

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ISPARTA İLİ YAĞLIK GÜLLERDEN TOPLANAN *Tetranychus*
urticae (Koch) (ACARI: TETRANYCHIDAE)
POPÜLASYONLARINDA SPIRODİCLOFENE KARŞI DİRENÇ,
SİNERJİST VE DETOKSİFİKASYON ENZİMLERİNİN
BELİRLENMESİ

Selçuk ÇİFTÇİ

Danışman
Doç. Dr. Sibel YORULMAZ SALMAN

ISPARTA – 2019



©2019 [Selçuk ÇİFTÇİ]

TEZ ONAYI

ISPARTA İLİ YAĞLIK GÜLLERDEN TOPLANAN *Tetranychus urticae* (Koch) (ACARI: TETRANYCHIDAE)
POPÜLASYONLARINDA SPIRODİCLOFENE KARŞI DİRENÇ,
SİNERJİST VE DETOKSİFİKASYON ENZİMLERİNİN
BELİRLENMESİ

Selçuk ÇİFTCİ tarafından hazırlanan bu tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Doç. Dr. Sibel YORULMAZ SALMAN
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Bülent YAŞAR
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Üye

Doç. Dr. Nabi Alper KUMRAL
Bursa Uludağ Üniversitesi

İmza

Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../... tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Enstitü Müdürü

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezime ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

01/08/2019

Selçuk ÇİFTÇİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. <i>Tetranychus urticae</i> Popülasyonları.....	13
3.1.1. <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarının toplanması	13
3.1.2. <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarının üretimi	13
3.2. Akarisit Özellikleri.....	14
3.3. Biyoassay Çalışmalar	14
3.3.1. Toksikite testi	14
3.3.2. Sinerjistik etki çalışmaları.....	15
3.4. Biyokimyasal Çalışmalar	16
3.4.1. Detoksifikasyon enzimlerinin belirlenmesi.....	16
3.4.1.1. Poliakrilamid jel elektroforez (PAGE) ile esteraz enziminin incelenmesi ...	16
3.4.1.2. Spektrofotometrik yöntem ile esteraz enzim aktivitesinin belirlenmesi.....	16
3.4.1.3. Spektrofotometrik yöntem ile glutathion s-transferaz (GST) enzim aktivitesinin belirlenmesi	17
4. BULGULAR.....	18
4.1. Toksikite Sonuçları.....	18
4.2. Sinerjist + Spirodiclofen Çalışmaları Sonuçları.....	19
4.3. Biyokimyasal Test Sonuçları	21
4.3.1. GST enzim aktivitesi sonuçları	21
4.3.2. Esteraz enzim aktivitesi sonuçları	21
4.3.3. Jel elektroforez (PAGE) yöntemine göre esteraz enzim sonuçları	22
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	24
KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	33

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISPARTA İLİ YAĞLIK GÜLLERDEN TOPLANAN *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) POPÜLASYONLARINDA SPIRODICLOFENE KARŞI DİRENÇ, SİNERJİST VE DETOKSİFİKASYON ENZİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Selçuk ÇİFTÇİ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sibel YORULMAZ SALMAN

Bu çalışmada Isparta ili ve ilçelerinden 2018 yılındaki yağ gülü üretim sezonunda toplanan *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari:Tetranychidae) popülasyonlarında, spirodiclofen direnç gelişimi biyoassay ve biyokimyasal yöntemlerle araştırılmıştır. Isparta ilinde yoğun olarak gül üretimi yapılan Deregümü ilçesinden 3, Ardıçlı ilçesinden 3, Atabey ilçesinden 2, Gönen ilçesinden 2 olmak üzere 10 adet *T. urticae* popülasyonu toplanmıştır. Popülasyonların direnç düzeylerinin belirlenmesi için yaprak disk-ilaçlama kulesi yöntemi kullanılmıştır. Denemelerde 7 insektisit dozu+1 kontrol grubu kullanılmıştır, her grup 3 tekerrürden oluşmuştur. Her tekerrürde 25 adet ergin kırmızıörümcek bireyi bulunmaktadır. Spirodiclofen uygulaması ilaçlama kulesi kullanılarak 1 bar basınçta yaprak yüzeyine 2 mL uygulanmıştır.

Çalışma sonucunda Deregümü-1, Deregümü-2, Deregümü-3, Atabey-1, Atabey-2, Ardıçlı-1, Ardıçlı-2, Ardıçlı-3, Gönen-1, Gönen-2 popülasyonları için spirodiclofen direnç oranları sırasıyla 1.91, 1.17, 1.17, 1.37, 1.71, 1.61, 2.02, 1.97, 1.91, 1.91 kat olarak belirlenmiştir. Aynı popülasyonlar için esteraz enzim aktiviteleri sırasıyla; 10.98, 11.00, 10.89, 11.15, 11.80, 11.46, 11.40, 10.25, 11.71, 10.98 mOD min⁻¹mg⁻¹; GST enzim aktiviteleri ise 2.08, 2.05, 2.00, 2.15, 2.09, 2.18, 2.26, 2.12, 2.05, 2.01 mOD min⁻¹mg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Hassas popülasyonda esteraz ve Glutathione-S-Transferase (GST) enzim aktiviteleri sırasıyla 11.20 ve 2.30 mOD min⁻¹mg⁻¹ olarak bulunmuştur. Yağlık güllerden toplanan *T. urticae* popülasyonlarında belirlenen esteraz ve GST enzim seviyeleri ile hassas popülasyonda belirlenen esteraz ve GST enzim seviyeleri arasında istatistiki olarak fark belirlenmemiştir. Esteraz inhibitörü S-Benzyl-O,O-diisopropyl phoshothiate (IBP) ve GST inhibitörü diethylmaleate (DEM) sinerjistleri ile yapılan çalışmalarda sinerjistik etkilerin çok yüksek olmadığı bulunmuştur. Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde yağlık gül alanlarından toplanan *T. urticae*'nin tarla popülasyonlarında düşük oranda spirodiclofen gelişimi buna bağlı olarak detoksifikasyon enzimlerinde artış olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tetranychus urticae*, direnç, spirodiclofen, sinerjist, detoksifikasyon enzimleri, yağ gülü

2019, 33 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

SPIRODICLOFEN RESISTANCE IN *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) POPULATIONS COLLECTED FROM OIL ROSE PRODUCTION AREAS IN ISPARTA PROVINCE

Selçuk ÇİFTÇİ

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Plant Protection**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sibel YORULMAZ SALMAN

This study investigated the development of spiroadiclofen resistance by bioassay and biochemical methods in *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) populations which collected from Isparta province and districts during the oil rose production season 2018. In Isparta province total 10 populations of *T. urticae* were collected; 3 populations from Deregumu district, 3 populations from Ardıclı district, 2 populations from Atabey district, 2 populations from Gonen district. The leaf disc-spraying tower method was used to determine the resistance levels of the populations. 7 insecticide doses + 1 control group were used in the experiments. Each group consisted of 3 iteration. In each iteration, there are 25 two spotted spider mite individuals. Spiroadiclofen application was applied to the leaf surface at a pressure of 1 bar using 2 mL spraying tower.

The resistance ratios for Deregumu-1, Deregumu-2, Deregumu-3, Atabey-1, Atabey-2, Ardıclı-1, Ardıclı-2, Ardıclı-3, Gonen-1, Gonen-2 was found to be 1.91, 1.17, 1.17, 1.37, 1.71, 1.61, 2.02, 1.97, 1.91, 1.91-fold, respectively. Esterase and Glutathione-S-Transferase (GST) enzyme activities for the same populations was found to be 10.98, 11.00, 10.89, 11.15, 11.80, 11.46, 11.40, 10.25, 11.71, 10.98 and 2.08, 2.05, 2.00, 2.15, 2.09, 2.18, 2.26, 2.12, 2.05, 2.01 mOD min⁻¹mg⁻¹, respectively. The esterase and GST enzyme activities of the susceptible population was found to be 11.20 and 2.30 mOD min⁻¹mg⁻¹, respectively. There was no statistically significant difference between esterase and GST enzyme levels in *T. urticae* populations collected from oil roses and esterase and GST enzyme levels in susceptible population. Synergistic effects of esterase inhibitor S-Benzyl-O,O-diisopropyl phosphorothiate (IBP) and GST inhibitor diethylmaleate (DEM) synergistic were not found to be very high. When the results were evaluated together, it was determined that *T. urticae* collected from oil rose areas had low rate of spiroadiclofen resistance in the field populations and consequently not increase in detoxification enzymes.

Key Words: *Tetranychus urticae*, resistance, spiroadiclofen, synergist, detoxification enzymes, oil rose

2019, 33 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin yrtlmesinde desteğini ve emeğini hiğbir zaman esirgemeyen tez danıŐmanım sayın Doç. Dr. Sibel YORULMAZ SALMAN'a, bilgi ve tecrbesi ile her zaman yanımda olan sayın hocam Prof. Dr. Recep AY'a, tür teŐhislerini yapan Prof. Dr. Sultan OBANOęLU'na, laboratuvar çalıŐmalarım boyunca katkı sağlayan Ziraat Yüksek Mühendisi Cenk Keskin'e ve tüm toksikoloji laboratuvar ekibine teŐekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aŐamasında beni yalnız bırakmayan Dr. Selda ÇİFTCİ'ye, Entomolog Ergin TURANTEPE'ye ve bu günlere gelmemi sağlayan babam Mehmet ÇİFTCİ'ye, annem Cemile ÇİFTCİ'ye sonsuz sevgi ve sayęılarımı sunarım.

Selçuk ÇİFTCİ
ISPARTA, 2019



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. <i>Tetranychus urticae</i> dişisi	4
Şekil 1.2. <i>Tetranychus urticae</i> ' nin gül bitkisi üzerindeki zararı	5
Şekil 1.3. <i>Tetranychus urticae</i> ' nin gül bitkisi üzerindeki zararı	5
Şekil 4.3.3.1 Esteraz jel görüntüsü 1	22
Şekil 4.3.3.2 Esteraz jel görüntüsü 2	22



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Dünya gül çiçeği üretimi	2
Çizelge 1.2. Türkiye'deki yağ gülü üretim alanları ve üretim miktarları.....	3
Çizelge 1.3. Türkiye'deki yağ gülü alanları ve üretim miktarları.....	3
Çizelge 1.4. Türkiye'de yıllara göre tarımsal ilaç kullanım miktarları.....	6
Çizelge 3.1. Isparta ilçeleri yağlık gül üretim alanları ve popülasyon sayısı.....	13
Çizelge 4.1. <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarında spirodiclofene karşı belirlenen LC ₅₀ değerleri ve LC ₅₀ değerine göre direnç oranları...	18
Çizelge 4.2. Hassas ve yağlık gül alanlarından toplanan <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarının sinerjist+ilaç çalışmaları.....	19
Çizelge 4.3. Hassas ve yağlık gül alanlarından toplanan <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri	21
Çizelge 4.4. Hassas ve yağlık gül alanlarından toplanan <i>Tetranychus urticae</i> popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri.....	22

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

dNTP:	Deoksinükleosidtrifosfat
GST:	Glutathione-S-Transferase
IBP:	S-Benzyl-O, O-diisopropyl phosporothiate
LC ₅₀ :	Lethal Konsantrasyon 50
M:	Molar
mL:	Mililitre
mM:	Milimolar
NADPH:	Nicotinamide Adenine Dinucleotid Phosphate
ng:	Nanogram
P450:	Cytochrome P450
µl:	Mikrolitre



1. GİRİŞ

Rosaceae familyasında yer almakta olan gül, (*Rosa spp.*) güzel, renkli ve hoş kokulu bir süs bitkisidir. Doğu Asya, gülün anavatanı olarak bilinmektedir (Ecevit, 1986). Türkiye’de *Rosa damascena* (Rosaceae) türüne “Yağ gülü, Isparta gülü, Şam gülü, Ölü gülü, Pembe gül, Reçellik gül, Kazanlık gül, Güla Muhammedi, Peygamber kokusu” gibi yöresel isimler verilmektedir (Özçelik vd., 2013). Isparta ve çevresinde yağlık gül çiçeği Mayıs ve Haziran aylarında, mevsim şartlarına göre 450-1000 kilogram arası gül çiçeği hasat edilmektedir (Anonim, 2017a). Gül çiçeğinden iki ürün elde edilmekte olup, bu ürünler konkret olarak bilinen katı gül yağı ve gül yağı olarak bilinen ince gül yağıdır. Absolüt konkretten elde edilmekte olup etil alkol ekstraksiyonu ile üretilmektedir (Anaç, 1984; Kürkçüoğlu ve Başer, 2003; Aycı vd., 2005; Kart vd., 2012). 1 kg gül konkretin elde edilmesi için yaklaşık 350 kg gül çiçeği, 1 kg gül yağının elde edilmesi içinde yaklaşık 3750 kg gül çiçeği işlenmesi gerekmektedir (Gökdoğan, 2013; Anonim, 2017a). İlk zamanlarda gül çiçeğinden sadece gül yağı ve gül suyu elde edilmekteyken günümüzde 40’tan fazla gül ürünü elde edilmektedir. Gül yağı, kozmetik sanayinin yanında temizlik sanayinde de kullanılmaktadır (Anonim, 2017a). Yağlık gül çiçeklerinden elde edilen gülyacı, koku verici ve fiksator olarak kozmetik ve parfümeride yoğun olarak kullanılırken ayrıca likör, şekercilik, sakız, jöle, sabun ve deterjanlarda, diş macunlarında koku verici, tıpta ise antiseptik olarak kullanılmaktadır. Gül suyunun antiseptik etkisinden dolayı gözdeki iltihaplanmalarda, ekzema tedavisi ve diş ağrılarında kullanılmaktadır. Gül suyunun yoğun olarak parfümeri sanayisinde, gül kremi ve traş losyonu üretiminde ayrıca alkolsüz olması nedeniyle dini törenlerde kullanılmaktadır (Baytop, 1963; Kart vd., 2012).

Türkiye’de Göller yöresi (Isparta, Burdur, Afyonkarahisar ve Denizli) ile Bulgaristan’ın Kazanlık Yöresi (Plovdiv, Pazarcık, Stara Zagora ve Karlova) dünya üzerinde en önemli gül ürünleri ve yağ gülü üretimi yapılan merkezlerin başında gelmektedir (Baydar, 2016). Dünya gül yağı üretiminin % 60’ı Türkiye’de, bu üretimin % 80’i Isparta ilinde ve %20’lik kısmı ise Burdur ve Afyon ilinde yapılmaktadır (Anonim, 2013). Göller yöresinde yağ gülü üretiminin % 80’ini tek

başına karşılayan Isparta ilinde Merkez ilçe, Gönen, Keçiborlu, Eğirdir, Uluborlu ve Atabey ilçelerinde, yoğun olarak gül tarımı yapılmaktadır (Baydar, 2016).

R. damascena kökeninin Şam olduğu varsayımlar arasındadır. Osmanlı İmparatorluğu'nun sınırları içerisinde Bulgaristan ve Şam'ın olduğu zamanlarda, *R. damascena* bitkisi üreticiler tarafından Şam'dan alınarak, Bulgaristan'ın verimli ekolojik şartlarına sahip Kazanlık bölgesine götürülüp adaptasyonu sağlanmıştır. İlk defa 1870 yılında bir göçmen tarafından Anadolu'ya getirilip Manisa, Bursa, Denizli yörelerine dikilmiştir. 1888 yılında Yalvaç kazası eşrafından Meydan bey oğlu Mehmet İzzet Efendi'nin oğlu Müftüzade İsmail Efendi tarafından Bulgaristan'ın Kazanlık bölgesinden Isparta'ya getirilip Gülcü Mahallesine dikildiği bilinmektedir. (Anonim, 2019a; Baydar, 2016).

Dünyada yılda ortalama 15.000 ton civarında “*Rosa damascena*” türü gül çiçeği üretimi yapılmakta, Türkiye ve Bulgaristan gül çiçeği üretimi yapan önemli ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye ve Bulgaristan'da üretilen gül yağı ve gül konkretlerinin tamamı dünya parfüm ve kozmetik sanayisinde işlem görmektedir. Son 8 yıllık üretim miktarları Çizelge 1.1 gösterilmektedir (Anonim, 2017a).

Çizelge 1.1. Dünya gül çiçeği üretimi (Ton) / (Anonim, 2017a)

Yıl	Üretim	
	Türkiye	Bulgaristan
2010	6 000	5 000
2011	6 000	3 500
2012	6 500	4 500
2013	6 700	5 500
2014	6 750	6 000
2015	6 250	5 200
2016	7 250	5 750

Çizelge 1.2.'de yıllara göre Türkiye'deki yağlık gül üretim alanları ve üretim miktarları verilmektedir. 2011 yılında 1860480 metrekare alanda 105363657 adet ürün alınırken bu miktar 2017 yılında 2067547 metrekare alandan 97587112 adet ürün olarak değişmiştir. Yıllar içinde ekilen alan genellikle artarken üretimde, ekilen alana paralel olarak artmaktadır (Anonim, 2019b). Üretimde düşüşlerin yaşanmış olması o dönemlerin yoğun geçen hava şartları, hastalık ve zararlıların etkinliğinin yanında kırmızıörümcek popülasyonlarının sekonder zararlı konumuna geldiğinin rol oynadığını göstermektedir.

Çizelge 1.2. Türkiye’deki yağ gülü üretim alanları ve üretim miktarları (Anonim, 2019b)

Gül (Kesme)		
Yıl	Ekilen Alan (m ²)	Üretim (Adet)
2011	1 860 480	105 363 657
2012	1 903 300	111 763 570
2013	1 611 863	83 405 040
2014	1 677 912	87 198 996
2015	1 794 145	93 395 670
2016	1 873 817	92 591 970
2017	2 097 819	107 942 520
2018	2 067 547	97 587 112

Türkiye’de illere göre yağ gülü ekim alanları Çizelge 1.3.’te verilmiştir. Isparta 2002 yılından itibaren en fazla yağ gülü ekim alanlarına ve en fazla üretime sahip olan il olduğu görülmektedir (Anonim, 2017b).

Çizelge 1.3. Türkiye’deki yağ gülü alanları ve üretim miktarları (Anonim, 2017b)

Ürün	Isparta Alan (Da)	2002-2017 Isparta Üretim Miktarı Karşılaştırılması (Ton)			2017 Türkiye-Isparta Üretim Miktarı Karşılaştırılması (Ton)							
		2017	2002	2017	Değişim (%)	Türkiye	Isparta	Oran(%)	Sıra	Diğer İller	Üretim miktarı (Ton Adet)	
Gül Yağlık	26.155	5.828	10.900	%87	13.372	10.900	81.51	1	-	-		
									10.28	2	Burdur	1375
									6.60	3	Afyon	882
									1.61	4	Denizli	215

İki noktalı kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae), dünyada tarımsal alanlarda yayılmış, önemli zararlara yol açan polifag bir türdür (Atalay ve Kumral, 2013; Çetin ve Elma, 2019). Bu zararlı, sebzeler başta olmak üzere, meyveler, süs bitkileri, mısır, pamuk, yabancı otları da içine alan Şekil 1.1. ‘deki gibi 1100’den fazla konukçu bitki türü üzerinde zarar yaptığı bildirilmektedir (Martin, 2010; Migeon vd., 2011).



Şekil 1.1. *Tetranychus urticae* dişisi

Dişi bireyler yuvarlak vücutlu, erkek bireyler dişilere oranla daha küçük ve hareketli olup, karın kısmı geriye doğru sivrilerek ‘V’ şeklini almakta ve renkleri ise genel olarak kahverengimsi yeşil veya yeşilimsi sarı olmaktadır (Çağatay, 2016). Dişiler, portakal ve kiremit rengine kışı geçirecek olduğu zamanlarda dönüşmektedir. Vücut üzerinde bulunan kılları oldukça belirgindir ve deri üzerinden diken gibi çıkmaktadır. Yumurtaları inci tanesi gibi şeffaf, beyazımsı ve tamamen yuvarlak olmakta, açılmaya yakın koyulaşıp parlak sarı yeşil karışımı bir renk almaktadır. Vücudun her iki yanında benekler belirlemektedir, bu beneklenmeler beslenmeye başladıktan sonra görülmektedir. İki noktalı kırmızıörümcek, kışı ağaçların gövdesinde çatlak ve yarıklarda, yere dökülmüş yaprak ve yabancı otlarda döllenmiş dişi halinde geçirmekte, Mart ayının ilk haftasından itibaren kışlayan erginler kışladıkları yeri terk ederek, yapraklarda beslenmeye başlamaktadır (Anonim, 2019c). Yapraklarda yoğun olarak ağ örmektedir ve bir yaprak üzerinde zararlının bütün biyolojik dönemlerini bir arada görmek mümkündür (Badawy vd., 2010). Dişiler yumurtalarını beslendikleri yaprakların alt yüzüne tek tek olmak üzere 100-200 arasında yumurta bırakmakta ve bu yumurtalar 2-9 gün içinde açılmaktadır. Yılda 10-21 döl verebilmektedir.

Kırmızıörümcekler ağaçların yapraklarında ve meyvelerinde bitki özsuğunu emerek ve bitkiye zehirli madde salgılayarak zarar yaparken, dolaylı olarak fotosentezin azalması ve virüs hastalıklarına vektörlük yapmaları nedeniyle zarar meydana getirmektedir (Jeppson vd., 1975; Leeuwen vd., 2005; Badawy vd., 2010). Zarar gören yapraklarda; ilk önce beyaz, sonra sarı kahverengi lekeler meydana gelmektedir. Bu lekeler zamanla birleşerek, yaprağın kurummasına ve sonunda dökülmesine sebep olmaktadır (Jeppson vd., 1975).

Şekil 1.2. ve Şekil 1.3. 'te görüldüğü üzere, zararın şiddetli olduğu yapraklar kurşun veya gümüş rengini almaktadır (Murphy vd., 2014). Meyvelerde zararlının beslenmesi sonucunda soluk, sarı ve kahverengi lekeler oluşur, meyveler küçük kalır ve kalitesi de düşmektedir.



Şekil 1.2.-1.3. *Tetranychus urticae*' nin gül bitkisi üzerindeki zararı

Tetranychus urticae'nin gelişme süresi kısa ve üreme gücü yüksek bir zararlı olması nedeni ile popülasyonunu kısa sürede %40'a kadar artırabilmektedir (Shih vd., 1976; Saito vd., 1979). Tarımda zararlılar ile savaşmada kısa sürede etki göstermesi ve uygulamasının kolay olması, çoğu zaman da tür teşhisine gerek duyulmaması sebebiyle en fazla kimyasal mücadele tercih edilmektedir (Ay ve Gürkan, 2005; Tiryaki vd., 2010). Bu zararlının mücadelesinde yoğun bir şekilde insektisitler ve akarisitler kullanılmaktadır. Bu zararlıların fitofag yapısı, üreme potansiyelinin yüksek ve kısa yaşam döngüsüne sahip olması gibi nedenlerle birkaç uygulamadan sonra akarisitlere karşı direnç geliştirmesini kolaylaştırmaktadır (Stumpf ve Nauen 2001; Ay vd., 2005; Leeuwen vd., 2006).

Spirodiclofen; kontakt etkili bir akarisit, tetronik ve tetramik asit türevleri grubunun içinde bulunmaktadır (Öncüler ve Durmuşoğlu, 2008; İnak ve Çobanoğlu, 2016). Bu grupta bulunan pestisitler yağ asidi sentezinin gerçekleştiği krebs döngüsünde, lipid biyosentezini ve Asetil koenzim A karboksilaz enzimini engelleyerek etki göstermektedir. Lipid sentezi engelleyiciler, akarların daha çok durgun dönemlerinde etkili olmaktadır. Böceği bir sonraki döneme geçerken veya geçtikten hemen sonra ölümüne neden olmakta ancak dişi bireyler, bu tür ilaçlara karşı dayanıklıdır ve ilaçlara karşı daha yavaş tepki vermektedir. Ergin dişi bireylerin verimliliği düşmektedir. Verim düşüklüğü beklenen yumurta sayısına göre

azalmakta ve normal düzeninde olmamaktadır. Bunların yanı sıra yumurta bırakamayan dişilerde ölüm görülmektedir (Marcic vd., 2011; İnak ve Çobanoğlu, 2016). Türkiye’de en fazla kullanılan pestisitler sırasıyla fungusitler, insektisitler, herbisitler, akarisitler ve diğerleri olarak devam etmektedir (Çizelge 1.4).

Çizelge 1.4. Türkiye’de yıllara göre tarımsal ilaç kullanım miktarları (Anonim, 2019d)

Yıl	Tarımsal ilaç kullanımı						Toplam
	İnsektisit	Fungusit	Herbisit	Akarisit	Rodentisit	Diğer	
2006	7 628	19 900	6 956	902	3	9 987	45 376
2007	21 046	16 707	6 669	966	51	3 277	48 716
2008	9 251	16 707	6 177	737	351	5 613	38 836
2009	9 914	17 863	5 961	1 533	78	2 302	37 651
2010	7 176	17 396	7 452	1 040	147	5 344	38 555
2011	6 120	17 546	7 407	1 062	421	6 978	39 534
2012	7 264	18 124	7 351	859	247	8 766	42 611
2013	7 741	16 248	7 336	858	129	7 128	39 440
2014	7 586	16 674	7 794	1 513	149	6 007	39 723
2015	8 117	15 984	7 825	1 576	197	5 327	39 026
2016	10 425	20 485	10 025	2 025	259	6 835	50 054
2017	11 436	22 006	11 759	2 452	236	6 209	54 098
2018	13 583	23 047	14 794	2 486	309	5 801	60 020

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) direnci şöyle tanımlamaktadır: “Normal bir popülasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tespit edilen zehirli bir maddenin belirli bir dozuna karşı, aynı türün diğer popülasyonundaki bireylerin tolerans kazanma yeteneğinin gelişmesidir” (Brown, 1958; Ay ve Gürkan, 2005). Direnç genini taşıyan bireyler normal bir popülasyonda sayı olarak az bulunmaktadır. Aynı gruptan ve benzer etkiye sahip ilaçlar uygulandığında dirençli bireyler yaşamaya ve üremeye devam ederken hassas bireyler ölecektir (Ffrenç-Constant ve Roush, 1990; Ay ve Gürkan, 2005).

Çalışma alanı olarak seçilen Isparta ili, Göller Bölgesi’nin merkezi konumunda bulunmakta, coğrafi konum ve iklim bakımından, İç Anadolu, Batı Anadolu ve Akdeniz Bölgesi geçiş bölgesinde bulunması nedeni ile çok çeşitli bir bitki yelpazesine ve yağ gülü yetiştirilmesi için çok uygun toprak ve iklim şartlarına sahip olduğundan dolayı önemli bir noktada yer almaktadır. Isparta ili Türkiye’nin gül ve gül yağı üretim merkezi olmakla birlikte Dünya’nın önemli üretim merkezleri

arasında yer almaktadır. Çalışma alanı olarak seçilen bölgeler Merkez ilçe, Deregümü, Gönen ve Atabey üretim açısından yüksek kapasitede üretimin yapıldığı ilçeler olduğu için bu alanlar seçilmiştir. Buradan yola çıkarak çalışmanın amaçları arasında;

- Isparta ilinde gül ve gül yağı üretiminin en yoğun olduğu ilçelerdeki *T. urticae* popülasyonlarının spirodiclofen'e karşı direncinin belirlenmesi,
- *T. urticae* popülasyonlarının sinerjist ve detoksifikasyon enzim aktivitelerinin belirlenmesi,
- Ülkemizin yağlık gül üretiminde *T. urticae* 'ye karşı savaşıma katkı sağlamak,
- İleride yapılacak benzer çalışmalara referans teşkil etmesi de amaçlanmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Leeuwen vd. (2005), çalışmalarında tarladan toplanan *T. urticae* popülasyonunu (MR-VL) ile duyarlı bir laboratuvar popülasyonu (LS-VL)'nin karşılaştırmalı akarisit duyarlılığı ve detoksifike edici enzim aktivitelerini araştırmışlardır. MR-VL popülasyonunu birkaç akarisit ile çapraz direnç açısından incelemişlerdir. Çapraz direnç clofentezine (RR = 2631), dimethoate (RR = 250), chlorfenapyr (RR = 154), bromopropylate (RR = 25), amitraz (RR = 17), flucikloxuron (RR = 15) ve azocyclostin (RR = 15) belirlenmiştir. Abamectin, aceuinocyl, bifenazate, tebufenpyrad ve spiroadiclofen ile herhangi bir çapraz direnç belirtisi olmadığı bildirilmiştir. Dirençli popülasyonda esterase enzim miktarında artış olduğu buna karşılık GST enziminin dirençte rol oynamadığı belirlenmiştir.

Nauen, (2005), çalışmalarında tüm dünyadan topladığı *T. urticae* popülasyonlarında, spiroadiclofene karşı direnç tespit etmemiştir. Çalışma sonucunda spiroadiclofenin eğer dikkatli bir şekilde ve önerildiği gibi kullanılırsa tetranychidae akar türlerinde direnç için hızlı bir şekilde seleksiyon eğilimi düşük olan, direnç yönetimi stratejilerinde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Ay ve Kara (2009), yaptıkları çalışmaya göre amitraz'a dirençli *T. urticae*'de çoklu direnç, kalıtım, sinerjizm ve detoksifikasyon mekanizmalarını incelemişlerdir. Başlangıç popülasyonu amitraz ile her seleksiyon popülasyonu için belirlenen LC₆₀ değerleriyle 15 kez seleksiyon yapılmıştır ve AMT 15 olarak isimlendirilmiştir. AMT 15 popülasyonunda 32.02 kat amitraz direnci bulunmuştur. AMT 15 popülasyonuna 3 farklı sinerjist, piperonyl butoxide (PBO), triphenyl phosphohate (TPP) veya S benzyl-O, O-Diisopropyl phosphorothioate (IBP) + amitraz uygulanmıştır. Amitraz ile en yüksek sinerjistik etkiyi PBO göstermiştir, diğerleri sınırlı kalmıştır. AMT 15 popülasyonunda en yüksek çoklu direnç oranı abamectin (8.38 kat) ve propargite (6.37 kat)'e karşı belirlenmiştir. AMT 15 popülasyonunda hassas popülasyona göre popülasyona göre esterase (2.19kat), Glutathion S-transferase GST (1.07 kat) ve Sitokrom P450 monooksijenaz (P450) (29.24 kat) enzim aktivitelerinde önemli miktarda artış belirlenmiştir.

Pottelberge vd. (2009), çalışmalarında *T. urticae*'nin spirodiclofen'e olan direncini araştırmışlardır. Kırmızıörümcek popülasyonunda spirodiclofen direnç oranı 274 kat olarak bulunmuştur. Spirodiclofenin enzimatik detoksifikasyonunda ise P450 monoksijenaz, esteraz ve GST enzimlerinin aktivitesinin yüksek olduğu bildirilmiştir.

Hu vd. (2010), yapmış oldukları çalışmada Çin turunçgil bahçelerinden toplanan *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) popülasyonlarının spirodiclofene direncini araştırmışlardır. 2009 yılında toplanan akar popülasyonunda 127 kat spirodiclofen direnci belirlemişlerdir. Bu popülasyonda spirotetramat'a karşı çapraz direnç tespit etmişlerdir.

Khajehali vd. (2011), yaptıkları çalışmada Hollanda gül seralarındaki *T. urticae* popülasyonundaki akarisit direnci ve direnç mekanizmalarını incelemişlerdir. En sık detoksifikasyon enzim aktivitelerinde artış sağlanmış ve direncin aminoasit yerinin değişimiyle olduğu saptanmıştır. Bifenthrin ve abamectin gibi geleneksel akarisitlere karşı direnç seviyeleri yüksektir, bu durum kontrolde başarısızlığa yol açmıştır.

Kramer ve Nauen (2011), yaptıkları çalışmada 2009 ve 2010 yıllarında Avrupa'nın farklı ülkelerinden topladıkları 60 dan fazla *P. ulmi* popülasyonunda spirodiclofen'e karşı bazı popülasyonlarda da 60 kata kadar direnç belirlemişlerdir. Ayrıca spirodiclofen ile seleksiyon yaptıkları bir tarla popülasyonunda 7000 kat direnç geliştiğini bulmuşlardır.

Ilias vd. (2012), yapmış oldukları çalışmada Yunanistan'da değişik sebze ve gül alanlarından topladıkları (açık alan) *T. urticae* popülasyonlarında, direnç düzeylerini araştırmışlardır. *T. urticae*'nin 10 popülasyonunda da spirodiclofene karşı direnç belirlenmemiştir. Ancak gül alanından toplanan TU7 popülasyonunda pirimiphos-methyl için 74 kat, bifenthrin için 8413 kat, pyridaben için 34 kat, fenazaquin için 33 kat, fenbutatin oxide için 1434 kat ve abamectin için 434 kat çoklu direnç gelişimi belirlenmiştir.

Saryazdi vd. (2013), yaptıkları çalışmada *T. urticae*'de spiromesifen, spirotetramat ve spirodiclofenin lethal ve sublethal etkilerini incelemişlerdir. *T. urticae*

yumurtalarında her üç akarisit de ovisidal etkisi bulunduğu, ancak yalnızca spirodiclofenin ergin akarlar üzerinde etki gösterdiği belirlenmiştir.

Salman ve Kaplan (2014), çalışmalarında Isparta ili Merkez ilçe Deregümü köyü domates seralarından 2014 yılında toplanan *T. urticae* popülasyonlarının abamectin, spiromesifen ve hexythiazox'a karşı direnç düzeyleri biyoassay ve biyokimyasal yöntemlerle belirlemişlerdir. *T. urticae* popülasyonlarında abamectine'e karşı 8.36-25.26 kat; spiromesifen'e karşı 8.16-22.82 kat ve hexythiazox'a karşı 8.85- 11.76 kat arasında direnç düzeyleri belirlemişlerdir. *T. urticae* popülasyonlarının esterase, GST ve P450 seviyeleri sırasıyla 10.80-22.60, 2.56-2.78 ve 0.0020-0.0040 mOD min⁻¹ mg⁻¹ protein arasında değişmiştir. Sonuç olarak domates seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında üç akarosite karşı gelişen dirençte esterase ve P450 enzimlerinin etkili olabileceği, ancak GST enziminin ise direnç gelişiminde etkili olmadığı görüşü bildirilmiştir.

Sato vd. (2016), yaptıkları çalışmada Brezilyanın Sao Paulo eyaletindeki ticari krizantem alanlarından toplanan dört popülasyonun karışımından kaynaklanan bir popülasyonda spiromesifen direnci için 20 seleksiyondan sonra, direnç oranını (RR₅₀) 121 kat bulmuşlardır. Spiromesifen direncinin laboratuvar koşullarında seleksiyon baskısı devam etmediğinde dengesiz olduğu ve direnç sıklığının altı ayda %75'ten %0.15'e düştüğünü belirlemişlerdir. Brezilya'daki Goias, Mato Grosso ve Sao Paulo eyaletlerinde bulunan bazı mahsullerden elde edilen 23 *T. urticae* popülasyonunun değerlendirilmesi, akar popülasyonlarının spiromesifene duyarlılığının değişken olduğunu göstermiştir.

Turan vd. (2016), yaptıkları çalışmada Antalya ili Kumluca ilçesi kavun seralarından toplanan *T. urticae*'nin abamectin ve spirodiclofen etkili maddelerine karşı duyarlılık düzeyleri belirlenmiştir. Kavun seralarından toplam 20 adet *T. urticae* popülasyonu toplanmıştır. *T. urticae* popülasyonlarının LC₅₀ değeri, ilaçlama kulesi kullanılarak yaprak disk metodu ile bulunmuştur. *T. urticae* popülasyonlarında abamectine'e karşı 8.44-26.56 kat ve spirodiclofen'e karşı 4.91-19.02 kat arasında direnç düzeyleri belirlenmiştir.

Salman ve Kocaman (2017), yapmış oldukları çalışmada Karanfil seralarından toplanan dört adet *T. urticae* popülasyonunda abamectin ve spiroadiclofen'e karşı duyarlılık düzeyleri, petri kabı ilaçlama kulesi yöntemini kullanılarak belirlenmişlerdir. İki noktalı kırmızıörümcek popülasyonlarında abamectine karşı 43.53-246.23 kat ve spiroadiclofen'e karşı 30.49-118.78 kat direnç belirlenmiştir.

Adesanya vd. (2018), yapmış oldukları çalışmada *T. urticae* popülasyonlarında akarisit direncinin fenotipik ve genotipik plastisitesini incelemişlerdir. Abamectin, bifenthrin, fenpyroximate, hexythiazox ve spiroadiclofen'in nane ve mısır yeminden elde edilen *T. urticae* popülasyonundaki direnç mekanizmasına bakılmıştır. Hem nane hem de mısır yeminden alınan *T. urticae* popülasyonlarında transkripsiyon genleriyle ilgili yüksek aktiviteye rastlanmıştır ve bunların abamectin, fenpyroximate ve spiroadiclofen direnci ile ilgili olduğu gözlenmiştir.

Saber vd. (2018), yaptıkları çalışmada *T. urticae*'nin yaşam yaşam hikayesinde ve yaşam tablosu parametreleri üzerine spiroadiclofen, abamectin ve piridaben'in sublethal etkilerini incelemişlerdir. Sublethal çalışmalar için spiroadiclofen, abamectin ve piridaben (sırasıyla 3.84, 0.04 ve 136.96 µg a.i./mL) LC₂₅ değerleri kullanılmıştır. Tüm akarisitler, *T. urticae* biyolojik parametreleri üzerinde gelişimsel zaman, hayatta kalma oranı ve doğurganlık dahil önemli etkiler göstermiştir. LC₂₅'te spiroadiclofen, abamectin ve piridaben ile muamele edilen dişiler, belirgin bir şekilde azalmış net üreme hızı (R₀), sonlu artış oranı (λ) ve içsel artış oranını (r) göstermiştir. Spiroadiclofen, abamectin ve piridaben ile tedavi edilen gruplar ve kontrol gruplarında içsel artış oranı, kadın başına günde 0.0138, 0.0273, 0.039 ve 0.2481 dişi yavrular olmuştur. Sonuçlar, test edilen pestisitlerin ölümcül konsantrasyonlarının, örümcek akarının yaşam özelliklerini güçlü bir şekilde etkilediğini ve sonuç olarak gelecek nesillerde akar popülasyonunun büyümesini etkileyebileceğini göstermiştir.

Yalçın vd. (2018) yaptıkları çalışmada *T. urticae*'nin arazi ve laboratuvar popülasyonunda biyoassay testler yaparak larva denemelerinde etoxazole ve spiromesifen, ergin denemelerinde abamectin ve tebufenpyrad direncini araştırmışlardır. Ayrıca biyokimyasal çalışmalarda kinetik esteraz ve GST enzim aktivitesi microplate reader yöntemiyle araştırılmıştır. Laboratuvar popülasyonuna kıyasla LC₅₀ değerlerine göre direnç oranları abamectin, etoxazole, spiromesifen ve

tebufenpyrad için sırasıyla 2.39–7.86, 6.80–15.39, 4.61–9.73, ve 5.51–12.47-kat arasında değişen oranlarda bulunmuştur. Arazi popülasyonlarının esteraz ve GST enzim aktiviteleri sırayla 7.72–10.69 mOD min⁻¹ mg⁻¹ protein ve 5.92–7.56 mOD min⁻¹ mg⁻¹ protein, hassas popülasyonun ise 3.83 ve 5.49 mOD min⁻¹ mg⁻¹ protein olarak tespit edilmiştir.

Wu vd. (2019), yaptıkları çalışmada 37 adet *T. urticae* popülasyonunda çoklu akarisit direnci ve direnç mekanizması incelenmiştir. Çoklu akarisit direnci için etoxazole fenpyroximate ve spiroadiclofen etkili maddelerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda *T. urticae*'nin akarisitlere karşı kompleks bir adaptasyon geliştirdiğini saptamışlardır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. *Tetranychus urticae* Popülasyonları

3.1.1. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının toplanması

Çalışmada kullanılan *T. urticae* popülasyonları 2018 yılı yağlık gül üretim sezonu boyunca Isparta ilinde en fazla yağlık gül üretimi yapılan ilçelerden toplanmıştır (Çizelge 3.1). Survey çalışmaları sırasında üzerinde iki noktalı kırmızı örümcek bulunduğundan şüphelenilen gül yaprakları poşetler içerisine alınarak etiketlenmiştir. Gül bahçelerinden toplanılan örnekler buz kutusu içerisinde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Toksikoloji Laboratuvarı getirilmiştir. Isparta ili Dereğümü ve Ardıçlı ilçelerinden 3'er popülasyon, Atabey ve Gönen ilçelerinden 2'şer popülasyon olmak üzere toplam 10 popülasyon toplanmıştır.

Çizelge 3.1. Isparta ilçeleri yağlık gül üretim alanları ve popülasyon sayısı

İlçe	Popülasyon sayısı
Keçiborlu(Ardıçlı)	3
Gönen	2
Merkez(Dereğümü)	3
Atabey	2

3.1.2. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının üretimi

Laboratuvarlara getirilen *T. urticae* popülasyonlarının kitle üretimi için barbunya çeşidi taze fasulye bitkileri (*Phaseolus vulgaris* L.) kullanılmıştır. Bölüm kabinlerinde plastik saksılara ekilen barbunya fasulyesi tohumları çimlendikten sonra uygun yapraklanma dönemine ulaştığında yetiştirme kabinlerine alınmıştır. Buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilen popülasyonlar yetiştirilmek üzere bitkilere aktarılmıştır. Popülasyonlarla bulaşık saksılar kabindeki raflarda içi su içeren kütetlere yerleştirilmiştir. Popülasyonlar 26±1 °C sıcaklıkta, % 50-60 oranlı nem ve floresan lambalar ile 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarda yetiştirilmiştir. Karşılaştırma popülasyonu olarak kullanılan *T. urticae*'nin hassas popülasyonu German Susceptible Strain (GSS) 2001 yılında böcek yetiştirme kabinlerine

Rothamstad Experimental Station (İngiltere) getirilmiş ve halen herhangi bir pestisitle muamele edilmeden yetiştirilmiştir.

Ayrıca araziden toplanılan popülasyonlardan dişi kırmızıörümcek preparatları hazırlanmıştır. Popülasyonların tamamı Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Sultan ÇOBANOĞLU tarafından teşhis edilmiştir.

3.2. Akarisit Özellikleri

Çalışmada spiroadiclofen etkili maddeyi içeren bir ticari akarisit formülasyonu kullanılmıştır (Envidor® SC 240 Bayer, Türkiye).

3.3. Biyoassay Çalışmalar

3.3.1. Toksikite testi

Toksikite testi Rauch ve Nauen (2002)'nin, yöntemi uyarlanarak gerçekleştirilmiştir. *T. urticae*'nin spiroadiclofen karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerini belirlemek için ön çalışmalarla yaklaşık % 90-99 ölüm veren doz saptanmıştır. Bu yöntemde spiroadiclofenin belirlenen ilk dozu saf su içinde çözülerek uygun dozlar hazırlanmıştır. Hazırlanan ilk dozdan itibaren spiroadiclofen konsantrasyonları %50 seyreltilerek denemeler 1 kontrol+7 doz, 3 tekrür olacak şekilde kurulmuştur. Nem sağlamak amacıyla ıslatılmış pamukla kaplı 9 cm. çapındaki Petriler üzerinde 3 cm'lik yaprak diskler hazırlanmıştır. Yaprak disk üzerine aynı dönemdeki 25 adet kırmızıörümcek ergin dişisi stereomikroskop altında yumuşak uçlu fırça yardımıyla aktarılmıştır. Petrilere ilaçlama kulesinde 1 bar basınç altında yaprak üzerine 2 ml olacak şekilde hazırlanan ilaç konsantrasyonları püskürtülmüştür. Kontrole sadece saf su uygulanmıştır. Fırça ucuyla dokunulduğunda hareket etmeyen veya kendi vücut uzunluğu kadar yürüyemeyen akarlar ölü olarak kabul edilmiştir. Ölü-canlı sayımları 24 saat sonra yapılmıştır. Elde edilen verilerden yararlanarak farklı akar popülasyonlarının LC₅₀ değerleri POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, 1994) hesaplanmıştır. *T. urticae* popülasyonlarının belirlenen LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değerine oranlanması ile direnç katları

hesaplanmıştır. Çalışmada, kontroldeki ölümlerin %10'dan fazla olması ve en yüksek dozda %95'ten az ölüm olması en düşük dozda ise %5'ten fazla ölüm olması durumunda denemeler tekrar kurulmuştur.

3.3.2. Sinerjistik etki çalışmaları

Bu çalışma *T. urticae* popülasyonlarında bazı sinerjistlerin spirodiclofen üzerine olan etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Sinerjistlerin spirodiclofen üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla esteraz enzim inhibitörü IBP ve GST enzim inhibitörü DEM sinerjistleri kullanılmıştır (Kim vd., 2004; Leeuwen vd., 2004).

Sinerjist+ spirodiclofen çalışmalarında da *T. urticae*'nin aynı dönem ergin bireyleri kullanılmıştır. Denemeler 1 kontrol + 7 doz, 3 tekerrür olacak şekilde kurulmuştur. Tabanı ıslatılmış pamukla kaplı 9 cm. çapındaki petriyer üzerinde hazırlanan 3 cm'lik yaprak diskleri üzerine 25±2 adet aynı yaştaki *T. urticae* erginleri stereomikroskop altında aktarılmıştır. Sinerjistler 1:1 oranında aseton: saf su içerisinde çözülmüştür. Hazırlanan sinerjist çözeltileri ilaçlama kulesinde tabanında ıslatılmış pamuk bulunan petriyer üzerine yerleştirilen yapraklar üzerine 1 bar basınç altında 1 mL olarak püskürtülmüştür.

İçerisinde *T. urticae* bulunan Petriyer 1 saat boyunca 26 ± 1 C sıcaklıkta %60-65 nem ve 16:8 fotoperiyot koşullarında tutulmuştur. 1 saat sonra hazırlanan spirodiclofen konsantrasyonları ile ilaçlama yapılmıştır. Kontrolde sadece sinerjist kullanılmıştır. Ölü-canlı sayımları 24 saat sonra yapılmıştır. Elde edilen verilerden yararlanarak farklı akar popülasyonlarının LC₅₀ değerleri POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, 1994) hesaplanmıştır. Sinerjistik etki oranı= Sinerjistsiz LC₅₀ / Sinerjistli LC₅₀ formülü ile hesaplanmıştır (Kim vd., 2004).

3.4. Biyokimyasal Çalışmalar

3.4.1. Detoksifikasyon enzimlerinin belirlenmesi

3.4.1.1. Poliakrilamid jel elektroforez (PAGE) ile esteraz enziminin incelenmesi

Elektroforez çalışmaları Goka ve Takafuji (1992)'inin, yöntemi uyarlanarak gerçekleştirilmiştir. Elektroforez işlemi mini kasetli sistemde (Bio-Rad) %7.5'lük ayırıcı ve %3.5'lük yükleyici jel içeren kesikli doğal elektroforez metodu kullanılmıştır. Beş adet ergin dişi birey 50 µl homojenizasyon tamponunda (%0.1 Triton X-100 içeren %32'lik sukroz) içerisinde plastik ezici ile homojenize edilmiştir. Polimerizasyondan sonra her bir jel hücresine 10 µl homojenat yüklenmiştir. Elektroforezde koşurma işlemi 150 V'da yaklaşık 1.5 saat'de yapılmıştır. Daha sonra 0.2 M fosfat buffer (pH 6.5 ve %1 aseton içeriyor) ile %0.02 lik α -naphthyl asetat substrat solüsyonu hazırlanmıştır. Jel bu çözeltide esteraz enzimi inkübasyonu için 30 dk bekletilmiştir. İnkübasyondan sonra %0.02'lik α -naphthyl asetat solüsyonu ile %0.4 oranında fast blue BB salt boya solüsyonu hazırlanmış ve jel bu çözeltide 1 saat boyanmıştır. Boyama işlemi bittikten sonra jel %7'lik asetik asit çözeltisi içerisine alınarak 24 saat sonra görüntüleme cihazında fotoğrafı çekilmiştir.

3.4.1.2. Spektrofotometrik yöntem ile esteraz enzim aktivitesinin belirlenmesi

Esteraz aktivitesinin spektrofotometrik yöntemle kinetik olarak belirlenmesinde substrat olarak α -naphthyl acetate kullanılmıştır (Stumpf ve Nauen 2002). Akarın 20 adet ergin dişi bireyi 100 µl sodyum fosfat buffer (0.1M, pH 7.5) (%0.1 Triton X-100 içeren) içinde homojenize edilmiştir. Bu homojenat 10000 g, +4 °C'de ve 5 dk santrifüj edildikten sonra enzim kaynağı olarak kullanılmıştır. Enzim kaynağı olarak kullanılan supernatant 10 kez seyreltilmiştir. Mikropakanın hücrelerine 25 µl supernatant +25 µl fosfat buffer (0.2 M, pH:6) konmuştur. Çalışma hücrelere 200 µl 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 – naphthyl acetate'in eklenmesiyle elde edilmiştir. Enzim aktivitesi 23 °C sıcaklıkta, 450 nm dalga boyunda 10 dk süreyle okunmuştur.

3.4.1.3. Spektrofotometrik yöntem ile glutathion s-transferaz (GST) enzim aktivitesinin belirlenmesi

GST enziminin spektrofotometrik yöntemle kinetik olarak belirlenmesinde Stumpf ve Nauen (2002)'in geliştirdikleri yöntem kullanılmıştır. Akarın 30 ergin dişi bireyi 300 μ l Tris HCL buffer (0.05M, pH:7.5) içinde homojenize edilmiştir. Supernatant 10000g ve +4°C sıcaklıkta 5 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Homojenattan çekilen 100 μ l supernatant, 100 μ l 1-chloro-2,4-dinitrobenzene (CDNB) ve 100 μ l reduced glutathione (GSH)'dan oluşan toplam hacim mikrolplaka hücrelerine konulmuştur. CDNB %0.1 ethanolde hazırlanmış ve final konsantrasyonda hücrelerde 0.4 mM CDNB kullanılmıştır. GSH Tris HCL tamponunda hazırlanarak final konsantrasyonda hücrelerdeki miktarı 4 mM olmuştur. Absorvanstaki değişim 340 nm dalga boyunda, 25°C'de ve 5 dk süreyle okunmuştur.

Biyokimyasal çalışmalarda, kontrol hücreleri ise homojenatsız olarak okunmuştur. Enzim okumaları dört tekerrürlü olacak şekilde yapılmış, tüm enzim aktiviteleri Softmax PRO software programında analiz edilerek sonuçlar $mOD \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ olarak sunulmuştur. Örneklerin toplam protein miktarlarının belirlenmesinde Bradford (1976)'un total protein tayin yöntemi kullanılarak Bovine Serum Albumine (BSA) standart olarak alınmıştır. Enzim sonuçlarından elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi tekniği ile (One-Way ANOVA) analiz edilmiş ve popülasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Toksikite Sonuçları

Isparta ili yağlık gül üretim alanlarından toplanan popülasyonların biyoassay testlerle belirlenen spiroadiclofen'e karşı LC₅₀ değerleri ve LC₅₀ değerine göre direnç oranları Çizelge 4.1'de verilmektedir. Ayrıca biyoassay testler sonucu belirlenen Deregümü 1, Deregümü 2, Deregümü 3, Atabey 1, Atabey 2, Ardıçlı 1, Ardıçlı 2, Ardıçlı 3, Gönen 1, Gönen 2 popülasyonları için LC₅₀ değerlerine göre direnç oranları sırasıyla 1.91, 1.17, 1.17, 1.37, 1.71, 1.61, 2.02, 1.97, 1.91, 1.91 kat olarak bulunmuştur. Yağlık gül üretim alanlarından toplanan popülasyonlarda spiroadiclofene karşı direnç bulunamamıştır.

Çizelge 4.1. *Tetranychus urticae* popülasyonlarında spiroadiclofene karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve LC₅₀ değerine göre direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC ₅₀ (mg a.i l ⁻¹) (95% CL)	R**
Atabey 1	600	2.558±0.316	1.606 0.753-2.448	1.37
Atabey 2	600	1.737±0.214	2.010 0.617-3.468	1.71
Gönen 1	600	1.349±0.181	2.249 1.474-3.053	1.91
Gönen 2	600	1.319±0.180	2.249 0.232-4.703	1.91
Ardıçlı 1	600	1.155±0.171	1.886 1.104-2.700	1.61
Ardıçlı 2	600	4.57±0.75	2.369 0.299-4.850	2.02
Ardıçlı 3	600	2.57±0.26	2.310 0.651-4.158	1.97
Deregümü 1	600	2.63±0.25	2.247 0.282-4.491	1.91
Deregümü 2	600	5.08±0.52	1.376 0.851-1.907	1.17
Deregümü 3	600	2.62±0.17	1.380 0.573-2.203	1.17
GSS	600	0.25±1.10	1.175 0.782-1.536	-

*: Birey sayısı

** : Direnç oranı

4.2. Sinerjist + Spirodiclofen Çalışmaları Sonuçları

Yağlık gül alanlarından toplanan ve hassas *T. urticae* popülasyonlarında sinerjist+spirodiclofen çalışmaları sonuçları Çizelge 4.2’te verilmiştir. Çalışma sonucunda arazi popülasyonlarının tamamında hem IBP hem de DEM sinerjisti açısından yüksek sinerjistik oranlar elde edilmemiştir. Spirodiclofen+IBP sonuçlarında en düşük sinerjistik oran Atabey-1 popülasyonunda 1.01 kat, en yüksek sinerjistik oran ise Deregümü-1 popülasyonunda 1.46 kat olarak bulunmuştur. Spirodiclofen+DEM sonuçlarında en düşük sinerjistik oran Atabey-1 popülasyonunda 1.03 kat, en yüksek sinerjistik oran ise Gönen-1 ve Ardıçlı-3 popülasyonunda 1.44 kat olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Hassas ve yağlık gül alanlarından toplanan *Tetranychus urticae* popülasyonlarının sinerjist+ilaç çalışmaları

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC ₅₀ (mg a.i l ⁻¹) (95% CL)	R**
Atabey-1 (Sinerjistsiz)	600	2.558±0.316	1.606 0.753-2.448	-
Spirodiclofen +IBP	600	1.710±0.224	1.584 0.646-2.540	1.01
Spirodiclofen +DEM	600	1.568±0.251	1.559 0.923-2.190	1.03
Atabey-2 (Sinerjistsiz)	600	1.737±0.214	2.010 0.617-3.468	-
Spirodiclofen +IBP	600	1.456±0.199	1.538 0.263-2.936	1.31
Spirodiclofen +DEM	600	1.262±0.224	1.842 1.022-2.673	1.09
Gönen-1 (Sinerjistsiz)	600	1.349±0.181	2.249 1.474-3.053	-
Spirodiclofen +IBP	600	1.282±0.187	2.115 1.345-2.924	1.06
Spirodiclofen +DEM	600	1.425±0.240	1.561 0.878-2.241	1.44
Gönen-2 (Sinerjistsiz)	600	1.319±0.180	2.249 0.232-4.703	-
Spirodiclofen +IBP	600	1.553±0.199	1.827 0.670-3.065	1.23
Spirodiclofen +DEM	600	1.460±0.241	1.575 0.906-2.241	1.43

Çizelge 4.2. Hassas ve yağlık gül alanlarından toplanan *Tetranychus urticae* popülasyonlarının sinerjist+ilaç çalışmaları (Devamı)

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC ₅₀ (mg a.i l ⁻¹) (95% CL)	R**
Ardıçlı-1 (Sinerjistsiz)	600	1.155±0.171	1.886 1.104-2.700	-
Spirodiclofen +IBP	600	1.493±0.200	1.674 0.667-2.729	1.13
Spirodiclofen +DEM	600	1.360±0.229	1.624 0.923-2.326	1.16
Ardıçlı-2(Sinerjistsiz)	600	1.367±0.185	2.369 0.299-4.850	-
Spirodiclofen +IBP	600	1.630±0.206	1.704 0.617-2.842	1.39
Spirodiclofen +DEM	600	1.573±0.241	1.853 1.179-2.528	1.28
Ardıçlı-3 (Sinerjistsiz)	600	1.440±0.185	2.310 0.651-4.158	-
Spirodiclofen +IBP	600	1.423±0.194	1.622 1.048-2.210	1.42
Spirodiclofen +DEM	600	1.615±0.255	1.605 0.973-2.229	1.44
Deregümü-1 (Sinerjistsiz)	600	1.607±0.206	2.247 0.282-4.491	-
Spirodiclofen+IBP	600	1.703±0.227	1.544 1.031-2.061	1.46
Spirodiclofen +DEM	600	1.573±0.248	1.689 1.031-2.343	1.33
Deregümü-2 (Sinerjistsiz)	600	1.484±0.199	1.376 0.851-1.907	-
Spirodiclofen +IBP	600	1.625±0.216	1.278 0.416-3.250	1.07
Spirodiclofen +DEM	600	1.347±0.242	1.110 0.527-1.696	1.24
Deregümü-3 (Sinerjistsiz)	600	1.577±0.204	1.380 0.573-2.203	-
Spirodiclofen +IBP	600	1.745±0.223	1.223 0.782-2.908	1.12
Spirodiclofen +DEM	600	1.015±0.218	1.184 0.425 – 1.975	1.17

*: Birey sayısı

** : Direnç oranı

4.3. Biyokimyasal Test Sonuçları

4.3.1. GST enzim aktivitesi sonuçları

Yağlık gül alanlarından toplanan ve hassas *T. urticae* popülasyonlarında biyokimyasal testlerle elde edilen GST enzim aktivitesi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Tüm popülasyonlar arasında en düşük enzim aktivitesi Deregümü-3 popülasyonunda $2.00 \text{ mOD min}^{-1} \text{ mg}^{-1} \text{ protein}$, en yüksek GST enzim aktivitesi hassas popülasyonda (GSS) $2.30 \text{ mOD min}^{-1} \text{ mg}^{-1} \text{ protein}$ olarak bulunmuştur. Yağlık gül alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri hassas popülasyon ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur ($P < 0.05$).

Çizelge 4.3. Hassas ve yağlık gül alanlarından toplanan *Tetranychus urticae* popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri

Popülasyon	n*	Spesifik aktivite $\text{mOD min}^{-1} \text{ mg}^{-1} \text{ protein}$	R/S**
Hassas popülasyon	4	2.30a***	-
Atabey-1	4	2.15a	<1
Atabey-2	4	2.09a	<1
Gönen-1	4	2.05a	<1
Gönen-2	4	2.01a	<1
Ardıçlı-1	4	2.18a	<1
Ardıçlı-2	4	2.26a	<1
Ardıçlı-3	4	2.12a	<1
Deregümü-1	4	2.08a	<1
Deregümü-2	4	2.05a	<1
Deregümü-3	4	2.00a	<1

*Tekerrür sayısı

**Denenen popülasyonun enzim aktivitesi / hassas popülasyonun enzim aktivitesi

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

4.3.2. Esteraz enzim aktivitesi sonuçları

Yağlık gül alanlarından toplanan ve hassas *T. urticae* popülasyonlarında biyokimyasal testlerle elde edilen esteraz enzim aktivitesi sonuçları Çizelge 4.4’te verilmiştir. En düşük enzim aktivitesi Deregümü-3 popülasyonunda $10.89 \text{ mOD min}^{-1} \text{ mg}^{-1} \text{ protein}$ olarak bulunmuştur. En yüksek enzim aktivitesi Atabey-2 popülasyonunda $11.81 \text{ mOD min}^{-1} \text{ mg}^{-1} \text{ protein}$ olarak bulunmuştur. Yağlık gül

alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri ile hassas popülasyonun esteraz enzim aktivitesi arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır ($P<0.05$).

Çizelge 4.4. Hassas ve yağlık gül alanlarından toplanan *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri

Popülasyon	n*	Spesifik aktivite mOD min ⁻¹ mg ⁻¹ protein	R/S**
Hassas popülasyon	4	11.20a***	-
Atabey-1	4	11.15a	<1
Atabey-2	4	11.80a	1.05
Gönen-1	4	11.71a	1.04
Gönen-2	4	10.98a	<1
Ardıçlı-1	4	11.46a	1.02
Ardıçlı-2	4	11.40a	1.01
Ardıçlı-3	4	10.25a	<1
Deregümü-1	4	10.98a	<1
Deregümü-2	4	11.00a	<1
Deregümü-3	4	10.89a	<1

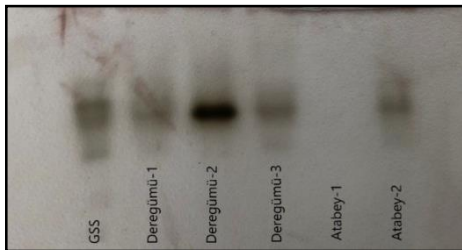
*Tekerrür sayısı

**Denenen popülasyonun enzim aktivitesi / hassas popülasyonun enzim aktivitesi

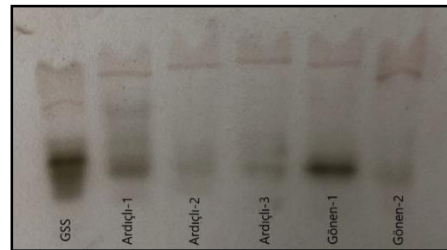
***Aynı harfler istatistiki olarak aynı grubu göstermektedir ($P<0.05$)

4.3.3. Jel elektroforez (PAGE) yöntemine göre esteraz enzim sonuçları

Direnç çalışmalarını destekleyici nitelikte olarak jel elektroforez yöntemi de kullanılmaktadır. Bu amaçla arazi popülasyonlarında ve hassas popülasyonda spiroadiclofen direnciyle ilişkili olduğu düşünülen esteraz enziminin Poliakrilamid Jel Elektroforez (PAGE) yöntemi ile incelendiği jel sonuçları Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Esteraz jel görüntüsü 1



Şekil 4.2. Esteraz jel görüntüsü 2

Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de bulunan esteraz bantlarına göre yağlık gül alanlarından toplanan arazi popülasyonlarının bant yoğunlukları hassas popülasyon ile benzer bulunmuştur. Jel sonuçları Esteraz enzim aktiviteleri sonuçları birbirini desteklemektedir. Çünkü kırmızıörümcek popülasyonlarında kinetik okuma sonucunda belirlenen esteraz enzim aktivitelerinin hassas popülasyonla benzer olduğu belirlenmiştir. Jel elektroforez yöntemi sonucu kırmızıörümcek popülasyonunda belirlenen esteraz jel yoğunlukları da hassas popülasyon ile benzer bulunmuştur.



5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda Isparta ilinde yağlık gül üretim alanlarından, toplanılan *T. urticae* popülasyonlarında spiroadiclofen'e karşı direnç düzeyleri esteraz ve GST detoksifikasyon enzim seviyeleri ile IBP ve DEM, sinerjistik oranları belirlenmiştir.

Çalışmada biyoassay testlerle elde edilen sonuçların biyokimyasal testlerle desteklenmesi amaçlanmıştır. Biyoassay testlerde yaprak disk-ilaçlama kulesi yöntemi kullanılarak Isparta ili yağlık gül alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında hassas popülasyona oranla 1.17-2.02 arasında değişen düşük oranlarda spiroadiclofene duyarlılık farklılıkları tespit edilmiştir. Toksikolojik testlerin probit analizi sonuçlarına göre tüm popülasyonların LC₅₀ değerlerinin güven aralıkları hassas popülasyonla istatistiki anlamda farksız olduğunu göstermiştir. Daniella vd. (2017), böcek ve akarlarda direnç seviyelerini düşük direnç ($R < 5$), orta direnç ($5 \leq R \leq 10$) ve yüksek direnç ($R > 10$) olmak üzere üç kategoride sıralamışlardır. Isparta ili yağlık gül alanlarından toplanılan *T. urticae* popülasyonlarının tamamında spiroadiclofen direnç seviyesi < 5 kat altında bulunmuş ve önemli bir spiroadiclofen direncine rastlanmamıştır. Sonuçlarımıza benzer olarak, Rauch ve Nauen (2002) *T. urticae*'nin laboratuvar koşullarında seleksiyon baskısı sonucunda spiroadiclofen direnci geliştirme riskinin düşük olduğunu belirtmişlerdir. Nauen vd. (2002), bazı insektisitlere karşı direnç geliştirmiş *T. urticae* popülasyonlarında spiroadiclofene karşı çoklu direnç gelişimi belirlememişlerdir.

LC denemelerinden elde edilen eğim sonuçları popülasyonun homojen ya da heterojen yapısı ile ilgili bilgi vermektedir. Buna göre eğim değeri > 2 olan popülasyonların daha homojen yapıda olduğu, < 2 olan popülasyonların ise daha heterojen yapıda oldukları bilinmektedir (Yu, 2008). Heterojen bir popülasyonda insektisit seleksiyon baskısı devam ettikçe popülasyon içerisinde hassas bireyler elemine olacağı için direnç geliştirme ihtimalinin daha yüksek olduğu görülür. *Tetranychus urticae* popülasyonlarında eğim değerleri incelendiğinde Atabey-1, Ardıçlı-2, Ardıçlı-3, Deregümü-1, Deregümü-2 ve Deregümü-3 popülasyonlarında eğim değerlerinin > 2 olması sebebiyle diğer popülasyonlara göre daha homojen hassas yapıda popülasyonlar oldukları görülmektedir. Ancak Atabey-2, Gönen-1, Gönen-2 ve Ardıçlı-1 popülasyonlarında eğim değeri < 2 olması sebebiyle bu

popülasyonların daha heterojen yapıda olduğu görülmektedir. Bu durum bize heterojen yapıdaki bu popülasyonlarda insektisit seleksiyon baskısı devam ettikçe direnç geliştirme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Biyokimyasal testlerde ise esteraz ve GST enzim aktiviteleri ile esteraz enziminin jel görüntüsü incelenerek bu enzimlerin dirençle olan ilişkileri araştırılmıştır. Çalışmada, toksik test çalışmalarımıza benzer olarak yağlık gül alanlarından toplanılan *T. urticae* popülasyonlarında kinetik okuma sonucu belirlenen esteraz ve GST enzim aktivitelerinin hassas popülasyonda belirlenen detoksifikasyon enzim aktiviteleri ile aralarında istatistiki olarak bir fark bulunmadığı belirlenmiştir ($P < 0.05$). Jel elektroforez yöntemi sonucunda Isparta ili yağlık gül alanlarından toplanılan kırmızörümcek popülasyonlarından elde edilen esteraz jel yoğunlukları ile hassas popülasyondan elde edilen jel yoğunluğu arasında fark gözlenmemiştir. Yapılan çalışmada biyokimyasal sonuçlar biyoassay sonuçları da destekler niteliktedir. Çünkü çalışmada Isparta ili yağlık gül alanlarından toplanılan *T. urticae* popülasyonlarında spirodiclofen için istatistiki anlamda önemsiz duyarlılık kaybının belirlenmiş olması, esteraz enzim inhibitörü IBP sinerjisti ve GST enzim inhibitörü DEM sinerjisti için düşük sinerjistik oranların belirlenmesi, esteraz ve GST enzim aktivitelerinin hassas popülasyonla farklılık göstermemesi sonuçları birbirleriyle uyumaktadır. Pottelberge vd. (2009), çalışmalarında 274 kat spirodiclofen dirençli *T. urticae* popülasyonunda esteraz, GST enzimlerinin aktivitesinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu literatürde de görüldüğü üzere iki noktalı kırmızörümcek, spirodiclofen direnci ile esteraz ve GST enzim aktivitesinin bağlantılı olabileceği düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda Isparta ili yağlık gül alanlarından toplanılan *T. urticae* popülasyonlarında spirodiclofen direncinin düşük olduğu belirlenmiştir. Yine yapılan çalışma sonucunda sinerjistik testlerin ve biyokimyasal testlerin biyoassay testleri doğruladığı belirlenmiştir. Isparta ili yağlık gül alanlarından toplanılan *T. urticae* popülasyonlarında spirodiclofen direncinin belirlenememesinin iki nedeni olduğu düşünülmektedir:

a) Böceklerin ve akarların üreme dönemindeki kötü hava şartları nedeniyle böcek ve akar çıkış hızında ve üreme oranında azalma görülebilmektedir. Golizadeh vd.

(2017), yaptıkları çalışmada açık alanda on gül çeşidi üzerindeki *T. urticae*'nin yaşam çizelgesini incelemişlerdir. Sıcaklık, nem vb. gibi ekolojik özelliklerin *T. urticae*'nin çıkış zamanı ve popülasyon yoğunluğu üzerinde etki yaptığını bildirmişlerdir. 2018 yılı yağ gülü üretim sezonu boyunca hava şartlarının serin ve yağmurlu olmasının *T. urticae*'nin çıkış zamanı ve popülasyon yoğunluğunu etkilediği düşünülmektedir. Bu nedenle üreticilerin iki noktalı kırmızıörümcek mücadelesinde çok fazla kimyasal mücadeleye ihtiyaç duymadığı ve buna bağlı olarak *T. urticae* popülasyonlarında düşük düzeyde spirodiclofen direnci geliştiği düşünülmektedir.

b) Isparta ili yağlık gül üreticisi pahalı bir ürün olan yağ gülünden elde ettiği ürünlerin büyük bir kısmının ihraç etmektedir. Bu nedenle aslında bilinç düzeyleri yüksek üreticiler olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak Isparta ili yağlık gül alanlarından toplanılan *T. urticae* popülasyonlarında düşük düzeyde spirodiclofen gelişimi üreticilerin bu zararlı ile doğru bir mücadele yaptığını göstermektedir. Ancak bazı popülasyonların heterojen yapıda bulunması ve iki noktalı kırmızıörümceğin uygun biyolojisi nedeniyle yapılan kimyasal mücadeleye dikkat edilmesi ve direnç düzeylerinin belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adesanya, A. W., Morales, M. A., Walsh, D. B., Lavine, L. C., Lavine, M. D. & Zhu, F., (2018). Mechanisms of resistance to three mite growth inhibitors of *Tetranychus urticae* in hops. *Bulletin of entomological research*, 108(1), 23-34. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485317000414>
- Anaç, O. (1984). Gas Chromatographic Analysis on Turkish Rose Oil, Absolute and Concrete. *Perfumer and Flavorist*. 9, 1-14.
- Anonim (2013). *Isparta Ekonomisi Genel Bilgilendirme Raporu*. Isparta Ticaret ve Sanayi Odası, <http://www.itso.org/uploads/ekonomibilgilendirme.pdf> (Son erişim tarihi: 21.05.2019)
- Anonim (2017a). *2017 Yılı Gül Çiçeği Raporu*. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, <http://koop.gtb.gov.tr/data/5ad06db2ddee7dd8b423eb26/G%C3%BCl%20%C3%A7i%C3%A7e%C4%9Fi%20raporu%202017.pdf> (Son erişim tarihi: 15.05.2019)
- Anonim (2017b). *Brifing 2017*. Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://isparta.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Tarimsal%20Yapı/2017%20Genel%20Brifing.pdf> (Son erişim tarihi: 20.05.2019)
- Anonim (2019a). *Gül Hakkında*. S.S. Gül-Gülyağı ve Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifleri Birliği, <http://www.gulbirlik.com/gul-hakkında.asp.htm> (Son erişim tarihi: 20.05.2019)
- Anonim (2019b). *Süs Bitkileri*. Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=2115 (Son erişim tarihi: 21.05.2019)
- Anonim (2019c). *Bitki Zararlıları Zirai Mücadele Teknik Talimatları*. Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Bitki%20Zararlı%20B1lar%20Zirai%20M%C3%BCcadele%20Teknik%20Talimatlar%20B1.pdf> (Son erişim tarihi: 20.05.2019)
- Anonim (2019d). *Tarımsal İlaç Kullanımı*. Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=2288 (Son erişim tarihi: 21.05.2019)
- Atalay, E. & Kumral, N.A. (2013). *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae)'nin Farklı Sofralık Domates Çeşitlerinde Biyolojik Özellikleri ve Yaşam Çizelgeleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 37(3), 329-341.
- Ay, R. & Gürkan, M.G. (2005). *Tetranychus urticae* (Koch). Acarina: Tetranychidae)'nin değişik populasyonlarının iki selektif akarite karşı

duyarlılıkları ve duyarlılık mekanizmaları üzerine araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakóltesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(2), 217-223.

Ay, R., Sökeli, E., Karaca, İ. & 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. & Kara, F.E. (2009). Amitraz'a Dirençli *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae)'de Çoklu Direnç, Kalıtım ve Sinerjizm. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2), 148-156.

Aycı, F., Aydınlı, M., Bozdemir, Ö.A. & Tutaş, M. (2005). Gas Chromatographic Investigation of Rose Concrete, Absolute and Solid Residue. *Flavour and Fragrance Journal*. 20, 481-486.

Badawy, M.E., El-Arami, S.A. & Abdelgaleil, S.A. (2010). Acaricidal and Quantitative Structure Activity Relationship of Monoterpenes Against the Two-Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae*. *Experimental and Applied Acarology*, 52(3), 261-274.

Baydar, H. (2016). Yağ Gülü Tarımı ve Endüstrisi. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı). *Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın*, 51, 290-325.

Baytop, T. (1963). *Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri*, İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakóltesi Yayınları.

Brown, A.W.A. (1958). *Insecticide Resistance in Arthropods*. W.H.O., Geneva.

Çağatay, N.S. (2016). *Tetranychus urticae* (Koch). (Acari: Tetranychidae)'de Cypermethrin Direncinin Biyokimyasal ve Moleküler Karakterizasyonu. (Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.)

Çetin, H. & Elma, F. N. (2019). Kermes Meşesi [*Quercus coccifera* (L.)] Yaprak Ekstraktının *Tetranychus urticae* (Koch), *Callosobruchus maculatus* F. ve *Plodia interpunctella* (Hubner)'ya Toksik Etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2), 224-229.

Daniella, G., Christelle, D., Andric, G., Cédric, R., Thierry, G., Frédéric, F., Jean-Philippe, D., Joël, G., Anubis, V.R. & Florence, F. (2017). Levels of insecticide resistance to deltamethrin, malathion, and temephos, and associated mechanisms in *Aedes aegypti* mosquitoes from the Guadeloupe and Saint Martin islands (French West Indies). *Infectious Diseases of Poverty*, 6, 38.

Ecevit, M. F. (1986). Gül ve Gül Yetiřtiriciliđi. *Selçuk Üniversitesi Yayınları No:21, Ziraat Fakóltesi Yayınları*, 25, 7-19.

- Ffrench-Constant, R.H. & Roush, R.T. (1990). *Resistance Detection and Documentation: The Relative Roles of Pesticidal and Biochemical Assays. Pesticide Resistance in Arthropods*. New York, Chapman and Hall.
- Goka, K. & Takafuji, A. (1992). Enzyme variations among Japanese populations of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch). *Applied Entomology and Zoology*, 27(1), 141-150.
- Golizadeh, A., Ghavidel, S., Razmjou, J., Fathi, S. A. A. & Hassanpour, M. (2017). Comparative life table analysis of *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) on ten rose cultivars. *Acarologia*, 57(3), 607-616.
- Gökdoğan, O. (2013). Isparta Yöresinde Yağ Gülü Yetiştiriciliğinin Türkiye Ekonomisindeki Yeri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 51-58.
- Hu, J., Wang, C., Wang, J., You, Y. & Chen, F. (2010). Monitoring of Resistance to Spirodiclofen and Five Other Acaricides in *Panonychus citri* Collected From Chinese Citrus Orchards. *Pest Management Science*, 66(9), 1025-1030.
- Ilias, A., Reditakis, E., Grispou, M., Nauen, R., Vontas, J. & Tsagkarakou., A. (2012). Efficacy of Ketoenols on Insecticide Resistant Field Populations of Two-spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* and Sweet Potato Whitefly *Bemisia tabaci* From Greece. *Crop protection*, 42, 305-311.
- İnak, E. & Çobanoğlu, S. (2016). Akarisitler ve Etki Mekanizmaları. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 6(4), 371-382.
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H. & Baker, E.W. (1975). *Mites Injurious to Economic Plants*. Berkeley. University of California Press.
- Kart, M.Ç.Ö., İkiz M. & Demircan, V. (2012). Türkiye'de Yağ Gülü (*Rosa damascena*) Üretimi ve Ticaretinin Gelişimi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 124-134.
- Khajehali, J., Van Nieuwenhuysse, P., Demaeght, P., Tirry, L. & Leeuwen, T.V. (2011). Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands. *Pest management science*, 67(11), 1424-1433.
- Kim YJ., Lee SH., Lee SW. & Ahn Yj. (2004). Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Cross-resistance and Biochemical Resistance Mechanism. *Pest Management Science*, 60(10), 1001-1006.
- Kürkçüoğlu, M. & Başer, H.C. (2003). Studies on Turkish Rose Concrete, Absolute and Hydrosol. *Chemistry of Natural Compounds*, 39(5), 457-464.

- Kramer, T. & Nauen, R. (2011). Monitoring of Spirodiclofen Susceptibility in Field Populations of European Red Mites, *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) and The Cross-Resistance Pattern of a Laboratory Selected Strain. *Pest Management Science*, 67(10), 1285-1293. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.2184/full>
- Leeuwen, T.V., Stillatus V. & Tirry, L. (2004). Genetic analysis and cross-resistance spectrum of a laboratory-selected chlorfenapyr resistant strain of two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 32, 249-261.
- Leeuwen, T.V., Pottelberge, S.V. & 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., Tirry L. & Nauen R. (2006). Complete Maternal Inheritance of Bifenazate Resistance in *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) and Its Implications in Mode of Action Considerations, *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 36, 869-877.
- Leora Software. (1994). *Polo-pc: A user's guide to probit or logit analysis leora software*. Berkeley, CA.
- Marcic, D., Peric, P., Petronijevic, S., Prijovic M. & Drobnjakovic, T. (2011). Cyclic Ketoenols – Acaricides and Insecticides with a Novel Mode of Action. *Pesticides and Phytomedicine*, 26(3), 185-195.
- Martin S.G., 2010. *Tetranychus urticae*. <https://www.flickr.com/photos/sanmartin/4884149094> (Son erişim tarihi: 25.05.2019)
- Migeon, A., Nouguié, E. & Dorkeld, F. (2011). Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. *Trends in Acarology*, 557-560.
- Murphy, G., Ferguson, G., Shipp L., 2014. Les acariens des cultures de serre : description, biologie et eradication. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/14-014.htm#tet> (Son erişim tarihi: 25.05.2019)
- Nauen, R., Bretschneider, T., Brück, E., Elbert, A., Reckmann, U., Wachendorff, U. & Tiemann, R. (2002). A Novel Compound for Whitefly and Spider Mite Control. In: *The BCPC Conference: Pests and Diseases*. Proceedings of the International Conference, November 2002, Brighton, UK. 39-44.
- Nauen, R. (2005). Spirodiclofen: mode of action and resistance risk assessment in tetranychid pest mites. *Journal of Pesticide Science*, 30(3), 272-274. <https://doi.org/10.1584/jpestics.30.272>

- Pottelberge, V. S., Khajehali, J., Van Leeuwen, T. & Tirry, L. (2009). Effects of Spirodiclofen on Reproduction in a Susceptible and Resistant Strain of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 47,301-309. <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9226-y>
- Öncüer, C. & Durmuşoğlu, E. (2008). *Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları*. Aydın, Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları
- Özçelik, H., Yıldırım, B. & Belkıs, M. (2013). *Rosa damascena* Mill.'nin Türkiye'de Varyasyonu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 52-60. <http://doi10.19113/sdufbed.89717>
- Rauch, N. & Nauen, R. (2002). Spirodiclofen Resistance Risk Assessment in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): a Biochemical Approach. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 74(2), 91-101. [https://doi.org/10.1016/S0048-3575\(02\)00150-5](https://doi.org/10.1016/S0048-3575(02)00150-5)
- Saber, M., Ahmadi, Z. & Mahdavinia, G. (2018). Sublethal effects of spirodiclofen, abamectin and pyridaben on life-history traits and life-table parameters of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 75(1), 55-67. <https://doi.org/10.1007/s10493-018-0226-2>
- Saito, T., Tabata, K. & Kohno, S. (1979). *Mechanisms of Acaricide Resistance with Emphasis on Dicofol. Pest Resistance to Pesticides*. New York, Plenum Press.
- Salman, S.Y. & Kaplan, B. (2014). Resistance Levels and Detoxification Enzymes Against Some Acaricides in Populations of *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari:Tetranychidae) Collected From Tomato Greenhouses in Central District of Isparta Province. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 4(3), 185-195. <https://doi.org/10.16969/teb.99216>
- Salman, S. Y. & Kocaman, T. (2017). *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae)'nin Karanfil Popülasyonlarında Abamectin ve Spirodiclofen'e Karşı Duyarlılık Düzeyleri. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7(2), 105-112. <http://dx.doi.org/10.16969/teb.03848>
- Saryazdi, G.A., Hejazi, M.J. & Amizadeh, M. (2013). Lethal and sublethal effects of spiromesifen, spirotetramat and spirodiclofen on *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). *Archives of phytopathology and plant protection*, 46(11), 1278-1284.
- Sato, M.E., Veronez, B., Stocco, R.S., Queiroz, M.C.V. & Gallego, R. (2016). Spiromesifen Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Selection, Stability, and Monitoring. *Crop Protection*, 89, 278-283.
- Shih, C.I.T., Poe, S. L. & Cromroy, H.L. (1976). Biology, Life Table, and Intrinsic Rate of Increase of *Tetranychus urticae*. *Annals of the Entomological Society of America*, 69(2), 362-364.

- Stumpf, N. & Nauen, R. (2001). Cross-resistance, in Heritance and Biochemistry of Mitochondrial Electron Transport Inhibitör Acaricide Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), *Journal of Economic Entomology*, 94(6), 1577-1583. <http://doi.org/10.1603/0022-0493-94.6.1577>
- Stumpf, N. & Nauen, R. (2002) Biochemical Markers Linked to Abamectin Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 72, 111-121.
- Tiryaki, O., Canhilal, R. & Horuz, S. (2010) Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(2), 154-169.
- Turan, İ., Salman, S.Y. & Ay, R. (2016). Antalya İli Kumluca İlçesi Kavun Seralarından Toplanan *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) Popülasyonlarının Abamectin ve Spirodiclofen'e Karşı Direnç Düzeyleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(Ek (Suppl.) 1), 254-261.
- Wu, M., Adesanya, A. W., Morales, M. A., Walsh, D. B., Lavine, L. C., Lavine, M. D. & Zhu, F. (2019). Multiple acaricide resistance and underlying mechanisms in *Tetranychus urticae* on hops. *Journal of Pest Science*, 92(2), 543-555. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1050-5>
- Yalçın, K., Döker, İ. & Kazak, C. (2018). Acaricide resistance in *Tetranychus urticae* red form (Acari: Tetranychidae) collected from strawberry in southern Turkey: Bioassay and biochemical studies. *Systematic and Applied Acarology*, 23(12), 2279-2288. <https://doi.org/10.11158/saa.23.12.1>
- Yu, S.J., (2008). *The toxicology and biochemistry of insecticides*. London, England, CRC Pres Taylor- Francis Group.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selçuk ÇİFTÇİ
Doğum Yeri ve Yılı : Elmalı, 1995
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : selcukciftci07@gmail.com

Taranmış
Fotoğraf
(3.5cm x 3cm)

Eğitim Durumu

Lise : Elmalı Anadolu Lisesi – İbrahim Bedrettin Elmalı Fen Lisesi
(ANTALYA-ELMALI) 2009-2013
Lisans : SDÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma 2013-2017

Mesleki Deneyim

Enerji Tarım Turizm İnş. Paz. TİC.LTD.ŞTİ. (Staj) 2016