç enzim sistemlerinin kullanılması yoluyla oluşan metabolik direnç mekanizmasıdır. Üçüncüsü, böceklerin ilaçtan kaçma davranışı göstermesine bağlı olarak tanımlanan davranışsal direnç olup; sonuncu olarak dirençli böceklerin toksik maddeyi hassaslara oranla daha yavaş absorbe etme özelliği kazanmasıyla meydana gelen penetrasyon direncidir (Ünal ve Gürkan, 2001). Tanımlanan direnç mekanizmaları içerisinde en çok karşımıza çıkanı metabolik direnç olup, zararlılar çoğu zaman bu mekanizmaların birden fazlasını aynı anda da kullanabilmektedir (Gürkan, 2006).

Metabolik dirence neden olduğu bilinen üç enzim sistemi bulunmaktadır. Bunlar; esteraz, sitokrom P450 monooksijenaz ve glutathion S-transferaz (GST) enzimleridir. Dirençle ilgili yapılan önceki çalışmalar sonucunda bu enzimlerden en yaygın görülenleri P450 monooksijenaz ve esteraz enzimleri olduğu belirlenmiştir (Jamroz ve ark. 2000; Leeuwen ve ark., 2005; Susurluk, 2008; Yorulmaz ve Kaplan, 2014). Fakat yapılan bazı araştırmalarda *T. urticae*'de GST enziminin de rol oynadığı belirlenmiştir (Yang ve ark. 2001, Stumpf ve Nauen 2002, Konanz ve Nauen 2004; Pottelberge ve ark., 2009; Tirello ve ark., 2012).

Direnci belirlemenin en önemli amaçlarından biri üreticileri bilgilendirerek dirençten en az etkilenen pestisitlerin seçiminde yardımcı olmaktır. Dünya da çilekte zararlı kırmızıörümceklerin kimyasallara karşı direnci konusunda çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Sato ve ark. 2004; Cerna ve ark. 2009; Villegas-Elizalde ve ark. 2010). Ülkemizde ise sera ve açık alanlarda farklı kültür bitkilerinden toplanan *T. urticae* ve *Pananychus citri* popülasyonlarının belli akarisitlere karşı geliştirmiş olduğu direnç düzeylerinin belirlenmesi konusunda çalışmalar yapılmıştır

(Akgünlü, 2005; Ay ve ark., 2005; Ay, 2006; Yorulmaz ve Ay, 2009; Yorulmaz ve ark., 2010; Döker ve Kazak, 2012; Yorulmaz ve Kaplan, 2014; Turan ve ark., 2016). Ancak, Türkiye’de çilek üretiminin yoğun olarak yapıldığı yerlerden birisi olan Mersin ili Silifke ilçesinde, mücadelesinde yeterli başarı elde edilemediği bilinmesine rağmen çilekte ana zararlı durumunda olan *T. urticae* popülasyonlarının akarisitlere karşı direnç durumları hakkında bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Bu nedenle bu çalışmada Silifke’de çilek üretim alanlarından toplanan 5 farklı *T. urticae* popülasyonunun abamectin, tebufenpyrad, spiromesifen ve etoxazole etkili maddeli 4 akarSITE karşı direnç düzeylerinin ve dirençle ilişkili olduğu düşünülen detoksifikasyon enzimlerinden esteraZ ve glutathion S-transferaZ enzim aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gomori (1953), dayanıklılığın biyokimyasal çalışmalarla belirlenmesine yönelik ilk çalışmayı yapmıştır.

Georghiou (1980), 1975 yılına kadar 364 olan dirençli böcek ve akar türü sayısının 1978 yılında 414'e çıktığını bildirmiştir.

Croft ve ark (1984), Amerika'nın Oregon eyaletinde bulunan armut bahçelerinden topladıkları *T. urticae* popülasyonlarının formetanate ve cyhexatin'e karşı direnç düzeylerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda LC₅₀ değerlerine göre formetanate ve cyhexatin için sırasıyla 117 ve 17 kat direnç saptamışlardır.

Kasamatsu (1992), fenprophathrin ile selekte edilen bir *T. urticae* popülasyonunda sentetik piretroitlere karşı çapraz direncin varlığını saptamıştır.

Campos ve ark (1995), Kaliforniya'da süs bitkisi üzerinden topladıkları farklı *T. urticae* popülasyonlarının abamectine karşı duyarlılıklarını araştırdıkları çalışmada, popülasyonların LC₉₅ değerlerinin 1 ile 658 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Laboratuarda abamectin ile selekte ettikleri bir *T. urticae* popülasyonunda hassas popülasyona oranla 1592 kat direnç saptamışlardır.

Campos ve ark (1996), Kaliforniya, Florida, Hollanda ve Kanarya adalarından topladıkları *T. urticae* popülasyonlarının abamectin'e karşı duyarlılıklarını incelemişlerdir. Popülasyonların LC₉₅ değerlerine göre direnç oranlarının 0.5 ile 175 kat arasında değiştiğini saptamışlardır. Direnç gelişiminde farklı mekanizmalar olabileceğini vurgulamışlardır, ayrıca direncin yıllık abamectin uygulama sayısı ile orantılı olarak arttığını da eklemişlerdir.

Campos ve ark (1997), *T. urticae* popülasyonlarında abamectin direncini belirlemek için petri kabı yöntemi ile yaprak rezidü yöntemini karşılaştırmışlardır. Petri kabı yönteminin yaprak rezidü yöntemine göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Herron ve Rophail (1998), Batı Avustralya'da elmadan topladıkları *T. urticae* popülasyonuna dört sezonun üzerinde beş kez tebufenpyrad uygulamışlar ve 63.29 kat tebufenpyrad direnci saptamışlardır. Tebufenpyrad dirençli bu popülasyonun aynı zamanda, pyridaben'e 210, fenpyroximate'e 24.60 ve chlorfenapyr'e de 2.20 kat çapraz direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Dağlı ve Tunç (2001), Antalya'da farklı bitkiler üzerinden topladıkları *T. cinnabarinus* popülasyonlarında dicofol'a yüksek oranda direnç saptamışlardır. Aynı zamanda araştırmacılar, dicofol ile 16 kez seleksiyona uğrattıkları *T. cinnabarinus* popülasyonunun direncinin 19.7 ile 100.7 kat arasında arttığını bildirmişlerdir.

Stumpf ve Nauen (2001), *T. urticae*'nin mitokondriyal elektron taşıma engelleyici (METI) etki mekanizmasına sahip akarisitlere yüksek düzeyde çapraz direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir. İki farklı *T. urticae* popülasyonun larvalarında yaptıkları çalışmada zararlının pyridaben'e 480 ile 1100, fenpyroximate 45 ile 870, tebufenpyrad'a 33 ile 44 kat arasında direnç geliştirdiğini saptamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, bu popülasyonların seleksiyona maruz kalmadan üretildiğinde direnç düzeylerinin sabit kaldığını bildirmişlerdir.

Herron ve Rophail (2002), tebufenpyrad dirençli bir *T. urticae* popülasyonunu seleksiyona uğratmadan 55 ay boyunca üretmişler, direnç oranının LC₅₀ düzeyinde 63.29 kattan 2.41 kata, LC₉₉ düzeyinde ise popülasyonun hala heterojen olmasına karşın direnç oranının 38.03 kata kadar gerilediğini saptamışlardır.

Lin ve ark (2003), *T. cinnabarinus* popülasyonunu methrin, abamectin, pyridaben, pyridaben + abamectin (7.4:0.1) karışımı ve methrin + abamectin (8.9:0.1) karışımı ile selekte etmişlerdir. Popülasyondaki direncin 16 generasyon sonra methrin, abamectin, pyridaben, pyridaben+abamectin ve methrin+abamectin için sırasıyla 25.8, 3.7, 1.3, 4.0 ve 2.5 kat arttığını saptamışlardır.

Sato ve ark (2004), Sao Paulo (Brezilya)'da çilek üretim alanlarından topladıkları *T. urticae* popülasyonunu fenpyroximate ile laboratuvar koşullarında

seleksiyonuna uğratmışlar ve 5 seleksiyon sonra popülasyonun LC₅₀ ve LC₉₅ oranlarının sırasıyla 2910 ve 2280 ppm'e ulaştığını saptamışlardır. Sekiz farklı akarisit ile yaptıkları çapraz direnç çalışmaları sonucunda fenpyroximate, pyridaben ve dimethoate arasında pozitif bir çapraz direnç olduğunu; propargite, abamectin, milbemectin, fenpropathrin ve cyhexatine karşı ise herhangi bir direncin görülmediğini bildirmişlerdir. Seleksiyon baskısının ortadan kaldırılmasına rağmen zararlının direnç oranında önemli bir azalma olmadığını saptamışlardır.

Akgünlü (2005), Adana, Isparta, Diyarbakır, Mardin ve Urfa'dan farklı kültür bitkileri üzerinden toplanan 11 farklı *T. urticae* popülasyonunun bifenthrin, fenpropathrin ve lambda cyhalothrine karşı meydana getirdiği direnci standart hassas (GSS) popülasyonu referans alınarak incelemiştir. Bioassay çalışmaları sonucunda direnç oranlarının dağılımını LC₅₀ değerlerine göre sırasıyla bifenthrin, fenpropathrin ve lambda cyhalothrin için 1.396-7.957, 1.055-8.698 ve 2.293-48.952 kat aralıklarında bulmuştur. Biyokimyasal analizler ile *T. urticae*'nin esterase enzimi elektroforetik yöntemle ve kinetik mikropate assay yöntemleri ile incelenmiş ancak kesin bir ilişki saptanamamıştır.

Ay (2005), Antalya ve Isparta illeri sebze seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının petri-kabı bioassay metodu ile chlorpyrifos'a karşı hassasiyet düzeylerini belirlemiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda sebze seralarından toplanan bu popülasyonların standart hassas (GSS) popülasyonu ile oranlanarak bulunan direnç düzeyleri 8 ile 1774 kat arasında değişiklik göstermiştir. Sonuçta Isparta'dan toplanan beş popülasyonun ikisinde Antalya'dan toplanan popülasyonların ise hepsinde chlorpyrifos'a direnç saptamıştır.

Ay ve ark (2005), Isparta'da beş farklı sebze üretim serasından topladıkları *T. urticae* popülasyonlarının propargite, amitraz ve abamectine karşı tepkilerini yaprak daldırma yöntemi ile standart hassas (GSS) popülasyonu referans alarak araştırmışlardır. Çalışma sonucunda popülasyonların direnç oranlarını LC₅₀

değerlerine göre propargite için <1.00-2.5 kat, amitraz için 1.2-2.1 kat, abamectin için <1.0-2.9 kat arasında bulmuşlardır.

Ay ve Gürkan (2005a), Adana, Antalya, İzmir, Manisa ve Urfa illerinde pamuk alanlarından topladıkları 9 farklı *T. urticae* popülasyonunun bifenthrine karşı tepkilerini bioassay ve biyokimyasal çalışmalarla araştırmışlardır. Standart hassas (GSS) popülasyon ile karşılaştırarak buldukları direnç oranları LC_{50} değerlerine göre <1 ile 669 kat arasında değişiklik göstermiştir. Adana'dan topladıkları iki popülasyon ile Urfa'dan topladıkları bir popülasyonda bifenthrine direnç saptamışlardır. Yaptıkları biyokimyasal çalışmalarda poliakrilamit jel elektroforezi ve kinetik enzim aktivitesi ölçümlerine göre esterez enzim aktivitesi ile bifenthrin direnci arasında bir korrelasyon bulmuşlardır.

Ay ve Gürkan (2005b), Adana, Antalya, İzmir ve Urfa'dan pamuk üzerinden topladıkları 9 farklı *T. urticae* popülasyonunun dicofol ve bromopropylate karşı duyarlılığını biyoassay ve biyokimyasal yöntemlerle incelemişlerdir. LC_{50} 'ye göre direnç oranlarını dicofol ve bromopropylate için sırasıyla 1.112-2.497 ve <1.0-1.106 ve kat düzeylerinde bulmuşlardır. Adana'dan toplanan iki popülasyonda ve Urfa'dan toplanan bir popülasyonda elektroforetik yöntemle belirgin Est-4 bantı bulmuşlardır. Ancak direnç düzeyleri ile esteraz enzimi yoğunluğu arasında bir ilişki bulamamışlardır.

Leeuwen ve ark (2005), farklı bitkiler üzerinden topladıkları bir *T. urticae* popülasyonunu hassas laboratuvar popülasyonu ile karşılaştırmışlar ve zararlının bifenthrin, dicofol ve fenbutatin oksit'e yüksek oranda direnç gösterdiğini saptamışlardır. Bu popülasyonun aynı zamanda clofentezine 2631, dimethoate 250, chlorfenapyre 154, bromopropylate 25, amitraza 17, flucycloxurona 15 ve azocyclotine 7 kat çapraz direnç gösterdiği belirlenmiştir. Esteraz ve monooksijenaz enzimlerinin saptanan dirençten kısmen de olsa sorumlu olduğunu bildirmişlerdir. GST enziminin ise oluşan dirençte herhangi bir etkisinin olmadığını saptamışlardır.

Ay (2006), Antalya'nın farklı sebze üretim seralarından toplanan *T. urticae* populasyonlarının propargite, abamectin ve amitraz'a karşı duyarlılıkları ilaçlama kulesi-petri kabı yöntemi ile incelemiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda standart hassas (GSS) populasyon ile karşılaştırılarak bulunan direnç oranlarının dağılımı LC₅₀'ye göre propargite, abamectin ve amitraz için sırasıyla <1.0-2.55, 1.07-1.82 ve 1.15-34.09 kat düzeylerinde olmuştur.

Gürkan (2006), *T. urticae* ve *T. cinnabarinus*'un spiroadiclofen, spiromesifen ve abamectin'e karşı direnç oranlarını belirlemiştir. Abamectin uygulamasında elde edilen LD₅₀ değerleri diğer akarisitlere oranla daha yüksek bulunmuştur. Esteraz ve GST spesifik enzim aktiviteleri örnekleme zamanları ve ilaç konsantrasyonlarına bağlı olarak değişmiş ancak kesin olarak spiroadiclofen ve spiromesifen detoksifikasyonun da rol oynadıkları konusunda bir yorum yapılamamıştır.

Kim ve ark (2006), pyridaben dirençli *T. urticae*'nin tarla popülasyonunu pyridabenle 20 generasyon selekte etmişler ve direnç oranını 240 kat olarak saptamışlardır. Bu popülasyon aynı zamanda fenpyroximate 373, acrinathrine 329 ve benzoximate 84; abamectin, fenazaquin, fenbutatin oxide, fenpropathrin ve tebufenpyrada ise 10–40 kat arasında direnç göstermiştir. Buna karşın, azocyclotin, bromopropylate, chlorfenapyr, dicofol, milbemectin ve propargite'e ise göstermiş olduğu direnç oranları 10 kattan daha düşük bulunmuştur. Sinerjizm çalışmaları sonucunda; P450 enzim inhibitörü PBO (piperonyl butoxide)'nun pyridaben direncinde önemli rol oynadığı ve PBO kullanımının pyridaben direncini önemli ölçüde düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Yorulmaz ve Ay (2009), Antalya ili Gazipaşa ilçesi Beyobası'nda fasulye serasından topladıkları *T. urticae* populasyonunu (BEYO 2) 15 kez abamectin ile seleksiyona uğrattıklarında 35.05 kat direnç saptamışlardır. Bu popülasyon aynı zamanda chlorpyrifos, propargite, clofentezine ve fenpyroximate karşı çoklu direnç geliştirmiştir.

Cerna ve ark (2009), Mexico'nun Guanajuato eyaletindeki çilek üretim alanlarından topladıkları iki farklı *T. urticae* popülasyonunu, yaprak daldırma metodunu kullanarak direnç açısından hassas laboratuvar popülasyonu ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar akarisit rotasyonu yapılan alandan topladıkları popülasyon (L1) ile akarisit rotasyonu yapılmayan alandan topladıkları popülasyonu (L2) karşılaştırdıklarında, abamectin, bifenthrin, dichophol, fenbutaine oxide ve naled aktif maddelerine karşı L1 için sırasıyla 106.4, 3.7, 5.0, 1.4, ve 3.5 kat; L2 için ise yine aynı sırayla 57.4, 8.0, 11.2, 11.3 ve 9 kat direnç saptamışlardır.

Pottelberge ve ark (2009a), *T. urticae*'yi laboratuvarda spiroadiclofen ile selekte ederek larvalara karşı 274 kat direnç kazandırmışlardır. Elde ettikleri spiroadiclofene dirençli popülasyonun abamectin, acequinocyl, bifenazate, etoxazole, pyridaben ve tebufenpyrad etkili maddeli ilaçlara karşı çapraz direnç geliştirip geliştirmedini araştırmışlar ve sadece spiromesifene karşı 10 kattan daha fazla çapraz direnç geliştirdiğini saptamışlardır. Biyokimyasal çalışmalar sonucunda spiroadiclofen direncinde özellikle P450 monooksijenaz enziminin etkili olduğunu ancak esteraz ve GST enzimlerinin de rol oynadığını bulmuşlardır. Ek olarak direncin kalıcılığında birden fazla genin rol oynadığını saptamışlardır.

Pottelberge ve ark (2009b), fasulye üzerinden topladıkları *T. urticae* popülasyonunun METİ grubu akarisitlerden tebufenpyrad, fenpyroximate, pyridaben ve fenazaquine karşı direnç oranlarını sırasıyla 184, 1547, 5971 ve 35 kat olarak saptamışlardır. Sinerjistik çalışmalar sonucunda tebufenpyrad direncinde sadece monooksijenaz inhibitörü piperonyl butoxide (PBO); pyridaben direncinde ise hem PBO hem de esteraz inhibitörü S,S,S-tributylphosphorotrithioate (DEF) ile güçlü sinerjistik etki gösterdiğini saptamışlardır. Son olarak fenpyroximate ve pyridaben direncinin tek genle, tebufenpyrad direncinin ise birden fazla genle kontrol edildiğini bildirmişlerdir.

Villegas-Elizalde ve ark (2010), Meksika'nın çilek üretim alanlarından topladıkları *T. urticae* popülasyonlarında abamectin, endosülfan, fenpropatrin,

oxidemeton methyl ve propargite etkili maddelerine karşı direnç düzeylerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda LC₉₅ değerlerine göre abamectine 224.6, endosülfana 110.2, fenpropritrine 11.0, oxidemeton methyle 26.2 ve propargite karşı 0.4 kat direnç saptamışlardır. Ayrıca ilaçlama sıklığıyla zararlının kimyasallara karşı geliştirdiği direncin orantılı olduğunu eklemiştir.

Ay ve Yorulmaz (2010), Isparta’da fasulye serasından topladıkları 8.58 kat chlorpyrifos dirençli SAK popülasyonunu 12 kez chlorpyrifos ile selekte ettiklerinde direnç oranının 91.45 kata yükseldiğini saptamışlardır. Bu popülasyon aynı zamanda abamectin, propargite, clofentezine ve fenpyroximate etkili maddelerine karşı da çapraz direnç geliştirmiş olup chlorpyrifos direncinde esterase enziminin rol oynayabileceğini ancak GST ve P450 enzimlerinin herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Üç farklı sinerjist ile yaptıkları sinerjistik çalışmalarında sadece chlorpyrifos ile S-benzyl-O,O-diisopropyl phosphorothioate (IBP) arasında sinerjistik etki saptamışlardır.

Ay ve Kara (2011), domates serasından topladıkları *T. urticae* popülasyonunu laboratuvar koşullarında clofentezine ile 12 kez selekte ettiklerinde başlangıçta 1.28 kat olan direnç oranının 105.27 kata yükseldiğini saptamışlardır. Clofentezine dirençli popülasyonunun chlorpyrifos, abamectin, propargite, fenpyroximate ve amitraz ilaçlarına karşı da direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir. Biyokimyasal analizler sonucunda clofentezine direncinde esterase enziminin rol oynayabileceğini saptamışlardır. Ayrıca resiprokal çaprazlamalar ile clofentezine direncinin eksik baskın olduğunu ve cinsiyete bağlı olmadığını tespit etmişlerdir.

Tirello ve ark (2012), İtalya’nın gül alanlarından topladıkları 2 farklı *T. urticae* popülasyonunun (SAN ve PSE) hassas popülasyon referans olarak bazı kimyasallara karşı direnç düzeylerini araştırmışlardır. Ergin dişilerde SAN ve PSE popülasyonları içinsırasıyla abamectine 20.66 ve 1294.15, tebufenpyrada 48.44 ve 163.58, fenpyroximate 74.07 ve 25.87, bifenazate 24.01 ve 33.43 kat direnç bulmuşlardır. Biyokimyasal çalışmalar sonucunda ise SAN ve PSE popülasyonları için sırasıyla esterase enzimini hassas popülasyona göre 1.30 ve 1.69 kat, GST

enzimini 2.12 ve 1.50 kat, monooksijenaz enzimini 2.66 ve 1.65 kat daha fazla bulmuşlardır.

Vassiliou ve Kitsis (2013), Kıbrısta sera ve açık üretim alanlarından topladıkları beş *T. urticae* popülasyonunun abamectin, acrinathrin, fenazaquin, pirimiphos methyl ve bifenazate etken maddeli ilaçlara karşı direnç oranlarını hassas popülasyonla (GSS) karşılaştırarak belirlemişlerdir. Abamectine en yüksek direnci 3822 kat ile gül seralarından topladıkları popülasyondan elde etmişler, bunu sırasıyla 1356 ve 1320 kat ile fasulye ve domates alanlarından topladıkları popülasyonlar izlemiştir. Acrinathrine en yüksek direnç 903 kat ile fasulyede tespit edilmiş, bunu 743 kat ile gül, 473 kat ile domatesten toplanan popülasyonlar izlemiştir. Gül seralarından toplanan popülasyonlar Fenazaquine 310 kat ile, Pirimiphos methyle 77.4 kat ile, bifenazate 24.4 kat ile en yüksek dirençleri göstermiştir.

Mohammadzadeh ve ark (2014), İran'ın Mahalat şehrinde gül seralarından topladıkları *T. urticae* popülasyonunun abamectin ve propargite etkili maddeli ilaçlara karşı göstermiş olduğu direnç durumlarını Karaj şehrinin ilaç kullanılmayan bölgelerinden topladıkları hassas popülasyonu referans alarak karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda abamectine karşı 20285 kat, propargite karşı ise 130 kat direnç saptamışlardır. Araştırmacılar, biyokimyasal çalışmalar sonucunda abamectin direncinin oluşumunda en fazla esterase enziminin etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Yorulmaz ve Kaplan (2014), Isparta ili, Merkez ilçe Deregümü'nde domates seralarından topladıkları *T. urticae* popülasyonlarının abamectin, spiromesifen ve hexythiazox'a karşı direnç düzeylerini bioassay ve biyokimyasal yöntemlerle incelemişlerdir. Denemeye alınan tüm *T. urticae* popülasyonlarında abamectine karşı 8.36-25.26; spiromesifene karşı 8.16-22.82 ve hexythiazox'a karşı 8.85-11.76 kat arasında direnç saptamışlardır. Çalışma sonucunda ayrıca *T. urticae* popülasyonlarında saptanan dirençte esterase ve P450 enzimlerinin etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Ferreira ve ark (2015), Brezilya’da farklı kültür bitkilerinden topladıkları 4 farklı *T. urticae* popülasyonunun abamectine karşı direncini ve aynı zamanda bu popülasyonlarda 9 farklı akariste (diafenthiuron, milbemectin, fenpyroximate, chlorfenapyr, spiroticlofen, fenbutatin oxide, propargite, hexythiazox ve spiromesifen) karşı çapraz direnç oluşup oluşmadığını araştırmışlardır. Abamectine karşı en yüksek direnci gösteren iki popülasyon aynı zamanda diğer ilaçlara da en yüksek çapraz direnci gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bi ve ark (2016), Kaliforniya’da çilek üretim alanlarından topladıkları *T. urticae* kırmızı form ve *T. urticae* yeşil form popülasyonlarının 4 farklı akariste karşı tepkilerini belirlemişlerdir. *T. urticae* kırmızı form popülasyonunda yumurtalara karşı LC₅₀ değerlerini spiromesifen, etoxazole, hexythiazox ve bifenazate için sırasıyla 0.32, 0.11, 0.12 ve 39.20 µg ai/mL olarak belirlerken; nimflere karşı 0.46, 0.55, 4.24 ve 241.0 µg ai/mL olarak bildirmişlerdir. *T. urticae* yeşil form popülasyonunda ise yumurtalara karşı LC₅₀ değerlerini 3.1, 2.9, 87.04 ve 59.0 µg ai/mL olarak bulurken; nimflere karşı 1.6, 3.2, 16535.6 ve 11.1 µg ai/mL olarak saptamışlardır. Çalışma sonucunda *T. urticae* kırmızı form popülasyonunun bifenazate’e *T. urticae* yeşil form popülasyonunun ise hexythiazox’a karşı direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Stocco ve ark (2016), Sao Paulo (Brezilya)’da ticari gül yetiştiriciliği yapılan alanlardan topladıkları *T. urticae* popülasyonunu laboratuarda 5 ay boyunca etoxazole ile selekte etmişlerdir. Beş ay sonunda bu popülasyonu hassas popülasyona kıyasla etoxazole karşı 8739 kat daha dirençli bulmuşlardır. Direncin kalıcılığı popülasyonun 13 ay boyunca laboratuarda üretilerek araştırıldığında, 13 ay sonunda direncin azaldığını saptamışlardır.

Turan ve ark (2016), Antalya ili Kumluca ilçesi kavun seralarından topladıkları 20 farklı *T. urticae* popülasyonunun abamectin ve spiroticlofen etkili maddelerine karşı duyarlılık düzeylerini ilaçlama kulesi kullanarak yaprak disk metodu ile belirlemişlerdir. Denemeye alınan tüm *T. urticae* popülasyonlarında abamectine’e karşı 8.44-26.56 ve spiroticlofen’e karşı 4.91-19.02 kat arasında

direnç belirlemişlerdir. Biyokimyasal analizler sonucunda kavun seralarından topladıkları *T. urticae* popülasyonlarında denemelerde kullanılan iki akar site karşı gelişen dirençte esteraz enziminin etkili olabileceği görüşüne varmışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Çalışmanın ana materyalini Mersin'in Silifke ilçesinden toplanan kırmızıörümcek (*Tetranychus urticae* kırmızı form) popülasyonları ile karşılaştırma amaçlı kullanılan hassas popülasyon ve spiromesifen, etoxazole, abamectin ve tebufenpyrad etken maddeli akarisit tarım ilaçları oluşturmıştır.

Biyoassay çalışmalarında 5 cm çaplı plastik petriler, el pülverizatörü, stereomikroskop, ince (0-5 numara) uçlu fırça, ilaç konsantrasyonlarını hazırlamak için saf su, Triton X-100, farklı hacimlere sahip mikropipetler, 50 ve 100 ml'lik beherglas, pens, maske ve eldiven gibi laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır.

Biyokimyasal çalışmalarda ise, mikrolaka (microplate) okuyucu, değişik ölçülerde mikropipetler, akar ezmede kullanılan plastik çubuklar, farklı devirlerde çalışan soğutmalı santrifüj, pH metre, manyetik karıştırıcı, mikrolake'ler, hassas terazi, değişik cam ve plastik malzemeler gibi materyaller kullanılmıştır.

3.1.1. Konukçu Bitki Üretimi

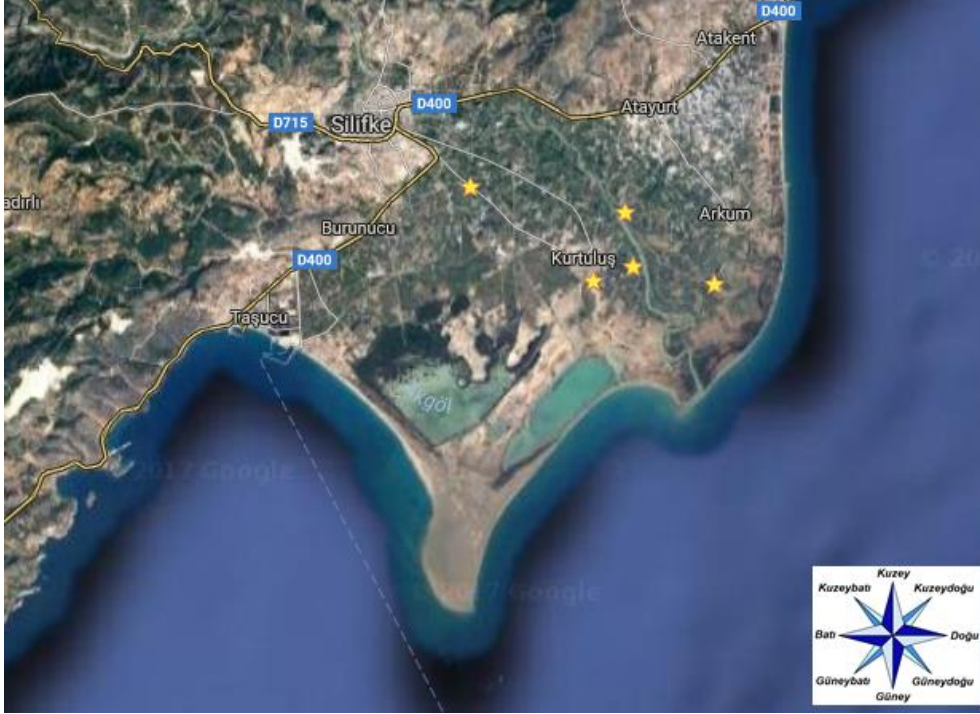
Silifke (İçel) ilçesinde çilek tarlalarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının üretilmesi ve akar kültürlerinin devamlılığının sağlanması için fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkileri kullanılmıştır. Bu amaçla denemeler süresince düzenli olarak 15 cm çapında saksılara fasulye ekimi yapılmış ve *T. urticae* üretimi için gerekli bitki ihtiyacı karşılanmıştır. Üretimler 25 ± 2 °C sıcaklık, % 60 ± 10 orantılı nem ve 16:8 saat A:K aydınlatma düzeneğine sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının üretilmesi ve popülasyon devamlılığının sağlanmasında kullanılan fasulye bitkilerinden görünüm

3.1.2. İlaç Denemelerinde Kullanılan *Tetranychus urticae* (kırmızı form) Popülasyonlarının Elde Edilmesi

Tetranychus urticae'nin arazi popülasyonları, Silifke ilçesinden 2016 yılı Mart-Nisan-Mayıs aylarında, üreticiler ile görüşülerek kimyasal mücadelede sorun yaşanıldığı belirlenen (direnç geliştirdiği düşünülen) 5 farklı çilek tarlasından (Arkum, Çayır, Kurtuluş, Sökün1 ve Sökün2) toplanmıştır (Şekil 3.2). Denemelerde karşılaştırma amacıyla hassas popülasyon olarak kullanılan *T. urticae*'nin bir diğer popülasyonu ise Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Araştırma Uygulama arazisinden elde edilen ve laboratuvarında uzun süredir üretimi yapılan popülasyondan sağlanmıştır.



Şekil 3.2. *Tetranychus urticae*'nin Silifke ilçesinde tarla popülasyonlarının toplandığı alanların görünümü

3.1.2.1. *Tetranychus urticae*'nin Arkum Popülasyonunun Toplandığı 1 Nolu Tarla (36°19'29.4"N, 34°03'16.0"E)

İlaç denemelerinde kullanılan *T. urticae*'nin Arkum popülasyonunun elde edildiği 1 nolu tarlanın 450 dekarlık bölümü İlkbaharda erken ürün elde edilmesini sağlayan Fortuna, 50 dekarlık bölümü ise Sabrina çilek çeşidinden oluşmuş olup toplam 500 dekar alana sahiptir (Şekil 3.3). Bu tez kapsamında kullanılan *T. urticae* popülasyonu Fortuna çeşidi üzerinden toplanmıştır. Üretici Sonbaharda 1 kez İlkbaharda ise 6-7 kez kırmızıörümcek mücadelesi yaptığı bilgisini vermiştir. Bildirilen alanda *T. urticae* mücadelesinde kullanılan ilaçlar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. *Tetranychus urticae*'nin direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı 1 nolu tarlada kullanılan akarisitler

Etken madde	Ticari isim	Etkilediği Dönem
Abamectin	Torpedo	Larva-Nimf-Ergin
Bifenazate	Floramite	Larva-Nimf-Ergin
Etoxazole	Zoom	Yumurta-Larva-Nimf
Hexythiazox	Nemasorun	Larva-Nimf
Spiromesifen	Oberon	Yumurta-Larva-Nimf
Tebufenpyrad	Croshe	Larva-Nimf-Ergin



Şekil 3.3. *Tetranychus urticae*'nin Silifke ilçesinde Arkum popülasyonunun toplandığı 1 nolu tarlanın genel görünümü

3.1.2.2. *Tetranychus urticae*'nin Çayır Popülasyonunun Toplandığı 2 Nolu Tarla (36°21'03.2"N, 34°01'13.6"E)

Tetranychus urticae popülasyonunun toplandığı 2 nolu tarlada Camorasa ve Fortuna çilek çeşitlerinin dikimi yapılmış olup toplam 35 dekar alana sahiptir (Şekil 3.4). Üretici ilkbahar döneminde 3-4 kez kırmızıörümceklere karşı ilaçlama

yaptığı bilgisini vermiştir. Örneklerin alındığı bu tarlada 2016 yılı Mart-Nisan-Mayıs aylarında sadece *T. urticae* mücadelesinde kullanılan akarisitler liste halinde verilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. *Tetranychus urticae*'nin direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı 2 nolu tarlada kullanılan akarisitler

Etken madde	Ticari isim	Etkilediği Dönem
Abamectin	Torpedo	Larva-Nimf-Ergin
Bifenazate	Floramite	Larva-Nimf-Ergin
Etoxazole	Zoom	Yumurta-Larva-Nimf
Tebufenpyrad	Croshe	Larva-Nimf-Ergin



Şekil 3.4. *Tetranychus urticae*'nin Silifke ilçesinde Çayır popülasyonunun toplandığı 2 nolu tarlanın genel görünümü

3.1.2.3. *Tetranychus urticae*'nin Kurtuluş Popülasyonunun Toplandığı 3 Nolu Tarla (36°21'29.8"N, 33°57'52.9"E)

Tetranychus urticae'nin Kurtuluş popülasyonunun toplandığı 3 nolu tarla Camarosa çilek çeşidinden oluşmakta olup 25 dekar alana sahiptir (Şekil 3.5). Örneklerin toplandığı bu tarlada 2016 yılı Mart-Nisan-Mayıs ayları arasında *T. urticae*'ye karşı 3-4 kez ilaçlama yapılmış ve kullanılan akarisitlerin listesi Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. *T. urticae*'nin direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı 3 nolu tarlada kullanılan akarisitler

Etken madde	Ticari isim	Etkilediği Dönem
Abamectin	Torpedo	Larva-Nimf-Ergin
Etoxazole	Zoom	Yumurta-Larva-Nimf
Hexythiazox	Yoksorrun	Larva-Nimf
Tebufenpyrad	Croshe	Larva-Nimf-Ergin



Şekil 3.5. *Tetranychus urticae*'nin Silifke ilçesinde Kurtuluş popülasyonunun toplandığı 3 nolu tarlanın genel görünümü

3.1.2.4. *Tetranychus urticae*'nin Sökün1 Popülasyonunun Toplandığı 4 Nolu Tarla (36°20'01.9"N 34°00'03.3"E)

Tetranychus urticae'nin Sökün1 popülasyonunun toplandığı 4 nolu tarla Camarosa çilek çeşidinden oluşmakta olup toplam 15 dekar alana sahiptir (Şekil 3.6). Üretici İlkbahar döneminde 4-5 kez kırmızıörümceklere karşı ilaçlama yaptığını bildirmiştir. *T. urticae* popülasyonunun toplandığı bu tarlada 2016 yılı Mart-Nisan-Mayıs aylarında *T. urticae* mücadelesinde kullanılan kimyasalların listesi Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. *Tetranychus urticae*'nin direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı 4 nolu tarlada kullanılan akarisitler

Etken madde	Ticari isim	Etkilediği Dönem
Abamectin	Torpedo	Larva-Nimf-Ergin
Etoxazole	Zoom	Yumurta-Larva-Nimf
Hexythiazox	Yoksorrun	Larva-Nimf
Spiromesifen	Oberon	Yumurta-Larva-Nimf



Şekil 3.6. *Tetranychus urticae*'nin Silifke ilçesinde Sökün1 popülasyonunun toplandığı 4 nolu tarlanın genel görünümü

3.1.2.5. *Tetranychus urticae*'nin Sökün2 Popülasyonunun Toplandığı 5 Nolu Tarla (36°20'05.9"N, 34°01'56.3"E)

Sökün2 popülasyonunun toplandığı tarla Camorasa ve Fortuna çeşitlerinden oluşmakta olup toplam 60 dekadır (Şekil 3.7). Üretici kırmızıörümcekle mücadelede iyi bir başarı elde edemediğini, ilaçlama yaptıktan birkaç gün sonra bile tarlasında yoğun kırmızıörümcek popülasyonu gördüğünü bildirmiş ve İlkbahar üretim sezonunda tarlanın *T. urticae* mücadelesi için 6-7 kez ilaçlandığını belirtmiştir. Tarlada 2016 yılı Mart-Nisan-Mayıs aylarında *T. urticae* mücadelesinde kullanılan kimyasallar Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. *Tetranychus urticae*'nin direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı 5 nolu tarlada kullanılan akarisitler

Etken madde	Ticari isim	Etkilediği Dönem
Abamectin	Torpedo	Larva-Nimf-Ergin
Bifenazate	Floramite	Larva-Nimf-Ergin
Etoxazole	Zoom	Yumurta-Larva-Nimf
Hexythiazox	Nissorun	Larva-Nimf
Tebufenpyrad	Croshe	Larva-Nimf-Ergin



Şekil 3.7. *Tetranychus urticae*'nin Silifke ilçesinde Sökün2 popülasyonunun toplandığı 5 nolu tarlanın genel görünümü

3.1.3 *Tetranychus urticae* Popülasyonlarının Üretimi

Farklı çilek tarlalarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının denemelerde kullanılacak yoğunluğa ulaşmalarını sağlamak için üretimleri yapılmıştır. Bu amaçla *T. urticae* ile bulaşık yapraklar toplanmış ve nemlenmeyi önlemek amacı ile kağıda sarılarak buz kutusu içerisinde Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'ne getirilip böcek üretim odalarında kafes içerisinde fasulye bitkileri üzerinde kültüre alınmıştır (Şekil 3.8). Popülasyonların birbirine bulaşmasını önlemek amacıyla kafesler ayrı ayrı üretim odalarına yerleştirilmiştir. Kültürlerin devamlılığını sağlamak için belirli aralıklarla kafeslere yeni temiz fasulye bitkileri konulmuştur. Bildirilen uygulamalar denemelerde karşılaştırma amaçlı kullanılan hassas popülasyon için de yapılmış olup hassas popülasyonun devamlılığı da arazi popülasyonlarıyla karışmayacak şekilde ayrı bir odada gerçekleştirilmiştir. Bütün üretimler olanaklar ölçüsünde sıcaklık ve nemi

ayarlı (25 ± 2 °C sıcaklık, % 60 ± 10 orantılı nem ve florasan lambalar ile 16:8 saat aydınlık: karanlık) oda koşullarında yapılmıştır.



Şekil 3.8. *Tetranychus urticae* üretimlerinin yapıldığı ve popülasyon devamlılığının sağlandığı kafesler

3.1.4. Denemelerde Kullanılan Akarisitler

Tetranychus urticae'nin direnç düzeylerini belirlemek için gerçekleştirilen laboratuvar denemelerinde spiromesifen, etoxazole, abamectin ve tebufenpyrad etkili maddeye sahip 4 farklı akarisit kullanılmıştır. Spiromesifen ve etoxazole zararlının ergin öncesi dönemlerine etki etmesinden dolayı larva denemelerinde, abamectin ve tebufenpyrad ise zararlının tüm hareketli dönemlerine etkili olmasından dolayı ergin dişi denemelerinde kullanılmıştır (Dekeyser, 2005). Denemelerde kullanılan akarisitlere ilişkin bilgiler Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. *Tetranychus urticae*'nin direnç düzeylerini belirlemek için denemelerde kullanılan akarisitlere ait özellikler

Etkili Madde	Ticari İsmi	Önerilen Dozu (100 lt suya)	Etki Şekli	Etkilediği Dönem
Spiromesifen	Oberon 240 g/L	50 ml	Lipid Sentezi	Yumurta Larva-Nimf
Etoxazole	Zoom 110g/L	35 ml	Kitin sentezi Engelleyici	Yumurta Larva-Nimf
Abamectin	Agrimec 18g/L	25 ml	Sinir Sistemine	Larva-Nimf-Ergin
Tebufenpyrad	Korfenyrad 200 g/L	60 g	Mitokondriye Etkili	Larva-Nimf Ergin

3.2. Yöntem

Denemeler, LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin belirlendiği biyoassay çalışmaları ile metabolik dirençle ilişkili esterase ve glutation S-transferaz enzim aktivitelerinin belirlendiği biyokimyasal çalışmalar olmak üzere iki ayrı bölümden oluşmuştur.

3.2.1. Biyoassay Çalışmaları

Tetranychus urticae populasyonlarının seçilen ilaçlara göstermiş olduğu LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin belirlenmesi için püskürtme yöntemi kullanılmıştır.

3.2.1.1. Denemelerde Kullanılan İlaç Konsantrasyonlarının Hazırlanması

Tetranychus urticae'nin farklı akarisitlere karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerini belirlemek için öncelikle ilaçların önerilen dozu göz önünde bulundurularak ön denemeler ile ayrı ayrı populasyonlarda en yüksek (% 95-99) ölüm veren dozlar belirlenmiştir. Belirlenen bu dozlar her seferinde yarı yarıya saf su ile seyreltilerek yeni dozlar elde edilmiş ve sonuçta populasyonlarda % 10 ve % 95-99 ölüm veren dozlar ile ara dozlar saptanmıştır. Genel olarak bir populasyon ve bir ilaç için 6-7 doz hazırlanmıştır. İlaçların başlangıç konsantrasyonları her zaman 500 ml saf su ile hazırlanmış, konsantrasyonlara yayıcı-yapıştırıcı olarak % 0.1 oranında Triton

X-100 eklenerek bütün konsantrasyonlar manyetik karıştırıcıda 3 dakika süre ile karıştırılmıştır. Kontrol olarak saf su+Triton X-100 kullanılmıştır (Ay ve Gürkan 2005).

3.2.1.2. İlaç Konsantrasyonlarının *Tetranychus urticae* Larvalarına Uygulanması

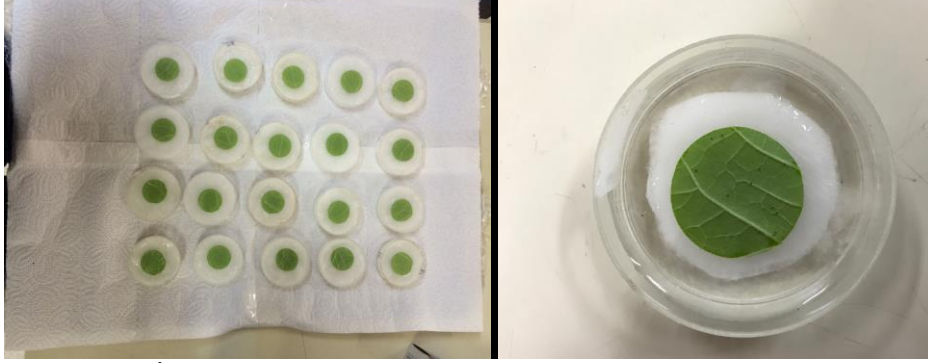
Larva denemelerinde, daha önce belirtildiği gibi zararlının ergin öncesi dönemlerine etki etmesinden dolayı spiomesifen ve etoxazole etkili maddeli akarsitler kullanılmıştır. Denemelerde Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü bitki üretim odalarında yetiştirilen fasulye bitkileri kullanılmıştır. Yaklaşık 3 cm çapında kesilen fasulye yaprak diskleri yaprak üst yüzeyi alta gelecek şekilde tabanında su emdirilmiş sünger bulunan küvetlere yerleştirilmiştir (Şekil 3.9). Her yaprak diski üzerine yumurta bırakmaları için 5 adet ergin dişi 000 samur fırça yardımıyla aktarılmıştır. Daha sonra, hazırlanan bu ortamlar, sıcaklığı 25 ± 1 °C, bağıl nemi % 65 ± 10 olan laboratuar ortamında 24 saat bekletilmiştir. Bildirilen süre sonrasında erginler ortamdan uzaklaştırılarak bırakılan yumurtalardan larva çıkışı beklenmiş, çıkış sonrası larva sayımları yapılarak hazırlanan farklı konsantrasyondaki ilaçlı sıvılar (kontrol olarak saf su+Triton X-100 dahil) kırmızı örümcek larvalarına el pülverizatörü yardımıyla 30 cm uzaklıktan homojen bir dağılım gösterecek şekilde (0.002 ml/cm^2 sıvı) püskürtme yöntemiyle uygulanmıştır. İlaç uygulaması yapıldıktan sonra yaprak diskleri pens yardımıyla içerisinde su emdirilmiş pamuk bulunan Petri kaplarına alınmıştır. Deneme ortamlarında *T. urticae* larvaları 7 gün boyunca her gün düzenli olarak izlenmiş, nimf dönemlerini geçirip ergin döneme geçenler canlı, diğerleri ölü olarak değerlendirilmiştir. Denemeler her konsantrasyon için en az 5 tekrarlı olacak şekilde yürütülmüş, her tekrarda 12 ile 18 arasında larva kullanılmış ve her doz için en az 2 kontrol uygulaması yapılmıştır. Bütün denemeler ortam sıcaklığı ayarlı laboratuar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Yukarıda bildirilen tüm ilaç uygulamaları hassas popülasyon için de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9. *Tetranychus urticae* larvalarının elde edildiği ve ilaç konsantrasyonlarının uygulandığı deneme ortamı

3.2.1.3. İlaç Konsantrasyonlarının *Tetranychus urticae* Dişi Bireylerine Uygulanması

Tetranychus urticae'nin ergin dişi bioassay denemelerinde abamectin ve tebufenpyrad etkili maddelerine sahip akarisitler kullanılmıştır. Fasulye yaprakları yaklaşık 3 cm çapında kesilerek içerisinde su emdirilmiş pamuk bulunan 6 cm çapındaki Petri kaplarına alt yüzeyi üste gelecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.10). Her Petriye stereobinoküler altında 000 samur fırça yardımıyla *T. urticae* ergin dişileri aktarıldıktan sonra, hazırlanan farklı ilaç konsantrasyonları (kontrol olarak saf su+Triton X-100 dahil) deneme ortamına el pülverizatörü yardımıyla 30 cm uzaklıktan homojen bir dağılım gösterecek şekilde (0.002 ml/cm^2 sıvı) püskürtme yöntemiyle uygulanmıştır. Gözlemler 24 saat sonunda stereobinoküler altında yapılmış, *T. urticae* ergin dişilerine ince uçlu fırça ile dokunulduğunda tepki verenler canlı diğerleri ölü olarak değerlendirilmiştir. Denemeler her bir doz için en az 5 tekrarlı olacak şekilde yapılmış ve her tekrarda 12 dişi birey kullanılmıştır. Bütün denemeler ortam sıcaklığı ayarlı laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Yukarıda bildirilen tüm ilaç uygulamaları hassas popülasyon ergin dişileri için de yapılmıştır.



Şekil 3.10. İlaç konsantrasyonlarının *Tetranychus urticae* dişi bireylerine uygulandığı deneme ortamları

3.2.1.4. Sonuçların Değerlendirilmesi

Tüm popülasyonlarda, elde edilen ergin öncesi ve ergin dişiler için ayrı ayrı saptanan ölüm oranlarından yararlanılarak POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, Berkeley, CA 1994) probit analiz yöntemiyle popülasyonların LC_{50} ve LC_{90} değerleri, eğimleri ve % 95 güven aralıkları hesaplanmıştır. Denemeye alınan bütün tarla popülasyonları için belirlenen LC_{50-90} değerlerinin, hassas popülasyon için belirlenen LC_{50} değerine oranlanması ile her ilaç için direnç oranı (DO) belirlenmiştir.

$$LC_{50-90} \text{ Direnç Oranı (DO)} = \frac{\text{Tarla Popülasyonunun } LC_{50-90} \text{ değeri}}{\text{Hassas Popülasyonunun } LC_{50-90} \text{ değeri}}$$

Ayrıca *T. urticae*'nin tarla popülasyonları ve hassas popülasyon için ayrı ayrı ilaçlara karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri çizilmiştir. Logaritmik doz-% ölüm eğrileri ile eğimin derecesine bakılarak popülasyonun homojen mi yoksa heterojen mi olduğu konusunda bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Eğer eğim katsayısı yüksek ($eğim > 2$) ise popülasyon homojen, eğim katsayısı düşük ($eğim < 2$) ise popülasyon heterojen bir yapı göstermekte olup (Yu,

2008), popülasyonu oluşturan bireylerin dayanıklılık bakımından homojen olduğu durumlarda logaritmik doz-% ölüm eğrisi oldukça dik olurken, popülasyonda heterojenliğin artması durumunda ise eğim yatıklaşmaktadır (Velioğlu ve Toros, 2002). Eğimin azalması popülasyonda dayanıklılığın oluşmaya başladığı veya oluştuğu anlamına gelmekte olup seleksiyon baskısına bağlı olarak eğim önce azalmakta, daha sonra popülasyondaki bireyler dayanıklılık bakımından baskın hale geldiğinde eğim tekrar artmaktadır.

3.2.2 Biyokimyasal çalışmalar

Biyokimyasal çalışmalarda *T. urticae*'nin kimyasallara karşı direnç geliştirmesinde önemli rolleri olan detoksifikasyon enzimlerinden toplam esterase ve glutathion S-transferase enzim aktiviteleri incelenmiştir.

3.2.2.1. Farklı Çilek Tarlalarından Toplanan *T. urticae* Popülasyonlarının Esterase Enzimi Aktivitesinin Kinetik Olarak İncelenmesi

Tetranychus urticae popülasyonlarının kinetik esterase aktivitelerinin belirlenmesinde α -naphtyl acetate kullanılarak 96 hücreli düztabanlı mikrop plakada Stumpf ve Nauen (2002)'in geliştirdikleri yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla her popülasyon için ayrı ayrı 20 adet ergin dişi % 0.1 Triton X-100 içeren 100 μ l sodyum fosfat buffer (0.1M, pH 7.5) içerisinde eppendorf tüplerinde ezilmiştir. Bu homojenat 10000 g ve +4 °C'da 5 dakika santrifüj edildikten sonra supernatant enzim kaynağı olarak kullanılmıştır. Enzim kaynağı olarak kullanılan supernatant 10 kez seyreltilmiştir. Mikroplakanın hücrelerine 25 mL supernatant+25 mL fosfat buffer (0.2 M, pH: 6) konulmuştur. Çalışma hürelere 200 μ l substrat solüsyonunun eklenmesiyle başlatılmıştır. Substrat solüsyonu 30 mg Fast blue RR tuzunun 50 ml 0.2 M sodyum fosfat buffer'da çözülmesi ve bu karışıma 500 μ l 100 Mm α – naphtyl acetate'ın ilavesiyle elde edilmiştir. Enzim aktivitesi 23 °C, 450 nm'de 10 dk süreyle okutulmuştur. Kontrol hücreleri ise homojenatsız olarak okutulmuştur (Yorulmaz ve Kaplan, 2014).

3.2.2.2. Farklı Çilek Tarlalarından Toplanan *T. urticae* Popülasyonlarının Glutathion S-transferaz (GST) Enzimi Aktivitesinin Kinetik Olarak İncelenmesi

Tetranychus urticae popülasyonlarının GST enzimi aktivitesinin kinetik olarak belirlenmesinde Stumpf ve Nauen, (2002)'in geliştirdikleri yöntem kullanılmıştır. 50 ergin dişi 300 µl Tris HCL buffer (0.05M, pH 7.5) içinde eppendorf tüplerde ezilmiştir. 100 µl supernatant 10000g ve +4 °C' da 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. 100 µl supernatant, 100 µl 1-chloro-2,4-dinitrobenzene (CDNB) ve 100 µl reduced glutathione (GSH)'dan oluşan toplam hacim mikropate hücrelerine konulmuştur. CDNB % 0.1 (v/v) ethanolde hazırlanmıştır ve final konsantrasyonda 0.4 mM CDNB bulunmaktadır. Reduced glutathione (GSH) Tris HCL buffer de hazırlanmıştır ve final konsantrasyonda 4 mM GSH bulunmaktadır. Kontrol hücrelerinde ise sadece CDNB ve GSH homojenatsız okunmuştur. Absorvanstaki değişim 340 nm de 25 °C de 5 dk'da okunarak belirlenmiştir (Yorulmaz ve Kaplan, 2014).

Enzim okumaları 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Bütün enzim aktiviteleri Softmax PRO software programında analiz edilmiş ve sonuçlar mOD/min/mg protein olarak verilmiştir. Örneklerin toplam protein miktarlarının belirlenmesinde Bradford (1976)'un total protein tayin yöntemi kullanılmış ve Bovine Serum Albumine (BSA) standart olarak alınmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen enzim değerleri tek yönlü varyans analizi yöntemi ile (One Way ANOVA) analiz edilmiş ve popülasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Winer ve ark. 1991).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında İçel ili Silifke ilçesi çilek üretim alanlarından toplanan 5 farklı *Tetranychus urticae* popülasyonunun (Arkum, Çayır, Kurtuluş, Sökün1 ve Sökün2) spiromesifen, etoxazole, abamectin ve tebufenpyrad etkili maddeli akarisitlere karşı geliştirdikleri direnç, ilaç uygulanmayan alanlardan toplanmış bir başka *T. urticae* (hassas popülasyon) popülasyonu ile karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir. Bu çalışmalara ek olarak, yapılan kinetik esteraz ve glutathion S-transferaz enzim aktivitelerinin değerlendirmesiyle söz konusu ilaçlara karşı, *T. urticae*'nin kazandığı olası direnç düzeyleri ile bu enzimler arasında bir ilişki olup olmadığı ortaya çıkarılmıştır.

4.1. Biyoassay Sonuçları

4.1.1. *Tetranychus urticae* Larvalarının Farklı Akarisitlere Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

4.1.1.1. *Tetranychus urticae* Larvalarının Spiromesifen Etkili Maddeli Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Tetranychus urticae larvalarının spiromesifen etkili maddeli akarosite karşı göstermiş olduğu direnç oranları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Spiromesifen uygulaması sonucunda LC₅₀ değerlerine göre en dirençli popülasyon Sökün1 olarak bulunmuş, bunu azalan direnç sıralamasına bağlı olarak Çayır, Arkum, Kurtuluş ve Sökün2 popülasyonları izlemiştir. Bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak hassas popülasyona göre direnç oranları 9.739, 7.929, 5.691, 5.510 ve 4.615 kat olarak belirlenmiştir. Sökün1 popülasyonunun LC₅₀ değeri 136.090 ml/l olarak bulunurken, diğer tarla popülasyonlarının LC₅₀ değerleri yine bildirilen direnç sıralamasına göre 110.799, 79.530, 76.994 ve 64.497 ml/l olarak gerçekleşmiştir. Sökün1, Çayır, Arkum, Kurtuluş ve Sökün2 popülasyonları için LC₉₀ değerleri ise

sırası ile 825.217, 1221.493, 429.470, 423.679 ve 342.348 ml/l olarak belirlenmiştir. Hassas popülasyon için LC_{50} ve LC_{90} değerleri 13.973 ve 81.556 ml/l olarak bulunmuştur. LC_{50} değerlerine göre Sökün1 popülasyonu Çayır popülasyonundan daha dirençli bulunurken, LC_{90} değerlerine göre Çayır popülasyonunun Sökün1 popülasyonundan daha dirençli olduğu saptanmıştır. LC_{90} değerlerine göre Sökün1, Çayır, Arkum, Kurtuluş ve Sökün2 popülasyonlarında hassas popülasyona oranla sırasıyla 10.118, 14.977, 5.265, 5.194 ve 4.197 kat direnç belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. *Tetranychus urticae* larvalarının spiromesifen etkili maddeli akarısit e karşı gösterdikleri LC_{50} , LC_{90} değerleri ile LC_{50-90} direnç oranları

Tarla	N*	Eğim±SE	LC_{50} ml/l % 95 Güven Aralığı	LC_{90} ml/l % 95 Güven Aralığı	DO (LC_{50})	DO** (LC_{90})
H***	396	1.673±0.145	13.973 (7.234-23.046)	81.556 (43.113-373.380)	-	-
Arkum	391	1.750±0.154	79.530 (66.060-95.275)	429.470 (321.610-632.552)	5.691	5.265
Çayır	402	1.229±0.140	110.799 (54.152-190.456)	1221.493 (539.655-9895.609)	7.929	14.977
Kurtuluş	394	1.730±0.158	76.994 (51.134-114.649)	423.679 (244.268-1207.021)	5.510	5.194
Sökün1	386	1.577±0.153	136.090 (77.660-221.415)	825.217 (436.151-3341.418)	9.739	10.118
Sökün 2	385	1.768±0.161	64.497 (36.360-105.378)	342.348 (185.098-1344.436)	4.615	4.197

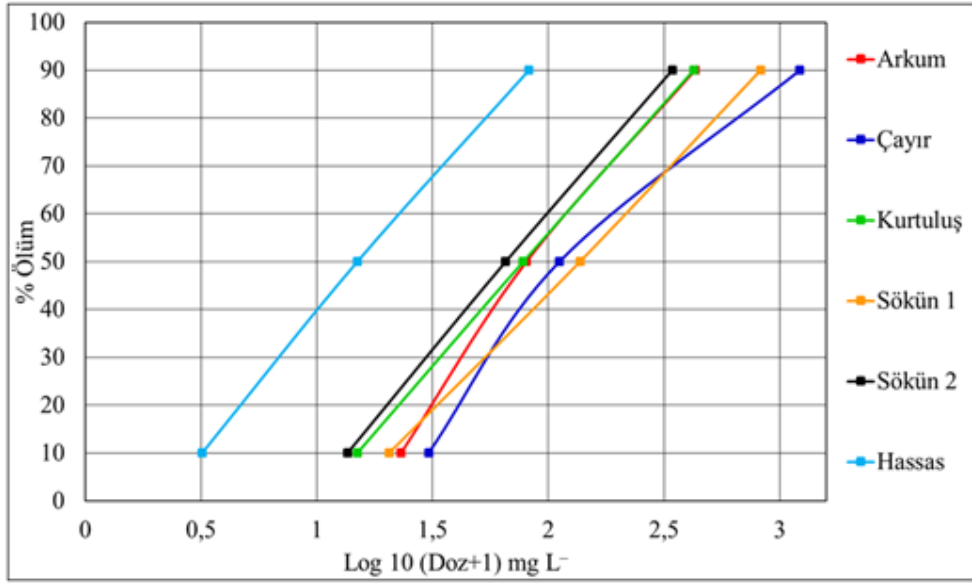
N*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

DO**: Tarla popülasyonun LC_{50-90} değeri/Hassas popülasyonun LC_{50-90} değeri

H***: Hassas popülasyon

Çilek üretim alanlarından toplanan 5 farklı *T. urticae* popülasyonlarının ve hassas popülasyonun spiromesifen etkili maddeli akarısit e karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.1'de verilmiştir. Hassas popülasyon

grafığın en solunda yer alırken, direnç belirlenen popülasyonlara ait eğriler ise grafığın sağ tarafında yer almıştır. Lethal doz-% ölüm eğrileri ve eğim değerlerine bağlı olarak Sökün1 ve Çayır popülasyonlarının diğer popülasyonlara göre daha heterojen bir yapı gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1).



Şekil 4.1. Farklı *Tetranychus urticae* popülasyonlarının larvalarının spiromesifene karşı göstermiş oldukları lethal doz-% ölüm eğrileri

4.1.1.2. *Tetranychus urticae* Larvalarının Etoxazole Etkili Maddeli Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Tetranychus urticae larvalarının etoxazole etkili maddeli akarisite karşı göstermiş olduğu direnç oranları Çizelge 4.2’de verilmiştir. LC₅₀ değerlerine göre etoxazole karşı en dirençli popülasyon Arkum olarak bulunmuş, bunu azalan direnç sıralamasına bağlı olarak Sökün2, Çayır, Sökün1 ve Kurtuluş popülasyonları izlemiştir. Bildirilen popülasyon sırasına bağlı olarak hassas popülasyona göre direnç oranları 15.396, 12.774, 7.338, 7.332 ve 6.805 kat olarak belirlenmiştir. Arkum popülasyonunun LC₅₀ değeri 911.714 ml/l olarak bulunurken, diğer tarla popülasyonlarının LC₅₀ değerleri yine bildirilen direnç sıralamasına göre 756.427,

434.551, 434.206 ve 402.961 ml/l olarak saptanmıştır. Arkum, Sökün2, Çayır, Sökün1 ve Kurtuluş popülasyonları için LC_{90} değerleri ise sırası ile 5009.039, 3010.586, 2067.953, 2363.544 ve 2097.432 ml/l olarak belirlenmiştir. Hassas popülasyon için belirlenen LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 59.214 ve 291.685 ml/l olarak gerçekleşmiştir. LC_{50} değerlerine göre Çayır popülasyonu Sökün1 popülasyonundan daha dirençli bulunurken, LC_{90} değerlerine göre Sökün1 popülasyonunun Çayır popülasyonundan daha dirençli olduğu saptanmıştır. LC_{90} değerlerine göre Arkum, Sökün2, Çayır, Sökün1 ve Kurtuluş popülasyonlarında hassas popülasyona oranla sırasıyla 17.172, 10.321, 7.089, 8.103 ve 7.190 kat direnç belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. *Tetranychus urticae* larvalarının etoxazole etkili maddeli akarısitede karşı gösterdikleri LC_{50} , LC_{90} değerleri ile LC_{50-90} direnç oranları

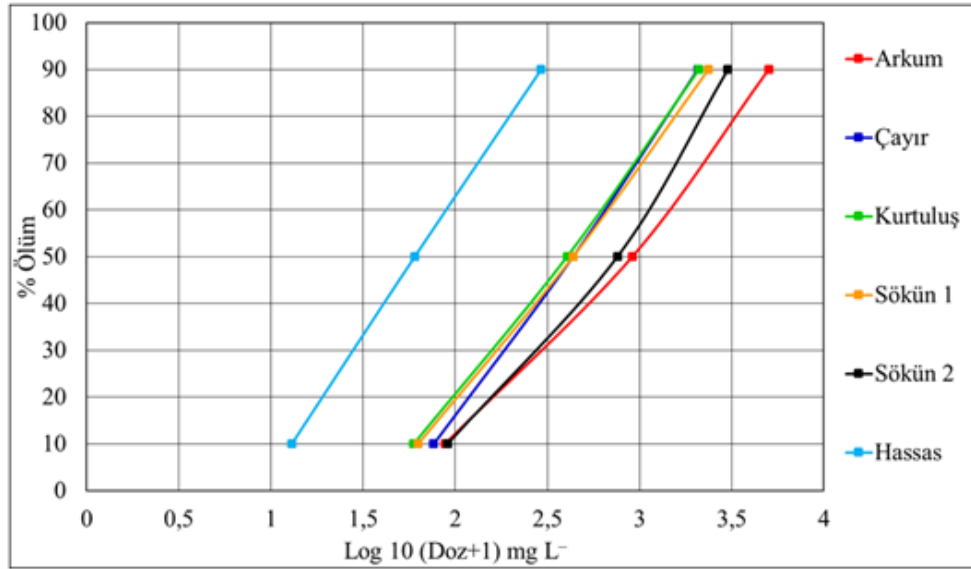
Tarla	N*	Eğim±SE	LC_{50} ml/l % 95 Güven Aralığı	LC_{90} ml/l % 95 Güven Aralığı	DO (LC_{50})	DO** (LC_{90})
H***	408	1.851±0.155	59.214 (49.809-70.527)	291.685 (220.394-422.626)	-	-
Arkum	411	1.732±0.154	911.714 (757.247-1100.882)	5009.039 (3670.960-7624.005)	15.396	17.172
Çayır	396	1.892±0.164	434.551 (364.781-518.871)	2067.953 (1558.189-3018.281)	7.338	7.089
Kurtuluş	394	1.760±0.157	402.961 (287.546-563.952)	2097.432 (1297.856-4775.136)	6.805	7.190
Sökün1	397	1.742±0.154	434.206 (361.355-521.420)	2363.544 (1750.757-3541.050)	7.332	8.103
Sökün2	404	2.136±0.178	756.427 (643.974-888.814)	3010.586 (2355.610-4152.968)	12.774	10.321

N*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

DO**: Tarla popülasyonun LC_{50-90} değeri/Hassas popülasyonun LC_{50-90} değeri

H***: Hassas popülasyon

Çilek üretim alanlarından toplanan 5 farklı *T. urticae* popülasyonlarının ve hassas popülasyonun etoxazole etkili maddeli akarısit'e karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.2'de verilmiştir. Hassas popülasyon grafiğin en solunda yer alırken, direnç belirlenen popülasyonlara ait eğriler ise grafiğin sağ tarafında yer almıştır. Lethal doz-% ölüm eğrileri ve eğim değerlerine bağlı olarak Arkum ve Sökün1 popülasyonlarının diğer popülasyonlara göre daha heterojen bir yapı gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 4.2 ve Çizelge 4.2).



Şekil 4.2. Farklı *Tetranychus urticae* popülasyonlarının larvalarının etoxazole karşı göstermiş oldukları lethal doz-% ölüm eğrileri

4.1.2. *Tetranychus urticae* Dişi Bireylerinin Farklı Akarisitlere Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

4.1.2.1. *Tetranychus urticae* Dişi Bireylerinin Abamectin Etkili Maddeli Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Tetranychus urticae dişi bireylerinin abamectin etkili maddeli akarısit'e karşı göstermiş olduğu direnç oranları Çizelge 4.3'de verilmiştir. LC₅₀ değerlerine göre en dirençli popülasyon Arkum olarak bulunurken, bunu azalan direnç

sıralamasına göre Çayır, Sökün 2, Sökün 1 ve Kurtuluş popülasyonları izlemiştir. Bildirilen popülasyon sırasına bağlı olarak direnç oranları 7.862, 7.121, 5.890, 3.943 ve 2.396 olarak gerçekleşmiştir. Arkum popülasyonunun LC_{50} değeri 5.040 ml/l bulunurken, diğer tarla popülasyonlarının LC_{50} değeri yine bildirilen popülasyon sıralamasına bağlı olarak 4.565, 3.776, 2.528 ve 1.536 ml/l olarak gerçekleşmiştir. LC_{90} değerleri ise Arkum, Çayır, Sökün2, Sökün1 ve Kurtuluş popülasyonları için sırasıyla 24.960, 27.674, 18.402, 14.553 ve 7.455 ml/l olarak belirlenmiştir. Hassas popülasyonun LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 0.641 ve 2.657 ml/l olarak saptanmıştır. LC_{50} değerlerine bağlı olarak abamectin'e direnç açısından Arkum popülasyonu Çayır popülasyonundan daha dirençli bulunurken, LC_{90} değerleri izlendiğinde ise Çayır popülasyonunun Arkum popülasyonundan daha dirençli olduğu izlenmiştir. LC_{90} değerlerine göre Arkum, Çayır, Sökün2, Sökün1 ve Kurtuluş popülasyonlarında hassas popülasyona oranla sırasıyla 9.394, 10.415, 6.925, 5.477 ve 2.805 kat direnç belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. *Tetranychus urticae* dişi bireylerinin abamectin etkili maddeli akarısitede karşı gösterdikleri LC_{50} , LC_{90} değerleri ile LC_{50-90} direnç oranları

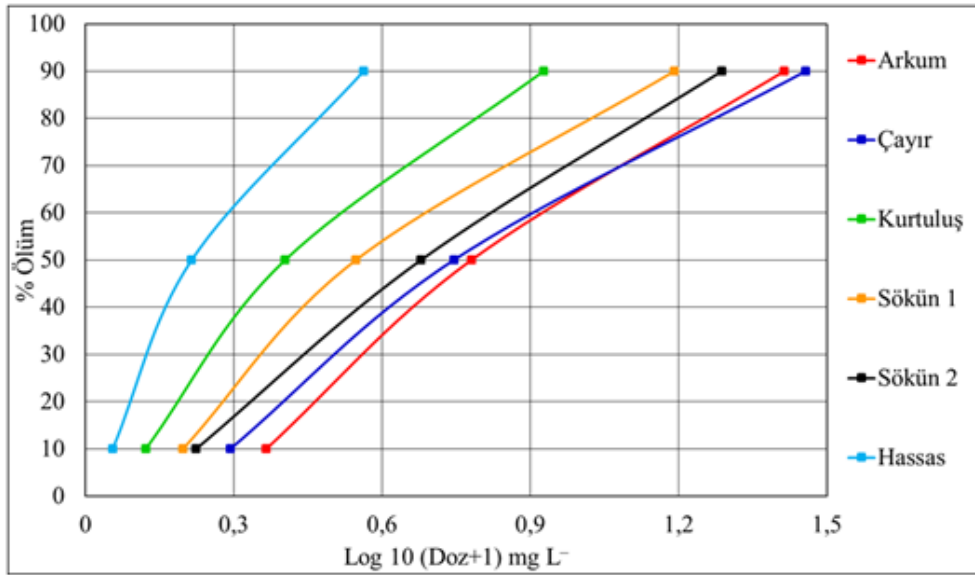
Tarla	N*	Eğim±SE	LC_{50} ml/l % 95 Güven Aralığı	LC_{90} ml/l % 95 Güven Aralığı	DO (LC_{50})	DO** (LC_{90})
H***	432	2.075±0.154	0.641 (0.548-0.742)	2.657 (2.163-3.435)	-	-
Arkum	420	1.845±0.128	5.040 (3.003-8.289)	24.960 (13.385-106.888)	7.862	9.394
Çayır	360	1.638±0.165	4.565 (2.460-7.610)	27.674 (14.294-132.196)	7.121	10.415
Kurtuluş	360	1.868±0.174	1.536 (0.986-2.373)	7.455 (4.241-23.489)	2.396	2.805
Sökün1	360	1.686±0.160	2.528 (2.066-3.056)	14.553 (10.737-22.109)	3.943	5.477
Sökün2	420	1.863±0.140	3.776 (2.432-6.245)	18.402 (9.711-85.596)	5.890	6.925

N*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

DO**: Tarla popülasyonun LC_{50-90} değeri/Hassas popülasyonun LC_{50-90} değeri

H***: Hassas popülasyon

Çilek üretim alanlarından toplanan 5 farklı *T. urticae* popülasyonlarının ve hassas popülasyonun abamectin etkili maddeli akarısit e karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.3’de verilmiştir. Hassas popülasyon yine önceki popülasyonlarda olduğu gibi grafiğin en solunda yer alırken, direnç belirlenen popülasyonlara ait eğriler ise grafiğin sağ tarafında yer almıştır. Lethal doz-% ölüm eğrileri ve eğim değerlerine bağlı olarak Çayır ve Sökün1 popülasyonlarının diğer popülasyonlara göre daha heterojen bir yapı gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 4.3 ve Çizelge 4.3).



Şekil 4.3. Farklı *Tetranychus urticae* popülasyonlarının ergin dişilerinin abamectine karşı göstermiş oldukları lethal doz-% ölüm eğrileri

4.1.2.2. *Tetranychus urticae* Dişi Bireylerinin Tebufenpyrad Etkili Maddeli Akarisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

Tetranychus urticae popülasyonlarının tebufenpyrad etkili maddeli akarısit e karşı göstermiş olduğu direnç düzeyleri Çizelge 4.4’te verilmiştir. LC₅₀ değerlerine göre en dirençli popülasyon Sökün2 olarak bulunmuş, bunu azalan direnç sıralamasına bağlı olarak Arkum, Sökün1, Çayır ve Kurtuluş popülasyonları

izlemiştir. Bildirilen popülasyon sırasına bağlı olarak direnç oranları 12.470, 12.067, 8.868, 6.732 ve 5.511 olarak gerçekleşmiştir. Sökün2 popülasyonunun LC_{50} değeri 465.628 ml/l olarak bulunurken, diğer tarla popülasyonlarının LC_{50} değerleri yine bildirilen direnç sıralamasına göre 450.603, 331.126, 251.368 ve 138.918 ml/l olarak belirlenmiştir. LC_{90} değerleri ise Sökün2, Arkum, Sökün1, Çayır ve Kurtuluş popülasyonları için sırasıyla 2128.100, 2544.600, 2327.200, 1823.200 ve 1195.137 ml/l olarak gerçekleşmiştir. Hassas popülasyonun LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 37.339 ve 150.367 ml/l olarak bulunmuştur. LC_{50} değerlerine göre Sökün2 popülasyonu Arkum ve Sökün1 popülasyonlarından daha dirençli bulunurken, LC_{90} değerlerine göre Arkum ve Sökün1 popülasyonlarının Sökün2 popülasyonundan daha dirençli olduğu izlenmiştir. LC_{90} değerlerine göre Sökün2, Arkum, Sökün1, Çayır ve Kurtuluş popülasyonlarında hassas popülasyona oranla sırasıyla 14.152, 16.922, 15.476, 12.125 ve 7.948 kat direnç belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. *Tetranychus urticae* dişi bireylerinin tebufenpyrad etkili maddeli akarısıte karşı gösterdikleri LC₅₀, LC₉₀ değerleri ile LC₅₀₋₉₀ direnç oranları

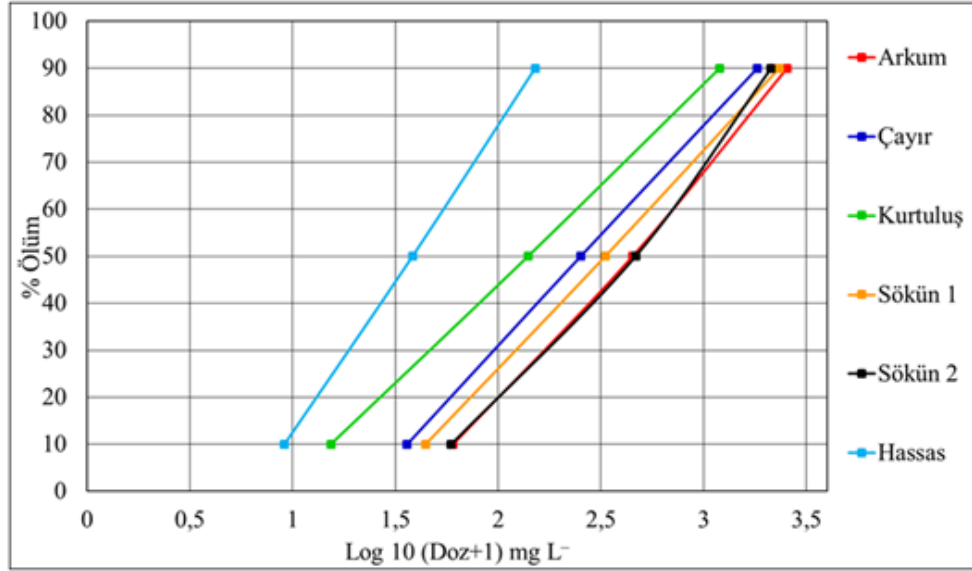
Tarla	N*	Eğim±SE	LC ₅₀ ml/l % 95 Güven Aralığı	LC ₉₀ ml/l % 95 Güven Aralığı	DO (LC ₅₀)	DO** (LC ₉₀)
H***	420	2.118±0.170	37.339 (31.849-43.659)	150.367 (119.050-203.298)	-	-
Arkum	420	1.705±0.143	450.603 (320.364-634.778)	2544.600 (1519.600-6494.400)	12.067	16.922
Çayır	384	1.489±0.157	251.368 (166.492-360.881)	1823.200 (1058.500-4874.400)	6.732	12.125
Kurtuluş	360	1.371±0.142	138.918 (107.676-177.284)	1195.137 (795.073-2136.004)	5.511	7.948
Sökün1	420	1.513±0.144	331.126 (220.493-504.840)	2327.200 (1245.400-7806.600)	8.868	15.476
Sökün2	360	1.942±0.180	465.628 (312.228-660.840)	2128.100 (1344.600-4832.900)	12.470	14.152

N*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

DO**: Tarla popülasyonunun LC₅₀₋₉₀ değeri/Hassas popülasyonunun LC₅₀₋₉₀ değeri

H***: Hassas popülasyon

Çilek üretim alanlarından toplanan 5 farklı *T. urticae* popülasyonlarının ve hassas popülasyonun tebufenpyrad etkili maddeli akarısıte karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.4'te verilmiştir. Hassas popülasyon grafiğin en solunda yer alırken, direnç belirlenen popülasyonlara ait eğriler ise grafiğin sağ tarafında yer almıştır. Lethal doz-% ölüm eğrileri ve eğim değerlerine bağlı olarak Kurtuluş ve Çayır popülasyonlarının diğer popülasyonlara göre daha heterojen bir yapı gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 4.4 ve Çizelge 4.4).



Şekil 4.4. Farklı *Tetranychus urticae* popülasyonlarının ergin dişilerinin tebufenpyrada karşı göstermiş oldukları lethal doz-% ölüm eğrileri

Günümüzde, tarımsal savaşında zararlıların ilaçlara karşı direnç geliştirmesi zararlılar ile kimyasal savaşta karşılaşılan en önemli sorunlardan biridir. Konuyla ilgili yapılmış önceki çalışmalarda tetranychid akarların birçok akarisitlere karşı direnç geliştirdiği saptanmıştır (Villegas-Elizalde ve ark. 2010; Vassiliou ve Kitsis, 2013; Yorulmaz ve Kaplan, 2014; Stocco ve ark., 2016). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara bağlı olarak Silifke'de çilek üretim alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının tamamında çalışma kapsamında denenen tüm akarisitlere karşı hassas popülasyona oranla 2.396 kat ile 15.396 kat arasında değişen direnç belirlenmiştir. *T. urticae* larvalarının spiromesifene karşı gösterdiği en yüksek direnç oranı 9.739 kat ile Sökün1 popülasyonunda, en düşük direnç oranı ise 4.615 kat ile Sökün2 popülasyonunda belirlenmiştir. Ülkemizde, domates seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarıyla yapılan bir çalışmada zararlının spiromesifene karşı 8.16 ile 22.82 kat arasında direnç geliştirdiği saptanmıştır (Yorulmaz ve Kaplan, 2014). Sato ve ark. (2016), spiromesifen uygulaması yapılmayan krizantem yetiştirilen alanlardan topladıkları *T. urticae* popülasyonunu

spiromesifen ile 20 defa selekte ettiklerinde direnç oranının 121 kata ulaştığını belirlemişlerdir. Pottelberge ve ark. (2009) ise spiromesifen ile aynı grupta yer alan tetronik asit türevi spiroadiclofen ile selekte edilerek 274 kat direnç kazandırılan *T. urticae* popülasyonunun, spiromesifene karşı da 10 katın üzerinde çapraz direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda *T. urticae* larvalarında etoxazole etkili maddeli akariste karşı en yüksek direnç oranı Arkum (15.396) popülasyonunda belirlenirken en düşük direnç oranı ise Kurtuluş (6.805) popülasyonunda saptanmıştır. Çalışmada denemeye alınan ilaçlar arasında, *T. urticae* popülasyonlarının en yüksek direnç oranını etoxazole etkili maddeli akariste karşı geliştirdiği saptanmıştır. Tirello ve ark. (2012) İtalya’da gül üzerinden topladıkları 2 farklı *T. urticae* popülasyonunda etoxazole etkili maddesine karşı 2.67 ve 63.86 kat direnç belirlemişlerdir. Stocco ve ark. (2016), *T. urticae*’yi 5 ay boyunca etoxazole ile selekte ettiklerinde zararlının beş ay sonunda akariste karşı 8739 kat direnç geliştirdiğini saptamışlardır.

Bioassay çalışmaları sonucunda *T. urticae* dişileri açısından abamectine karşı en yüksek direnç oranı Arkum (7.862) popülasyonunda belirlenirken etoxazole direncine benzer şekilde en düşük direnç oranı ise Kurtuluş (2.396) popülasyonunda bulunmuştur. Abamectin ile yapılmış direnç çalışmaları incelendiğinde; Yorulmaz ve Kaplan (2014) domates seralarından topladıkları *T. urticae* popülasyonlarının abamectine karşı 8.85 ile 25.26 kat arasında direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir. Meksika’da gerçekleştirilen bir çalışmada ise çilek üretim alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonunda abamectine karşı 224.6 kat direnç geliştirdiği belirlenmiştir (Villegas-Elizalde ve ark, 2010). Yine Meksika’da çilek üretim alanlarından toplanan iki farklı *T. urticae* popülasyonu ile yapılan başka bir çalışmada ise abamectine karşı 57 ve 106 kat direnç saptanmıştır (Cerna ve ark, 2009). Sato ve ark. (2005) *T. urticae* popülasyonunda beş seleksiyon sonucunda 342 kat abamectin direnci geliştiğini bildirmişlerdir. Antalya’nın kavun seralarından 20 farklı *T. urticae* popülasyonu toplanarak yapılan bir çalışmada da

abamectine karşı 8.44 ile 26.56 kat arasında direnç belirlenmiştir (Turan ve ark, 2016).

Tebufenpyrad etkili maddeli akaristile yapılan bioassay çalışmaları sonucunda denemelere alınan popülasyonların bu ilaca karşı 5.511 ile 12.470 kat arasında direnç geliştirdiği saptanmıştır. Stumpf ve Nauen (2001) *T. urticae*'nin iki farklı popülasyonu ile yaptıkları bir çalışmada larvaların tebufenpyrada karşı 33 ve 44 kat direnç geliştirdiğini belirlemişlerdir. Tirello ve ark. (2012), gül bitkisi üzerinden topladıkları iki farklı *T. urticae* popülasyonunda tebufenpyrada karşı 48.44 ve 163.58 kat direnç saptamışlardır. Kim ve ark. (2006), *T. urticae*'nin pyridaben ile selekte ederek 240 kat direnç kazandırdıkları bir popülasyonunda tebufenpyrada karşı 33 kat çapraz direnç geliştirdiğini bildirmişlerdir. Elde edilen bulgulara bağlı olarak, bu çalışmada tebufenpyrad *T. urticae*'ye karşı etoxazoldan sonra 2. derecede yüksek direnç gösteren akarisit olmuştur.

Hayashi (1983), direnç oranlarına bağlı olarak yaptığı sınıflamada 10'dan küçük, 10 ile 40, 41 ile 160 ve 160'dan büyük direnç oranlarını sırası ile düşük, orta, yüksek ve çok yüksek direnç olarak değerlendirmiştir. Bu bildirime bağlı olarak bu çalışmada saptanan direnç oranları düşük ve orta direnç kapsamında gerçekleşirken, orta düzeyde direnç ise sezon içinde akarisit uygulamasının üretici bilgilerine bağlı olarak diğer alanlara göre daha fazla yapıldığı üretim sistemlerinde ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, farklı çilek tarlalarından toplanan *T. urticae* popülasyonları arasında çalışmada denenen akarisitlere karşı belirlenen direnç oranları genel olarak birbirlerine benzer bulunmuştur. Bu benzerliğin Silifke'de çilek üreticileri tarafından *T. urticae*'ye karşı kullanılan akarisitlerin benzer ve aynı rotasyona göre kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Öncelikle abamectin aktif maddeli akarisit gözönüne alınarak yurt içi ve dışında yapılan ve farklı üretim alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarıyla gerçekleştirilen direnç çalışmalardan elde edilen oranlar gözönüne alındığında; bu çalışma kapsamında elde edilen direnç oranları daha düşük olmuştur. Bunun

nedeninin Silifke’de tarla koşullarında gerçekleştirilen çilek yetiştiriciliğinde akarisit uygulamalarının genel olarak hasat sezonunda (Mart-Nisan-Mayıs) yapılması olup diğer aylarda çok az ya da hiç akarisit uygulaması yapılmamasından olduğu düşünülmektedir. Bu şekilde uzun süre herhangi bir ilaç uygulamasına uğramadan döl vermeye devam eden *T. urticae* popülasyonlarında seleksiyon baskısının ortadan kalkması sonucu direnç oranında düşüş meydana gelebilmektedir (Herron ve Rophail, 2002; Sato ve ark, 2005).

4.2. Biyokimyasal Analiz Sonuçları

4.2.1. Esteraz Enzim Aktivitesi Sonuçları

Toplam esteraz enzim aktivitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalara bağlı olarak, popülasyonlar arasındaki esteraz enzim aktivitesi farklılıkları bulunmuş ve bioassay çalışmaları sonucunda elde edilen direnç oranları ile esteraz enzim aktivitesi arasında bir ilişkinin olup olmadığı belirlenmiştir. *T. urticae* popülasyonlarında en yüksek esteraz enzim aktivitesi 10.698 mOD/min/mg protein değeriyle Sökün2 popülasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Bunu 9.347 mOD/min/mg protein değeriyle Arkum, 9.284 mOD/min/mg protein değeriyle Çayır, 8.788 mOD/min/mg protein değeriyle Sökün 1 ve 7.728 mOD/min/mg protein değeriyle Kurtuluş popülasyonu izlemiştir. Hassas popülasyonun esteraz enzim aktivitesi ise 3.839 mOD/min/mg protein olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5). Elde edilen sonuçlara bağlı olarak, tüm tarla popülasyonlarında saptanan toplam esteraz enzim aktiviteleri, karşılaştırma amaçlı kullanılan hassas popülasyonda belirlenen toplam esteraz enzim aktivitesinden yüksek bulunmuş ve istatistiki olarak farklı grup içerisinde yer almıştır ($P<0.05$). Popülasyonlar içinde en yüksek esteraz enzim aktivite değeri Sökün2 popülasyonunda saptanmış, bu değer diğer popülasyonlarda saptanan değerlerden istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Yine, enzim değerleri açısından Arkum, Sökün1 ve Çayır istatistiki olarak aynı grup içinde yer almış ve diğer tüm

popülasyonlardan istatistiki olarak farklılık göstermiştir (Çizelge 4.5). Dirençli popülasyonlardan elde edilen toplam esterase aktivitesinin hassas popülasyondan elde edilen toplam esterase enzim aktivitesine oranlanmasıyla elde edilen değerler ise sırasıyla Sökün2, Arkum, Çayır, Sökün1 ve Kurtuluş popülasyonları için 2.786, 2.434, 2.418, 2.289 ve 2.013 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.5. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esterase enzim aktiviteleri

Tarla	n*	mOD/min/mg protein	R/S**
Hassas popülasyon	4	3.839 d***	-
Arkum	4	9.347 b	2.434
Çayır	4	9.284 b	2.418
Kurtuluş	4	7.728 c	2.013
Sökün1	4	8.788 b	2.289
Sökün2	4	10.698 a	2.786

* Tekerrür sayısı

** Tarla popülasyonunun enzim aktivitesi/ hassas popülasyonunun enzim aktivitesi

*** Aynı harfler istatistiki olarak aynı grubu göstermektedir (P<0.05)

4.2.2. Glutathion S-Transferaz (GST) Enzim Aktivitesi Sonuçları

GST enzim aktivitesinin mikropılaka okuyucuda kinetik olarak ölçülmesine bağılı olarak popülasyonların akarisitlere karşı geliştirdikleri dirençle GST aktivitesi arasında bir ilişki olup olmadığı belirlenerek, *T. urticae*'nin hassas ve araziden toplanan tarla popülasyonlarının GST enzim aktivitesi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. En yüksek GST enzimi aktivitesi 7.565 mOD/min/mg protein değeriyle Arkum popülasyonunda saptanmıştır. Bunu 7.534 mOD/min/mg protein değeriyle Sökün 1, 7.316 mOD/min/mg protein değeriyle Sökün 2, 6.775 mOD/min/mg protein değeriyle Çayır ve 5.929 mOD/min/mg protein değeriyle Kurtuluş popülasyonu izlemiştir. Hassas popülasyonun GST enzim aktivitesi ise 5.496 mOD/min/mg protein olarak belirlenmiştir. Kurtuluş popülasyonu dışında tüm

tarla popülasyonlarında saptanan GST enzim aktivitesi hassas popülasyondan daha yüksek ve istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Yine protein değerleri açısından karşılaştırıldığında hassas popülasyon dışında Çayır popülasyonu yalnızca Arkum ve Sökün1 popülasyonlarından istatistiki farklılık göstermiştir (Çizelge 4.6). Dirençli popülasyonlardan elde edilen toplam GST aktivitesinin hassas popülasyondan elde edilen toplam esterase enzim aktivitesine oranlanmasıyla elde edilen değerler ise sırasıyla Arkum, Sökün1, Sökün2, Çayır, ve Kurtuluş popülasyonları için 1.376, 1.370, 1.331, 1.232 ve 1.078 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri

Tarla	n*	mOD/min/mg protein	R/S**
Hassas popülasyon	4	5.496 c***	-
Arkum	4	7.565 a	1.376
Çayır	4	6.775 b	1.232
Kurtuluş	4	5.929 c	1.078
Sökün1	4	7.534 a	1.370
Sökün2	4	7.316 ab	1.331

* Tekerrür sayısı

** Tarla popülasyonunun enzim aktivitesi/ hassas popülasyonunun enzim aktivitesi

*** Aynı harfler istatistiki olarak aynı grubu göstermektedir ($P<0.05$)

Detoksifikasyon enzimlerinden esterase, GST ve sitokrom P450 monoksijenaz enzimleri birçok pestisit detoksifikasyonunda rol oynamaktadır (Konanz & Nauen 2004). Önceki çalışmalar incelendiğinde *T. urticae*'nin birçok akar site karşı geliştirdiği dirençte detoksifikasyon enzimlerinin rol oynadığı görülmektedir (Konanz ve Nauen, 2004; Pottelberge ve ark., 2009; Tirello ve ark., 2012; Yorulmaz ve Kaplan., 2014). Biyokimyasal analiz çalışmaları sonucunda en yüksek esterase enzimi aktivitesi Sökün2 popülasyonunda elde edilirken bunu Arkum, Çayır, Sökün1 ve Kurtuluş popülasyonları izlemiştir. Enzim analiz

sonuçları bioassay çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında Arkum ve Sökün2 popülasyonları genel olarak spiromesifen hariç görece olarak diğer akaristlere en dirençli popülasyonlar olarak bulunmuşlardır. Bu sonuçlara bağlı olarak denemeye alınan *T. urticae* popülasyonlarının bu ilaçlara karşı geliştirdiği metabolik dirençte esteraz enziminin etkili olduğu düşünülmektedir. Esteraz enzim aktivitesine ilişkin yapılmış olan önceki çalışmalar incelendiğinde; Lin ve ark. (2009), börülce üzerinden topladıkları ve seleksiyon sonucu 8.7 kat abamectin direnci kazandırdıkları *T. cinnabarinus* popülasyonunda 2.7 kat esteraz enzimi aktivitesi belirlemiştir. Stumpf ve Nauen (2002) *T. urticae*’nin abamectine dirençli tarla popülasyonunu hassas popülasyon ile karşılaştırdığında dirençli popülasyonda 1.6 kat daha fazla esteraz aktivitesi saptamıştır. Yorulmaz ve Kaplan (2014) Isparta’da domates seralarından topladıkları *T. urticae* popülasyonlarında orta düzeyde abamectin direnci belirledikleri çalışmada dirençli popülasyonlardaki esteraz enzimi aktivitesinin hassas popülasyona oranla 1.41 ile 2.09 kat arasında daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Mohammadzadeh ve ark. (2014), İran’da *T. urticae* ile yaptıkları bir çalışmada yüksek oranda abamectin direnci gösteren popülasyonda direncin oluşumunda en fazla esteraz enziminin etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Yine, Tirello ve ark. (2012) İtalya’da gül yetiştirilen alanlardan topladıkları iki farklı *T. urticae* popülasyonu ile yaptıkları bir çalışmada 9 farklı akariste karşı direnç geliştiren popülasyonlarda esteraz enzimi aktivitesini 1.30 ile 1.69 kat arasında daha fazla bulmuşlardır. Yapılan bir diğer çalışmada ise spiromesifene karşı 13 kat dirençli *T. urticae* popülasyonunda hassas popülasyona göre 1.2 kat daha fazla esteraz enzim aktivitesi belirlenmiştir (Rauch ve Nauen, 2003). Bu çalışmada da *T. urticae*’nin tarla popülasyonlarında abamectin, etoxazole, spiromesifen ve tebufenpyrad’a karşı 2.396 ile 15.396 kat arasında direnç tespit edilmiş ve tarla popülasyonlarının esteraz enzim aktivitesi hassas popülasyona göre 2.013 ile 2.786 kat arasında daha yüksek bulunmuştur.

Glutathion S-transferaz enzimi aktivitesi sonuçları incelendiğinde, Kurtuluş popülasyonu dışında tüm tarla popülasyonlarında GST aktivitesi hassas

popülasyonun GST aktivitesinden daha yüksek ve istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Esteraz enzimi sonuçlarına benzer şekilde, bioassay sonuçlarında genel olarak en dirençli bulunan Arkum ve Sökün2 popülasyonları Sökün1 popülasyonuna ek olarak GST aktivitesi açısından da yüksek değerler vermiştir. Bu da izlenen dirençte esteraz enzimi ile birlikte GST enzim aktivitesinin de rol oynadığını düşündürmektedir. GST enzim aktivitesinin belirlendiği benzer çalışmalar incelendiğinde; Stumpf ve Nauen (2002), *T. urticae*'nin abamectin'e dirençli NL-00 ve COL-00 ırklarında hassas ırk GSS'yi referans alarak yaptıkları çalışmada enzim aktivitesinde bildirilen ırklar sırası için 1.6 ve 2.0 katlık bir artış gözlemişlerdir. Yorulmaz ve Ay (2009), fasulye serasından topladıkları *T. urticae* popülasyonunu abamectin ile 15 kez selekte ettiklerinde elde ettikleri dirençli popülasyonda GST enzim aktivitesinin 10.23 mOD/min/mg protein'den 12.36 mOD/min/mg protein'e yükseldiğini bildirmişlerdir. Rauch ve Nauen (2003), spirodiclofen ile selekte edilmiş bir *T. urticae* popülasyonunda incelenen GST enzim aktivitesinde 1.2 katlık bir artış olduğunu belirtmişlerdir.

Detoksifikasyon enzimleriyle yapılan önceki çalışmalardan elde edilen bulgulara bağlı olarak bu tez kapsamında belirlenen enzim aktiviteleri dışında sitokrom P450 enziminin de kırmızıörümceklerin kimyasallara karşı direnç geliştirmesinde önemli bir yere sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Leeuwen ve ark., 2006; Ay ve Kara, 2011; Yorulmaz ve Kaplan, 2014). Bu yüzden bu tez kapsamında yer almayan sitokrom P450 enzimine ilişkin araştırmaların ileriki çalışmalarda incelenmesinin *T. urticae* popülasyonlarının direnç mekanizmalarının ortaya konması sırasında önemli bilgiler vereceği düşünülmektedir (Gürkan, 2006).

Çalışmalardan elde edilen tüm bulgular birarada değerlendirildiğinde popülasyonların denenen ilaçlara karşı düşük ve orta düzeyde direnç gösterdikleri ortaya çıkmıştır (Hayashi, 1983). Düşük ve orta düzeyde *T. urticae* direnci ile karşılaşılmasına karşın akarisitlerin etkisiz olduğu yönündeki yerel şikayetlerin uygulamadan kaynaklanıp kaynaklanmadığı konusunda çalışmaların yapılarak ortaya çıkarılması gerekmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tetranychus urticae larvalarında spiromesifen ve etoxazole, ergin dişilerin ise abamectin ve tebufenpyrad etkili maddeli akarisitlere karşı direnç düzeylerinin belirlendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. *Tetranychus urticae* larvalarına spiromesifen ile yapılan bioassay çalışmalarında popülasyonlar arasında en dirençli bulunan Sökün1 popülasyonunun LC_{50} ve LC_{90} değerleri 136.090 ve 825.217 ml/l olarak saptanmıştır. En hassas popülasyon olan Sökün2 popülasyonunun LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 64.497 ve 342.348 ml/l olarak bulunmuştur.
2. *Tetranychus urticae* larvalarına etoxazole ile yapılan bioassay çalışmaları sonucunda en dirençli bulunan Arkum popülasyonunun LC_{50} ve LC_{90} değerleri 911.714 ve 5009.039 ml/l olarak belirlenirken; en hassas olan Kurtuluş popülasyonunun LC_{50} ve LC_{90} değerleri ise 402.961 ve 2097.432 ml/l olarak saptanmıştır.
3. Etoxazole ile yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara benzer şekilde *T. urticae*'nin ergin dişi popülasyonları arasında abamectin etkili maddeli akarisite en dirençli olarak Arkum popülasyonu bulunmuş, LC_{50} ve LC_{90} değerleri 5.040 ve 24.960 ml/l olarak belirlenmiştir. En hassas popülasyon olarak ise Kurtuluş popülasyonu olmuş ve zararlının LC_{50} ve LC_{90} değerleri 1.536 ve 7.455 ml/l olarak belirlenmiştir.
4. Etoxazole ve abamectin ile yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara paralel olarak *T. urticae*'nin ergin dişi popülasyonlarında tebufenpyrad etkili maddeli akarisit ile yapılan bioassay denemelerinde de Arkum popülasyonu en dirençli, Kurtuluş popülasyonu en hassas popülasyon olarak belirlenmiştir. Arkum

popülasyonunun LC_{50} ve LC_{90} değerleri 450.603 ve 2544.600 ml/l olarak bulunurken, Kurtuluş popülasyonunun LC_{50} ve LC_{90} değerleri 138.918 ve 1195.137 ml/l olarak saptanmıştır.

5. Her bir popülasyon için ayrı ayrı yapılan biokimyasal analiz sonuçlarına göre en yüksek esteraz enzim aktivitesi 10.698 mOD/min/mg protein değeriyle Sökün2 popülasyonunda saptanmıştır. En düşük esteraz enzim aktivitesi ilaç denemelerinde spiromesifen hariç diğer bütün ilaçlara en hassas bulunan Kurtuluş popülasyonunda (7.728 mOD/min/mg protein) belirlenmiştir.
6. Her bir popülasyon için ayrı ayrı yapılan biyokimyasal analiz sonuçlarına bağlı olarak en yüksek GST aktivitesi 7.565 mOD/min/mg protein değeriyle etoxazole hariç diğer bütün akarisitlere en yüksek direnci gösteren Arkum popülasyonunda elde edilirken, en düşük GST aktivitesi de esteraz sonuçlarına benzer şekilde 5.929 mOD/min/mg protein olarak Kurtuluş popülasyonunda saptanmıştır.
7. Çalışma sonucunda elde edilen bütün sonuçlar birarada değerlendirildiğinde Silifke’de çilek üretim alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında, spiromesifen, etoxazole, abamectin ve tebufenpyrad etkili maddeli akarisitlere karşı düşükten orta düzeye kadar değişen oranlarda direnç saptanmış olup zararlının bu ilaçlara karşı geliştirdiği dirençte esteraz ve glutathion S-transferaz enzimlerinin rol oynadığı belirlenmiştir.

Türkiye’de tarımsal üretimde üreticiler zararlılar ile mücadelede genel olarak geniş etkili pestisit kullanmayı tercih etmektedir. Benzer etki mekanizmasına sahip pestisitlerin sürekli ve yoğun olarak kullanımı ise zararlılarda direnç oluşma riskini artırmaktadır. Direncin başarılı bir şekilde yönetimi ise direncin belli aralıklarla izlenmesi ve dirence neden olan mekanizmaların

bilinmesine bağlı olup direnç yönetiminin başlıca hedefi zararlılarda direnci mümkün olduğunca geciktirmek için uygun savaşım programlarını geliştirmektir.

Açıklamalara bağlı olarak, bu çalışmada *T. urticae* popülasyonlarında düşük ve orta derecede direnç belirlenmesi, her birisinin ileride yüksek dirençli olma yönünde aday popülasyon olabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda Silifke çilek tarlalarında *T. urticae* popülasyonlarında akarisit direncinin sık sık izlenmesi gerekmektedir. Ayrıca daha kapsamlı ve daha detaylı olarak farklı popülasyonlarda direnç tarama çalışmalarının yapılması yerinde olacaktır. Ayrıca, *T. urticae* popülasyonlarının bu çalışmada kullanılan ilaçlar ile aynı grupta yer alan benzer etki mekanizmasına sahip diğer akarisitlere karşı varsa çapraz direnç durumlarının belirlenmesi hem etkili bir mücadele hem de gerçekleştirilecek akarisit ruhsatlandırma çalışmaları içinde gerekmektedir. Bu ilaçlardan spiromesifenin, aynı grupta yer aldığı ancak çilekte ruhsatlı olmayan spiroadiclofen'e; tebufenpyrad'ın ise METİ grup içerisinde yer alan fenpyroximate, pyridaben ve fenazaquin etkili maddeli akarisitlere karşı çoklu ve çapraz direnç geliştirdikleri gözönüne alındığında, ileride karşılaşılabilecek daha güçlü dirençli popülasyonların oluşmasının engellenmesi için direnç tarama çalışmalarının yapılması yerinde olacaktır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve konuyla ilgili yapılmış önceki çalışmalarda göstermektedir ki *T. urticae*'nin mücadelesinde yalnızca kimyasal mücadelenin kullanılması durumunda direnç problemlerinin ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bu bağlamda *T. urticae* savaşımında kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek diğer mücadele yöntemleri üzerinde daha yoğun çalışmalar yapılması gerekmektedir. Biyolojik mücadele kapsamında bu zararlıyı baskı altına aldığı bilinen Phytoseiidae familyasına bağlı avcı akarlar üzerinde yapılan çalışmalara ağırlık verilmelidir. Bu avcılara ek olarak *T. urticae* üzerinde beslenen diğer doğal düşmanlar belirlenmeli ve bunların entegre mücadele programları içerisinde kullanılabilirliği araştırılmalıdır. Entegre mücadele programları kapsamında kullanılacak olan tarım ilaçlarının doğal düşmanlar üzerindeki yan etkileri

belirlenmeli, avcılarda da akarisit direnci izlenmeli, mücadelede avcılarının direnç, *T. urticae*'nin hassasiyet gösterdiği akarisitler tercih edilmelidir. Geniş etki mekanizmasına sahip akarisitler yerine spesifik olanları kullanılmalı, aynı etki mekanizmasına sahip veya aynı grup akarisitler ard arda kullanılmamalı ilaçlamalarda rotasyon yapılmalıdır.

Yine ileride oluşabilecek daha dirençli popülasyonların önlenmesi için, bu çalışmada kullanılan ve sezon içinde belli sayıda kullanılması önerilen akarisitler için de üreticilerin bilinçlendirilmesi *T. urticae* ile savaşında daha iyi bir başarının elde edilmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akgünlü, F. Z., 2005. *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin değişik popülasyonlarının sentetik piretroitli ilaçlara karşı meydana getirdiği direncin izlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, 41 s., Ankara.
- Anonim, 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Cilt IV. (Yumuşak ve Sert Çekirdekli Meyve Hastalıkları, Yumuşak ve Sert Çekirdekli Meyve Zararlıları, Bağ Hastalıkları, Bağ Zararlıları, Çilek ve Üzümsü Meyve Hastalıkları, Çilek Zararlıları). Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. Ankara, 388 s.
- Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Ankara. Web sayfası: <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim Tarihi: 10.11.2016)
- Anonim, 2014. Food and Agricultural Organization (FAO), Web sayfası: <http://www.fao.org/statistics/en/> (Erişim Tarihi: 10.11.2016)
- 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 popülasyonlarının bazı akarisitlere karşı tepkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (3):301-306.
- Ay, R., and Gürkan, M. O., 2005a. Resistance to Bifentrin and resistance mechanism of different strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) from Turkey. Phytoparasitica, 33(3):237-244.
- Ay, R., and Gürkan, M. O., 2005b. *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin değişik popülasyonlarının iki selektif akarisite karşı duyarlılıkları ve duyarlılık mekanizmaları üzerine araştırmalar. Tarım Bilimleri Dergisi. 11(2):217-223.

- Ay, R., and Kara, F. E., 2011a. Toxicity, inheritance and biochemistry of clofentezine resistance in *Tetranychus urticae*. Insect Science, 18(5):503-511.
- Ay, R., and Kara, F. E., 2011b. Toxicity, inheritance of fenpyroximate resistance, and detoxification enzyme levels of in a laboratory-selected fenpyroximate-resistant strain of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Crop Protection, 30:605-610.
- Ay, R., Sökeli, E., Karaca, İ. and Gürkan, M. O., 2005. Response to some acaricides of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) from protected vegetables in Isparta. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29: 165-171.
- Ay, R., and Yorulmaz, S., 2010. Inheritance and detoxification enzyme levels in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) strain selected with chlorpyrifos. Journal of Pest Science, 83:85-93.
- Bi J. L., Niu, Z. M., Yu L., and Toscano C. N., 2016. Resistance status of the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* to selected acaricides on strawberries. Insect Science, 23:88–93.
- Bradford, M. M. A., 1976. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72:248-253.
- Bulut, H. S., Aldağ, D. S., Madanlar, N., 2004. Yabani çilek türü *Fragaria vesca* L. ve kültür türü *F. ananassa* Duch. (Rosaceae) üzerinde *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.) (Acarina: Tetranychidae)'un laboratuvar koşullarında bazı biyolojik özellikleri ve doğada *Tetranychus* spp.'in populasyon gelişimi. Anadolu, 14 (1):79-87.
- Campos, F., Dybas, R. A., and Krupa, D. A., 1995. Susceptibility of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) populations in California to abamectin. Journal of Economic Entomology, 88(2):225-231.

- Campos, F., Krupa, D. A. and Dybas, R. A., 1996. Susceptibility of population of twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) from Florida, Holland and the Canary Islands to abamectin and characterization of abamectin resistance. *Journal of Economic Entomology*, 89(3):594-601.
- Campos, F., Krupa, D. A. and Jansson, R., 1997. Evaluation of petri plate assay for assessment of abamectin susceptibility in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 90(3):742-746.
- Cerna, E., Ochoa Y., Aguirre, L., Badii, M., Gallegos, G., and Landeros J., 2009. Resistance levels in populations of *Tetranychus urticae* in strawberry crops. *Revista Colombiana de Entomologia*, 35(1):52-56.
- Croft, B.A., Miller, R.W., Nelson, R.D. and Westigard P.H., 1984. Inheritance of earlystage resistance to formetanate and cyhexatin in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 77(3):574-578.
- 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 (7): 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(4): 368–377.
- Ferreira, C. B. S., Andrade, F. H. N., Rodrigues, A. R. S., Siqueira, H. A. A., and Gondim M. G. C., 2015. Resistance in field populations of *Tetranychus urticae* to acaricides and characterization of the inheritance of abamectin resistance. *Crop Protection*, 67: 77-83.
- Georghiou , G. P., 1980. Insecticide resistance and prospects for its management. *Residue Reviews*, 76, 131-145.

- Gomori, G. 1953. Human esterases. *Journal Of Laboratory And Clinical Medicine*, 42(3): 445-453.
- Gürkan, O., 2006. *Tetranychus urticae* Koch. ve *T. cinnabarinus* Boisd. (Acarina: Tetranychidae)'un tetronik asit türevi akarisitlere karşı hassasiyetleri üzerinde çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 57 s., Ankara.
- Hayashi, A., (1983). History present status and management of insecticide resistance. *Pest Resistance to Pesticides Soft Sciences*, Tokyo, 31-53s.
- Herron, G. A., and Rophail, J., 1998. Tebufenpyrad (Pyranica) resistance detected in two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) from apples in Western Australia. *Experimental and Applied Acarology*, 22: 633-641.
- Herron, G.A. and Rophail, J., 2002. The stability of tebufenpyrad resistance in twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) under laboratory conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 26(3-4): 253-256.
- Jamroz, R. C., Guerrero, F. D., Pruett, J. H., Oehler, D. D., and Miller, R.J., 2000. Molecular and biochemical survey of acaricides resistance mechanisms in larvae from Mexican strains of the southern cattle tick, *Boophilus microplus*. *Journal of Insect Physiology*, 46: 685-695.
- Kaplan, M., ve Yücel, A., 2014. Elazığ İli Çilek Alanlarında Belirlenen Zararlı Böcek ve Akar Türleri. *Meyve Bilimi Dergisi*, 1(2): 7-14.
- Kasamatsu, K. 1992. Negative correlation to tetradifon sensitivity in fenprothrin selected strain of the two-spotted spider, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Applied Entomology and Zoology*, 27(3): 458-460.
- Kim, Y. J., Park, H. M., Cho, J. R. and Ahn, Y. J., 2006. Multiple resistance and biochemical mechanisms of pyridaben resistance in *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 99(3): 954-958.

- Konanz, S. and Nauen, R., 2004. Purification and partial characterization of a glutathione S-transferase from the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 79: 49–57.
- Leeuwen, T. V., Pottelberge, S. V., and Tirry, L., 2005. Comparative acaricide susceptibility and detoxifying enzyme activities in field-collected resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae*. Pest Management Science, 61: 499– 507.
- Leeuwen, T. V., Pottelberge, S. V. and Tirry, L., 2006. Biochemical analysis of chlorfenapyr selected resistant strain of *Tetranychus urticae* Koch. Pest Management Science, 62: 425-433.
- Lin, H., X., Chuan-hua, W., Jin-jun, L., Ming, L., Wen, C. and Zhi-mo, Z., 2009. Resistance selection and biochemical mechanism of resistance to two acaricides in *Tetranychus cinnabarinus* (Boiduval). Pesticide Biochemistry and Physiology, 93: 47-52.
- Lin, H., Zhimo, Z., Xinping, D., Jinjun, W. and Huai, L., 2003. Resistance risk assessment: realized heritability of resistance to methrin, abamectin, pyridabe and their mixtures in the spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. International Journal of Pest Management, 49 (4): 271–274.
- Mohammadzadeh, M., Bandani, A. R., and Sabahi Q., 2014. Comparison of susceptibility of two populations of *Tetranychus urticae* Koch to two acaricides, abamectin and propargite. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 47 (17): 2112–2123.
- Polat, M., 2005. Ankara (Ayaş) Koşullarında Organik Çilek Yetiştiriciliği Olanaklarının Araştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 116s.
- Pottelberge, S. V., Leeuwen, T. V., Khajeali, J., and 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.
- Rauch, N. and Nauen, R., 2003. Spirodiclofen resistance risk assessment in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): a biochemical approach. *Pesticide Biochemical and Physiology*, 74: 91-101.
- Sato, M.E., Miyata, T., Da Silva, M., Raga, A., and De Souza, M. F., 2004. Selections for fenpyroximate resistance and susceptibility, and inheritance, cross-resistance and stability of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Applied Entomology and Zoology*, 39: 293–302.
- Sato, M. E., Silva, M. Z., Raga, A., and Souza, M. F., 2005. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae): selection, crossresistance and stability of resistance. *Neotropical Entomology*, 34 (6): 991-998.
- Sato, M. E., Veronez, B., Stocco, R. S. M., Queiroz, M. C., and Gallego, R., 2016. Spiromesifen resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Selection, stability, and monitoring. *Crop Protection*, 89: 278-283.
- 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., 2001. Cross-resistance, inheritance and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 94(6): 1577-1583.
- Stumpf, N. and Nauen, R. 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *T.urticae* (Acari:Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 72: 111-121.

- Susurluk, H., 2008. İki benekli kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae)'de piretroit insektisitlere karşı oluşan direncin moleküler karakterizasyonu. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, 153 s., Ankara.
- Tirello, P., Pozzebon, A., Cassanelli, S., Leeuwen T. V. and Duso, C., 2012. Resistance to acaricides in Italian strains of *Tetranychus urticae*: toxicological and enzymatic assays. Experimental and Applied Acarology, 57: 53–64.
- 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(Ek Sayı 1): 254-261.
- Ünal, G., and Gürkan, M. O., 2001. İnsektisitler- kimyasal yapıları, toksikolojileri ve ekotoksikolojileri. Ethemoglu Ofset Matbaacılık, Ankara, 172 s.
- Vassiliou A. V., and Kitsis P., 2013. Acaricide Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) Populations From Cyprus. Journal of Economic Entomology, 106(4): 1848-1854.
- Velioğlu A. S., and Toros S., 2002. Değişik bölgelerden toplanan *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom.: Aphididae) popülasyonlarının bazı insektisitlere karşı dayanıklılık düzeylerinin araştırılması. Bitki Koruma Bülteni, 42 (1-4): 67-79.
- Villegas, E. S., Maciel R. C., Rosales, A. S., Arroyo1, S. H., Morales, H. J., and Muñiz, B. R., 2010. Resistance of *Tetranychus urticae* (Koch) to acaricides applied on strawberries in Zamora, Michoacan, Mexico. Publicado como Nota en Agrociencia, 44: 75-81.
- Winer, B. J., Brown D. R. and Michels, K. M., 1991. Statistical Principles in Experimental Design, ISBN 0-07-070982-3, New York, 552p.

- Yalçın, E., 2013. İnsektisit ditenç ve yönetimi. Meta Basım Maatbacılık Hizmetleri, İzmir, 248s.
- Yang, X., Zhu, K. Y., Buschman, L. L., and Margolies, D. C., 2001. Comparative susceptibility and possible detoxification mechanisms for selected miticides in Banks grass mite and two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 25: 293-299.
- 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., Kaplan, P., Boztürk, D., Çobanoğlu S., and Ay, R., 2010. Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae) popülasyonlarının cyhexatin ve propargite karşı duyarlılıklarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1): 17-23.
- Yorulmaz, S., and Kaplan, B. K., 2014. Isparta ili merkez ilçesinde domates seralarından toplanan *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) popülasyonlarının bazı akarisitlere karşı direnç düzeyleri ve detoksifikasyon enzimleri. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 4 (3): 185-195.
- Yu, S.J., 2008. *The Toxicology and Biochemistry of Insecticides*. CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton, 276s.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Mersin'in Silifke ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini burada tamamladıktan sonra 2010 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünü kazandı. 2014 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra aynı yıl yüksek lisans öğrenimine başladı. 2017 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı.