T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA İLİ KUMLUCA İLÇESİ KAVUN SERALARINDAN TOPLANAN *Tetranychus urticae* (KOCH) (ACARI: TETRANYCHIDAE) POPÜLASYONLARININ İKİ AKARİSİTE KARŞI DİRENÇ DÜZEYLERİ VE ESTERAZ ENZİMLERİ

İrfan TURAN

Danışman
Prof. Dr. Recep AY

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2016

© 2016 [İrfan TURAN]

TEZ ONAYI

İrfan TURAN tarafından hazırlanan **"Antalya İli Kumluca İlçesi Kavun Seralarından Toplanan *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) Popülasyonlarının İki Akarisite Karşı Direnç Düzeyleri ve Esteraz Enzimleri"** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bitki Koruma Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman	**Prof. Dr. Recep AY** Süleyman Demirel Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Ayhan GÖKÇE** Niğde Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	**Doç. Dr. Sibel YORULMAZ SALMAN** Süleyman Demirel Üniversitesi	.....

Enstitü Müdürü	**Doç.Dr.Yasin TUNCER**	.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

İrfan TURAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE METOT	9
3.1. Materyal	9
3.1.1. Kırmızıörümcek popülasyonları	10
3.1.1.1. Kırmızıörümcek popülasyonlarının toplanması	10
3.1.1.2. Kırmızıörümcek popülasyonlarının üretimi	10
3.1.2. Denemede kullanılan ilaçlar	11
3.2. Metot	13
3.2.1. Biyoassay	13
3.2.1.1. Ayırıcı (Diagnostik) doz	13
3.2.2. Biyokimyasal çalışmalar	14
3.2.2.1. Poliakrilamid jel elektroforez (PAGE) ile esteraz enziminin incelenmesi	14
3.2.2.2. Mikroplaka Assay ile toplam esteraz enzimi aktivitesinin incelenmesi	15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	16
4.1. Kırmızıörümcek popülasyonlarının toplandıkları yer ve tarihler	16
4.2. Ayırıcı (Diagnostik) doz uygulama sonuçları	17
4.3. Toksisite Test Sonuçları	20
4.4. Biokimyasal Çalışmaların Bulguları	23
4.4.1. Elektroforez sonuçları	23
4.4.2. Esteraz enzim aktivite sonuçları	25
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	27
KAYNAKLAR	31
ÖZGEÇMİŞ	35

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ANTALYA İLİ KUMLUCA İLÇESİ KAVUN SERALARINDAN TOPLANAN *Tetranychus urticae* (KOCH) (ACARİ: TETRANYCHİDAE) POPÜLASYONLARININ İKİ AKARİSİTE KARŞI DİRENÇ DÜZEYLERİ VE ESTERAZ ENZİMLERİ

İrfan TURAN

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Recep AY

Bu çalışmada Antalya ili Kumluca ilçesi kavun seralarından toplanan *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin abamectin ve spirodiclofen'e karşı duyarlılık düzeyleri belirlenmiştir. Kavun seralarından toplam 20 *T. urticae* popülasyonu toplanmıştır. Bu popülasyonlara hassas popülasyonda belirlenen diagnostik doz uygulanmış ve 2015 yılında toplanan 20 popülasyonda spirodiclofen ve abamectin'e tüm popülasyonlarda karşı direnç olduğu tahmin edilmiştir. *T. urticae* popülasyonlarının LC_{50} 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. *T. urticae* popülasyonlarında dirençle bağlantılı detoksifikasyon enzimlerinden esteraz enzimi elektroforez ve kinetik yöntemlerle belirlenmiştir. *T. urticae* popülasyonlarının esteraz seviyeleri 9.52-21.05 mOD min-1 mg-1 protein arasında değişmiştir. Sonuç olarak kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında iki akarisite karşı gelişen dirençte esteraz enzimlerinin etkili olabileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Tetranychus urticae*, direnç, abamectin, spirodiclofen, enzim

2016, 35 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

RESİSTANCE AND ESTERASE ENZYME LEVELS AGAİNST TWO ACARİCİDES OF POPULATİONS *Tetranychus urticae* (KOCH) (ACARİ:TETRANYCHİDAE) COLLECTED FROM MELONS GREENHOUSES İN KUMLUCA DİSTRİCT OF ANTALYA PROVİNCE

İrfan TURAN

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Physics

Supervisor: Prof. Dr. Recep AY

In this study, *Tetranychus urticae* populations collected from the melons greenhouses in Kumluca district of Antalya province, susceptibility levels of spirodiclefen and abamectin were determined. A total of 20 *T. urticae* populations were collected from melons greenhouses. The diagnostic dose that was determined on the susceptible population was applied to field populations, and all populations against spirodiclofen and abamectin that collected in 2015 was estimated to develop resistance. In the experiments, spray tower-leaf disk method was used. The resistance levels of *T. urticae* populations was determined as between 8.44-26.56 folds against abamectine and 4.91-19.02 folds against spirodiclofen. Esterase enzyme, which is detoxification enzyme associated with resistance in populations of *T. urticae,* were determined with electrophoresis and kinetic between methods, respectively. The levels of esterase in the populations of *T. urticae* were 9.52-21.05 mOD min^{-1} mg^{-1} protein. As a result, it was concluded that the esterase enzyme can be effective in the development of resistance against two acaricides in *T. urticae* populations collected from melons greenhouses.

Keywords: *Tetranychus urticae,* resistance, abamectin, spirodiclofen, enzyme
2016, 35 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Recep AY'a teşekkürlerimi sunarım. Literatür araştırmalarımda yardımcı olan ve bilgi birikimini benden hiç esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Sibel YORULMAZ SALMAN'a, ayrıca toksikoloji laboratuarında çalışan yüksek lisans ve lisans öğrencilerine ve Bitki Koruma Bölümü çalışanlarına teşekkür ederim.

Tetranychus urticae popülasyonlarının teşhisini yapan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Sultan ÇOBANOĞLU'na teşekkür ederim.

4525- YL1-15 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İrfan TURAN
ISPARTA, 2016

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)	1
Şekil 1.2. *Tetranychus urticae*'nin kavun yaprağındaki zararı	2
Şekil 3.1. *Tetranychus urticae* üretimi	11
Şekil 4.1. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz bantları (a).....	24
Şekil 4.2. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz bantları(b).....	24
Şekil 4.3. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz bantları(c)	25

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Kullanılan pestisitler ve özellikleri..... 12
Çizelge 4.1. *T. urticae* popülasyonlarının toplanma yer ve tarihleri 16
Çizelge 4.2. Spirodiclofen diagnostik doz deneme sonuçları..... 17
Çizelge 4.3. Abamectin diagnostik doz deneme sonuçları 19
Çizelge 4.4. Hassas *Tetranychus urticae* popülasyonu spirodiclofen'e karşı belirlenen LC_{50} ve LC_{90} değerleri..... 21
Çizelge 4.5. Hassas *Tetranychus urticae* popülasyonun abamectin'e karşı belirlenen LC_{50} ve LC_{90} değerleri..... 22
Çizelge 4.6. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri.26

1. GİRİŞ

İnsan sağlığı açısından meyve ve sebzeler önemli bir grubu oluşturmaktadır. Meyve ve sebzelerin insan sağlığı yönünden önemi, içerisinde bulunan vitaminler, hormonlar, mineral ve biyokimyasal maddelerden kaynaklanmaktadır. Bu gruptaki ürünler genellikle her mevsimde taze olarak tüketilmektedir. Meyve ve sebzeler çeşitli şekillerde saklanarak yetişme mevsiminin dışında da tüketilmekte fakat dengeli ve sağlıklı beslenme açısından mevsiminde yetişen meyve ve sebzelerin taze tüketimi tercih edilmektedir (Tunca, 2014). Ancak gerek açık alanla gerekse seralarda yetiştiriciliği yapılan bitkilerde ekonomik kayıplara sebep olan birçok zararlı bulunmaktadır.

Antalya İli Kumluca İlçesi uygun ekolojik koşulları nedeniyle kavun yetiştiriciliği bakımından ülkemizde önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de üretilen kavunun yaklaşık 1/5'i (%19.355) Kumluca'da üretilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2013 yılı verilerine göre, ülkemizde 136.396 ton kavun üretilmekte ve bu üretim içerisinde 26.400 ton ile Antalya İli Kumluca İlçesi birinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2013a). Örtüaltı kavun yetiştiriciliğinde üretimi sınırlayan hastalık ve zararlılar bulunmaktadır. Örtüaltı kavun üretiminde en fazla mücadele yapılan zararlıların arasında ilk sırada kırmızıörümcekler bulunmaktadır. İki noktalı kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (Şekil 1.1) kavun seralarında önemli zararlara neden olmaktadır.



Şekil 1.1. *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

Kültür bitkilerinde zarar yapan kırmızıörümcek türleri konukçu bitkinin parankima hücreleriyle beslenerek önemli kayıplara neden olmaktadır (Helle ve Sabelis, 1985; Van Den Boom et al., 2004). Özellikle Tetranychidae familyası içerisinde yer alan kırmızıörümcekler sera koşullarında yıl boyunca uygun yaşama ortamı bulmasından dolayı yüksek yoğunluğa ulaşarak önemli ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Tsagkarakou et al., 1999). Kırmızıörümcekler bitki özsuyunu sokup emme suretiyle yapraklarda sararma, kuruma ve dökülmeyle doğrudan zarar yaparken, fotosentezin azalması ve virüs hastalıklarının nakliyle de dolaylı zarar meydana getirmektedir (Van Leeuwen et al., 2005).

T. urticae dünya çapında açıkta ve örtüaltında yetiştirilen birçok üründe ekonomik öneme sahip en önemli zararlılardan biridir. *T. urticae* özellikle yaprakların alt yüzeyinde bulunmakta ve bitki özsuyunu emerek bitkilerde zarar oluşturmaktadır. Dakikada 1-2 düzine bitki hücresini bu şekilde yok etmektedirler. Yaprak yüzeyinde ilk belirtileri yaprak orta damarı ve büyük damarlar çevresinde küçük beyazımsı benekler şeklinde olmaktadır. Bu noktalar birleştiğinde, bitki hücrelerinde özsuyu boşaldığından dolayı yapraklarda beyazımsı veya gümüş-saydam görünümlü alanlar oluşmaktadır (Tunca, 2014) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. *Tetranychus urticae*'nin kavun yaprağındaki zararı

T. urticae polifag bir akar türüdür. Renkleri genel olarak yeşilimsi sarı ve kahverengimsi yeşildir. Vücudun iki tarafında siyah büyük birer benek bulunmaktadır. Dişiler daha iri ve vücudu yuvarlakçadır. Erkekler dişiden daha küçük ve hareketli olup, karın kısmı geriye doğru sivrilmektedir. Kışı geçirecek dişiler portakal veya kiremit rengini almaktadır. Yumurtaları inci tanesi gibi beyazımsı, şeffaf ve tamamen yuvarlaktır. Açılmaya yakın koyulaşarak parlak sarı-yeşil bir renk almaktadır. Yeni çıkan larva renksizdir, üzerinde hiç benek yoktur. Beslenmeye başladıktan sonra sırtının sağ ve solunda benekler belirmektedir (Anonim 2011).

Ülkemizde kavun üretiminde *T. urticae'*nin savaşımında genellikle kimyasal mücedele ilk sırada tercih edilmektedir. *T. urticae'*nin yaşam döngüsünün kısa olması, döl sayısının fazla olması ve eşeysizde üreyebilmeleri, akarisitlere çok hızlı direnç geliştirmelerine neden olmaktadır (Öncüer, 1993). Direnç, "normal bir popülasyonda bireylerin çoğunun letal dozda canlı kalma yeteneği geliştirmesi" olarak tanımlanmaktadır (French-Constant ve Roush, 1990). Zararlıların pestisitlere karşı giderek direnç kazanmaları savaşımda büyük problemlere yol açmaktadır. Etkili bir kimyasal savaşım için zararlı popülasyonlarının duyarlılık düzeyleri belirli aralıklarla kontrol edilmelidir. Duyarlılık belirlemenin amaçlarından birim üreticiye en güvenli pestisitin seçimine yardımcı olmaktır (Ay ve Sökeli, 2005).

Pestisitlerin yaygın ve bilinçsiz kullanımı sonucu zararlılarda davranışsal, morfolojik, fizyolojik, çok yönlü ve çapraz direnç olmak üzere 5 tip direnç ortaya çıkmaktadır (Yu, 2008). Fizyolojik direnç, zararlının bünyesinde bulunan bazı enzimlerin fizyolojik faaliyetleri sonucu biyokimyasal yollarla meydana getirdikleri direnç şeklidir. Böcek bünyesinde bulunan monooksigenaz (P450), glutatyon *S*-transferaz (GST) ve hidrolaz enzimleri insektisitlerin detoksifikasyonunda önemlidir (Öncüer, 2004). Zararlılar, kimyasallara karşı farklı yollardan direnç kazanırlar. Organik fosforlu, klorlandırılmış hidrokarbon ve karbamatlı pestisitlere karşı direnç, enzim faaliyetlerinin engellenmesi sonucunda ortaya çıkar (Öncüer, 1993).

Bu çalışmada, Antalya ili Kumluca ilçesindeki kavun üretim seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının spirodiclofen ve abamectin akarisitlerine karşı duyarlılık düzeyleri belirlenmiştir. Ayrıca kırmızıörümcek popülasyonlarında her iki akarisite karşı gelişen direncin esteraz enzimi ile olan ilişkileri de amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hoyt vd. (1985), *T. urticae* popülasyonlarının cyhexatin'e karşı direnç gelişimi ile ilgili çalışmalarında, güney Oregon'daki armut bahçelerinde 1972'den 1980'e kadar cyhexatin'in *T. urticae*'nin mücadelesinde temel akarisit olarak kullanıldığını tespit etmişlerdir. 1978'de bir bahçedeki akarlarda LC_{50} değerine göre 4,1 kat kadar düşük oranda direnç görülmüştür. 1980'de cyhexatin'in kullanımı devam ettikçe direnç artmıştır (LC_{50} 24,9 kat). Sonradan yoğun kullanımı 1983'e kadar azalmış ve buna bağlı olarak da direncin azaldığı (LC_{50} 9,9 kat) görülmüştür. Cyhexatin kullanmaya devam eden bahçelerde ise dayanıklılığın 1983'de LC_{50} değerine göre 31,3 - 107,8 kat kadar yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kabir vd., (1993), Avrupa kırmızı örümceğinde çoklu konsantrasyon test teknikleri ve diagnostik doz (DC) kullanarak propargite direncini belirlemişlerdir. Her iki teknikteki direnç seviyeleri benzer sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Onbir tarla popülasyonunun iki tanesinde propargite direnci bulunmuştur.

Öncüer (1993), kırmızıörümcekler ve yaprak bitlerinin yılda çok sayıda döl vermesi nedeniyle, bu zararlılarda kısa zamanda direncin ortaya çıktığını belirtmiştir.

Yaşarakıncı vd. (1996), kavun gibi kabakgiller familyasında yer alan hıyar seralarında kırmızıörümcek, yaprakbiti ve sera beyazsineğinin ana zararlı olduğu; tütün tripsi ve yaprak galerisineğinin ikinci derecede zararlı olduğunu bildirmişlerdir.

Herron vd., (1997), Batı Avustralya'da ki meyve bahçelerinde bulunan kırmızı örümceklerin clofentezine ve fenbutatin oxide'e karşı direnç gelişimini araştırmışlardır. Batı Avustralya içerisindeki 30 meyve bahçesinden toplanan kırmızı örümcek popülasyonunda diagnostik doz denemeleri yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda kırmızı örümceklerde fenbutatin oxide karşı yüksek, buna karşılık clofentezine karşı düşük direnç gelişimi bulunmuştur.

Stumpf ve Nauen (2001) yaptıkları çalışmada *T. urticae*'nin japon ırkı AKITA ve İngiliz ırkı UK-99 METI akarisitlerden pyradaben'e sırasıyla 1100 ve 480, fenpyroximate'e 33 ve 46 kat; v tebufenpyrada karşı ise 33 ve 44 kat direnç geliştirdiğini bulmuşlardır.

Ay (2001), Urfa, Adana, İzmir ve Antalya'da pamuk üzerinden topladığı 9 farklı *T. urticae* popülasyonlarının bazı ilaçlara karşı dayanıklılığını biyoassay ve biyokimyasal yöntemlerle incelemiştir. Rezidü biyoassay (petri kabı - ilaçlama kulesi) ile dicofol, bromopropylate ve bifenthrin uygulanarak tüm *T. urticae* popülasyonlarında LC_{50} ve LC_{95} değerlerini belirlemiş ve Standart Hassas (GSS) türle karşılaştırılınca dirençlerinin oranlarını (LC_{50} ye göre) sırasıyla 1.112 - 2.497,<1.0 - 1.106 ve <1.0 - 669.120 kat olarak bulmuştur. Biyokimyasal analizler sonucunda Adana'dan toplanan iki popülasyonda ve Urfa'dan toplanan bir popülasyonda belirgin Est - 4 bandına rastlamış ve yüksek düzeyde esteraz enzimine sahip olduğunu belirlemiştir.

Stumpf ve Nauen (2002), *T. urticae*' nin Hollanda (NL-00), Kolombiya (COL-00) ve Brezilya (BR-000) ırklarının abamectin' e dayanıklılığını belirlemek için diagnostik doz yöntemini kullanmışlardır. Abamectin' e dayanıklılık bu ırklarda sitokrom P450 monooksigenazla ilgili olarak bulunmuştur. *T. urticae*' de abamectin dayanıklılığında GST (glutathione S-transferase) ve MFO (monooxygenases)' nun ilişkisini, MFO inhibitörü piperonhyl butoxide ve GST inhibitörü diethyl maleate' nin sinerjizm çalışmalarını doğruladığını belirtmişlerdir.

Rauch ve Nauen (2003), İtalya' dan toplanan *T. urticae'* nin tarla popülasyonunun spirodiclofen ile 37 kez seleksiyona maruz bırakıldıktan sonra 13 kat direnç geliştirdiğini belirtmişlerdir. Selekte edilmemiş ırkla karşılaştırıldığında dirençli ırkta 1.2 kat karboxilesteraz, 1.2 kat GST ve 2.1 kat monooxigenaz enzim aktivitesi tespit edilmiştir.

Zhang (2003), iki noktalı kırmızıörümceğin seralarda domates, biber, patlıcan, kavun, hıyar, kabak, fasulye bitkilerinde tespit edilmiş olup bamyada tespit edilememesi konukçu tercihine bağlanmıştır. Bamya aşırı tüylü ve sert yapraklı olması nedeniyle tercih edilmeyebileceğini bildirmişlerdir.

Leeuwen vd., (2004), *T. urticae'* nin hassas laboratuar ırkını direnç kazanana kadar chlorfenapry ile selekte etmişlerdir. 12 seleksiyon sonrası direnç oranı (RR) *T. urticae'* nin selekte edilen ırkı ve hassas ırkının LC_{50} değerlerinden 580 kat fazla olarak hesaplanmıştır. Çapraz direnç çalışmaları için dirençli ırk ayrı ayrı 16 akarisite maruz bırakılmıştır. *T. urticae'* nin dirençli ırkında amitraz (RR=191), bifenthrin (RR=1.3), bromopropylate (RR=7.5), clofentezine (RR=29.6) ve dimethoate (RR=17.6) çapraz direnç gelişimi belirlenmiştir. Bifenazate ve spirodiclofen' de ise çapraz direnç gelişmemiştir. Hassas ve dirençli ırklar arasında yapılan resiprokal çaprazlamadan elde edilen F_1 döllerinde chlorfenapry ilaçlamalarından sonra direnç kalıtımının tamamen resesif olduğu, F_2 döllerinde ise direncin birden fazla gen tarafından kontrol edildiği belirlenmiştir. Esteraz, monoxygenaz ve GST enzim inhibitörleri olan S,S,S-tributylphosphorotrithioate (DEF), piperonylbutoxide (PBO) ve diethylmaleate (DEM) ile yapılan çalışmalarında ise, chlorfenapry direncinde esteraz enziminin büyük rol oynadığı bulunmuştur.

Kim vd. (2004), fenpyroximate ile 20 kez selekte ettikleri *T. urticae* popülasyonunun acinathrin'e 196 kat, benzoximate 55 kat, propargite 64 kat direnç geliştirdiğini bulmuşlardır.

Sato vd., (2004), Brezilya' nın yaygın çilek bahçelerinden toplanan *T. urticae* popülasyonunda fenpyroximate dirençli ve hassas ırkları belirlemek için

seleksiyon yapmışlardır. Hassas ırk için 3, dirençli ırk için 5 seleksiyondan sonra LC_{50} ve LC_{95} direnç oranları (R/S) 2.910 ve 2.280 olarak tespit edilmiştir. *T. urticae'* nin selekte edilen hassas ve dirençli ırkları kullanılarak fenpyroximate ve farklı 8 akarisit arasında çapraz direnç gelişimi belirlenmiştir. Fenpyroximate ile pyridaben ve dimethoate arasında çapraz direnç gelişimi belirlenirken; propargite, abamectin, milbetcin, fenpropathrin ve cyhexatin arasında çapraz direnç gelişimi tespit edilememiştir.

Baffi vd. (2005), esteraz enzimleri böceklerde feromon ve hormon metabolizması, sindirim sistemi ve sinir iletimi, üreme davranışı ve insektisitlere direnç gibi birçok önemli mekanizmada rol oynadığını ve böceklerde insektisitlere karşı direnç gelişiminde özellikle asetilkolinesterazlar ve karboksilesterazların rol oynadığını bildirmişlerdir.

Ay (2005), Antalya İli ve İlçelerindeki örtüaltı sebze yetiştilen alanlardan topladığı farklı *T. urticae* popülasyonlarının chlorpyrifosa karşı direnç oranının 8-1774 kat arasında değiştiğini belirtmiştir.

Ay vd. (2005), Isparta İli ve İlçelerindeki örtüaltı sebze üretim alanlarından topladıkları 5 farklı *T. urticace* popülasyonunda propargite (Omite), amitraz (Kortraz) ve abamectin (Agrimec)'e karşı duyarlılık düzeyini incelemişler ve LC_{50} değerine göre propargite, amitraz ve abamectin'e karşı sırasıyla <1.0 - 2.5, 1.2 - 2.1 ve <1.0 - 2.9 kat direnç belirlemişlerdir.

Ay (2005), Antalya İli ve İlçelerindeki örtüaltı sebze üretim alanlarından topladıklar *T. urticae* popülasyonunda bazı akarisitlere karşı duyarlılık düzeylerini incelemişler ve bulunan direnç oranları propargite, abamectin ve amitraz içinsırasıyla <1.0 - 2.55, 1.07 - 1.82 ve 1.15 - 34.09 kat düzeylerinde olmuştur.

Sato vd., (2005), abamectin ile selekte edilmiş *T. urticae* popülasyonunda çapraz direnç gelişimi ve direncin stabilitesini incelemişlerdir. Abamectin ile 5 seleksiyondan sonra dirençli ve hassas ırklar elde edilmiştir. Abamectin' e karşı

direnç oranı (R/S) 342 kat olarak bulunmuştur. Abamectin ile milbectin arasında çapraz direnç gelişimi gözlenirken, fenpyroximate, cyhexatin, propargite dimethoate arasında çapraz direnç gelişimi belirlenmemiştir. Sonuç olarak abamectin dirençli tarlalarda milbectin kullanımından uzak durulması gerektiği belirtilmiştir.

Sökeli (2005), Isparta ili ve çevresindeki elma üretimi yapılan alanlardan toplanan *T*. *urticae* ve *Oligonychus sp*. (Acarina: Tetranychidae)' de propargite, abamectin ve chlorpyrifos' a karşı direnç oranlarını belirlemiştir. Propargite, chlorpyrifos ve abamectin için LC_{50} düzeyi sırasıyla <1.0-1.046, 2.341-40.206 ve <1.0-1.387 kat olarak saptanmıştır. Denemenin sonunda *T. urticae* popülasyonlarının chlorpyrifos' a karşı dirençli oldukları propargite ve abamectin' e karşı ise hassas oldukları bulunmuştur.

Wheelock vd., (2005), carboxylesterases enziminin piretroid, organofosfat ve karbamatların detoksifikasyonunda büyük rol oynağını belirtmişlerdir. Bu çalışmada enzimin katalik mekanizması, özel substratları, agrokimyasal metabolizması, insektisit direncindeki rolü ve çevre üzerine etkisi incelenmiştir.

Leeuwen vd., (2006), chlorfenapyr dirençli *T. urticae'* nin laboratuar ırkında araştırmalar yapmışlardır. Chlorfenapyr direncinde esteraz ve P450 mono-oxigenaz (MO) aktivitesinde artış, 3,3',5,5'-tetramethylbenzidine (TMBZ) aktiviteside ise azalma tespit edilmiştir. Sonuç olarak esteraz ve P450 MO aktivitelerinin chlorfenapyr detoksifikasyonunda değişime sebep olabileceği belirtilmiştir.

Wang ve Wu (2007), abamectin ile 18 seleksiyona maruz bırakılarak 14.5 kat direnç kazandırılan *B. tabaci'* nin NJ-Abm ırkında emamectin benzoate 4.4 kat, imidacloprid' e 3.4 kat çapraz direnç belirlemişlerdir. NJ-Abm ırkında 2.1 kat P450 monoxigenaz ve 2.0 kat GST aktivitesi tespit edilmiştir. Sonuç olarak NJ-Abm ırkında imidacloprid, emamectin benzoate çapraz direncinin ve abamectin direncinin P450 monoxigenaz ve GST aktivitesiyle ilgili olduğu belirtilmiştir.

Pottelberge vd. (2009), laboratuvar koşullarında 274 kat spirodiclofen direnci geliştiren *T. urticae* popülasyonunda abamectin, bifenezate, etoxazole ve spiromesifene karşı çoklu direnç geliştirmediğini belirlemişlerdir.

Khajehali vd. (2011), Hollanda'da 15 adet gül serasından topladıkları *T. urticae* popülasyonunda bazı insektisit-akarisitlere ve akarisitlere karşı duyarlılık düzeylerini incelemişler ayrıca bifenthrin ve abamectin'in tarla koşullarında başarısız olduğunu bildirmişlerdir.

Altıok (2012), Antalya da bulunan domates ve fasulye seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının, son 5 yılda Türkiye'de ruhsat almış Acequinocyl (Kanemite SC) Milbemectin (Milbeknock EC) Bifenazate (Floramite 240 SC) ve Spiromesifen (Oberon 240 SC) ilaçlarına karşı önemli ölçüde bir duyarlılık kaybı olmadığı görülmüştür.

Yorulmaz Salman vd. (2013), bu çalışmada *T. urticae*'nin farklı bitkilerde yetiştirilmesi sonucu esteraz enzim miktarındaki değişiklikler incelenmiştir. Konukçu bitki olarak fasulye (*Phaseolius vulgaris*), hıyar (*Cucumis sativus*) , domates (*Lycopersicon esculentum*), biber (*Capsicum annuum*), patlıcan (*Solanum melongena*) ve kabak (*Cucurbita pepo*) bitkileri kullanılmıştır. Farklı bitkiler üzerinde yetiştirilen *T. urticae* popülasyonlarında esteraz enzimi hem elektroforez hem de kinetik yöntemlerle belirlenmiştir. Esteraz enziminin elektroforetik olarak incelenmesi sonucunda en yoğun bant kalınlığı kabak ve patlıcanda yetiştirilen popülasyonlarda, en az bant kalınlığı ise domates ve biber üzerinde yetiştirilen popülasyonlarda belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Denemenin ana materyalini Antalya İli Kumluca İlçesinde bulunan sera alanlarından toplanan *T. urticae* popülasyonları, konukçu bitki (barbunya), abamectin ve spirodiclofen etkili maddelerine sahip akarisitler oluşturmaktadır. Ayrıca karşılaştırma popülasyonu olarak *T. urticae*'nin hassas GSS popülasyonu kullanılmıştır. Bu deneme süresince saf su ve ilaçlama kulesi (Spraytower), elektroforez seti, mikroplate reader, hassas terazi, soğutmalı santrifüj, akar

fırçalama aleti, binoküler mikroskop, farklı hacimlere sahip mikropipetler, tek kullanımlık plastik petriler, pamuk, sıfır numara samur fırça, 100, 250 ve 500 ml. lik beherglas, 100 ml. lik ölçü silindiri, eldiven, maske gibi laboratuar malzemeleri gibi aletlerden yaralanılmıştır.

Çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada denemenin ana materyalini Antalya İli Kumluca İlçesi kavun seralarından toplanarak yetiştirmeye alınan *T. urticae* popülasyonları ve Rothamstad Experimental Station (İngiltere) den sağlanan standart hassas (German Susceptible Strains, GSS) *T. urticae* popülasyonları oluşturmuştur. GSS popülasyonu 2001 yılında adı geçen laboratuardan sağlanmış ve ilaçsız ortamda yetiştirilmektedir. Popülasyonlar yeterli yoğunluğa ulaşır ulaşmaz biyoassay çalışmalara başlanmıştır. Biyoassay çalışmaları sırasında biyokimyasal çalışmalarda kullanılmak üzere sayısı belli olan ergin dişi bireyler ependorf tüpler içerisinde -80 ^{0}C'de stoklanmıştır. İkinci aşamada ise biyokimyasal çalışmalar yapılmıştır.

3.1.1.Kırmızıörümcek popülasyonları

3.1.1.1. Kırmızıörümcek popülasyonlarının toplanması

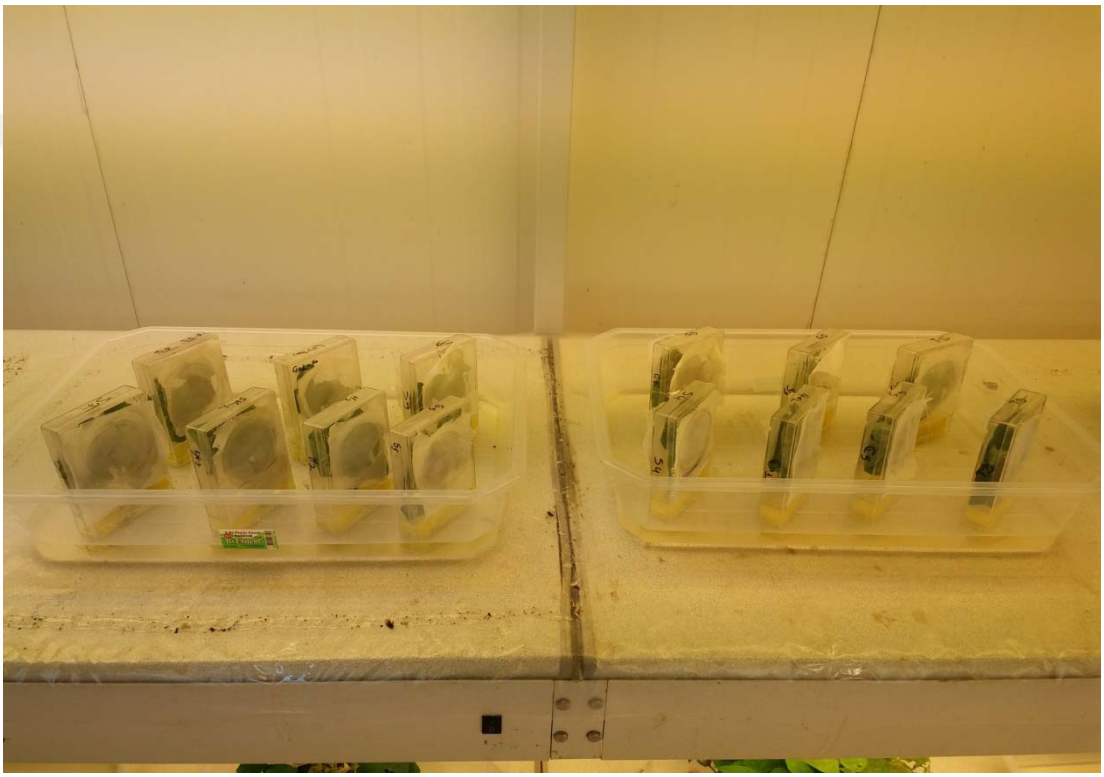
T. urticae popülasyonları Antalya ili Kumluca ilçesinde bulunan kavun seralarından 2015 yılı kavun üretim sezonunda toplanmıştır. Bu çalışmalar sırasında *T. urticae* bireyleri bulunduğu şüphelenilen yaprak örnekleri toplanmıştır. İlçede rastgele olmak şartıyla farklı örtüaltı üretim tesislerinden toplanan örnekler etiketlenerek poşet içerisinde, buz kutusuna koyularak Süleyman Demirel Üniversitesi Bitki Koruma bölümü toksikoloji laboratuarına getirilmiştir.

3.1.1.2. Kırmızıörümcek popülasyonlarının üretimi

Laboratuara getirilen örnekler akarların kaçmasını ve karışmasını engellemek amacıyla içi su dolu küvetler içerisine yerleştirilen ve hazırlanan kutularda bulunan bitki parçalarına barbunya yaprağına aktarılmıştır. Bu kutular üst

kısmına doğru iki yan yüzeyinde (içerisinde bulunan akarların ve bitkinin hava almasını sağlayacak) dairesel pencere şeklinde açıklıklara sahiptir. Bu boşluk kısımlara akarların geçmesini engelleyecek tüller yapıştırılmıştır.

Küvet içerisine yerleştirilen bitkinin canlılığını sağlamak, kutuların küvet içerisindeki suda dik ve dengede durması için boyutlarına uygun sünger parçaları kesilerek yerleştirilerek ve içerisine de iklim odamızda yetiştireceğimiz temiz iki yapraklı bir dal barbunya bitkisi, dal kısmı sünger içerisinde kalacak şekilde yetiştirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. *Tetranychus urticae* laboratuar koşullarında üretimi

3.1.2. Denemede kullanılan ilaçlar

Çalışmada Antalya ili Kumluca ilçesi kavun üretim seralarında kırmızıörümcek mücadelesinde yaygın olarak kullanılan abamectin ve spirodiclofen etkili maddeye sahip iki akarisit kullanılmıştır. Akarisitlerin genel özellikeri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kullanılan pestisitler ve özellikleri

Aktif madde	Aktif madde miktarı	İlacın ticari adı	Firma
Abamectin	18 g/l	Agrimec EC	Syngenta
Spirodiclofen	240 g/l	Envidor SC 240	Bayer

a) Abamectin

Abamectin akarisitler içerisinde diğerleri grubunda yer almaktadır. Avermectin' in iki analogundan meydana gelmiştir. Bir toprak mikroorganizması *Streptomyces avermitilis*'in fermantasyonuyla elde edilmiştir (Öncüer, 2004). İnsektisit ve akarisit olup kontakt ve mide yoluyla etkilidir. Süs bitkilerindeki Tetranychidae' ler ve yaprak galeri güvelerine karşı kullanılmaktadır. Sıçanlarda akut oral LD_{50} değeri erkekler için 300 mg/kg'dır. Toksisite sınıfı II'dir (Toros vd., 2001). Narenciyede pas böcüsü, yaprak galeri güvesi, süs bitkilerinde galeri sineği, domates ve pamukta kırmızörümceğe karşı kullanılmaktadır. Kullanılan abamectin etkili maddeye sahip ticari insektisit-akarisit Agrimec 18 g/L' dir.

b) Spirodiclofen

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından 2010 yılında yayınlanan Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünleri Kitabına göre Spirodiclofen, 26.02.2004 tarihinde ithal edilerek 5 ürün için ruhsatlandırılmıştır. Envidor 240 SC 240 g/l ticari ismiyle, sıvı formülasyonda piyasada bulunmaktadır. Tetronik ve tetramik asit türevi; asetil koenzim, karboksilaz, lipid biyosentezi engeller; Lipid sentezi inhibitörüdür. (Anomyous 2014).

3.2. Metot

3.2.1. Biyoassay

3.2.1.1. Ayırıcı (Diagnostik) doz

Çalışmada dirençli popülasyonları belirlemek için öncelikli olarak hassas popülasyonda diagnostik doz (LC_{90} dozunun üst güven aralığı) belirlenmiştir. Her bir petriye iklim odasında yetiştirmeye alınan tüm popülasyonlardan 3'lü tekerrürler halinde ergin dişi birey, binoküler altında yumuşak uçlu fırça yardımıyla aktarılarak deneme kurulmuştur.

Diagnostik doz yaprak yüzeyine 2 ml uygulanmıştır. 24 saat sonra ölü-canlı sayımları yapılmıştır. Elde edilen verilere Abbot formülü uygulanarak ilaçların % etkinliği belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre ilaçların % etkisi çizelgelendirilerek, %80 den az ise bu popülasyonlar dirençli kabul edilmiş ve bioassay denemeler yapılmıştır. Bu popülasyonların LC değerleri, esteraz enzimleri belirlenmiştir.

Abbot formülü; %Ma = (Mt-Mc) / (100-Mc) x 100
Ma = Abbott'a göre gerçek ölüm oranı (%)
Mt = Uygulamadaki ölüm oranı (%)
Mc = Kontroldeki ölüm oranı (%)

Toksisite testi:

Toksisite testi dirençli popülasyonlara uygulanmıştır. Bu amaçla Rauch ve Naune (2003) yöntemi uyarlanarak kullanılmıştır. Bu yöntemde seçilen akarisit saf su içinde çözdürülerek stok hazırlanmış ve bu stoktan uygun seyretmeler (hazırlanan ilk dozdan itibaren ilaç konsantrasyonları %50 seyreltilerek 7 doz serisi) yapılarak farklı dozlarda ilaç konsantrasyonları oluşturulmuştur.

Tek kullanımlık, 9 cm çapında petrilere pamuk yerleştirilerek, yaprakların nemini kaybetmemesi için yeterli saf su ile ıslatılmıştır. Pamuk üzerine iklim odasında yetiştirilen barbunya yapraklarından hazırlanan yaprak diskler alt yüzeyi üstte olacak şekilde yerleştirilmiştir. Deneme 1 kontrol+ 7 doz ve her dozda 3 tekkerrür olacak şekilde kurulmuştur. Her bir petride 25 adet ergin dişi kırmızıörümcek aktarılmıştır.

Deneme ilaçlarından hazırlanan uygun dozlardaki akarisit konsantrasyonları, Potter ilaçlama kulesi spray tower (Burkard Scientific) kullanılarak 1 bar basınç altında yaprak yüzeyine 2 ml sıvı düşecek şekilde ilaç konsantrasyonu püskürtülmüştür. Kontrole sadece saf su uygulanmıştır. Uygulama yapılan petriler 20-25 dk kurumaya bırakılacak ve kapakları kapatılarak, klimalı odalara yerleştirilmiştir.
Ölüm değerlendirmeleri, 24 saat sonra yapılmıştır. Kontroldeki ölümlerin %10 u geçmesi halinde denemeler tekrarlanmıştır.

Elde edilen verilerden yararlanarak farklı kırmızıörümcek popülasyonlarının LC_{50} leri POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, 1994) hesaplanmıştır. Popülasyonların direnç oranı sera popülasyonlarının LC_{50} değerleri, hassas popülasyonların LC_{50} değerlerine oranlanarak hesaplanmıştır.

3.2.2. Biyokimyasal çalışmalar

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

Esteraz enzimi bant haritasını belirlemek için “mini vertical nondenaturing poliakrilamide gel elektrophoresis” yöntemi kullanılmıştır. Elektroforez çalışmalarında Ay ve Gürkan (2005)’ın modifiye ettiği yöntem uyarlanarak kullanılmıştır. Elektroforez işleminde farklı yoğunlukta iki poliakrilamid jel kullanılmıştır. Jel dökme standı hazırlandıktan sonra % 7.5’lik poliakrilamid jel dökülerek ve cam plakaların üst kısmında geniş delikli poliakrilamid jeli (% 3.5’lik) dökmek için 2 cm’lik bir boşluk bırakılmıştır. Yaklaşık 30 dakika sonra

hazırlanan % 3.5'lik poliakrilamid jel pasteur pipet ile jel standına aktarılmıştır. Taraklar yerleştirildikten sonra geniş delikli jelin polimerize olması beklenmiştir. Jel hazırlandıktan sonra elektroforez tankına yerleştirilerek alt ve üst tank elektrot buffer (Glycine buffer pH 8.3) ile doldurulmuştur.

Daha sonra bir fırça yardımıyla ependorf tüplere her popülasyondan ayrı ayrı 5 dişi birey aktarılmıştır. Her bir ependorf tüpe 50 µl homojenizasyon buffer (% 0.1 Triton X-100 içeren % 32 (w/v) lik sucrose) verilerek pestil ile ezilmiştir. Polimerizasyondan sonra her bir jel hücresine 10 µl homojenat verilmiştir. Elektroforezde koşturma işlemi 150 V de yaklaşık 1.5 saatte tamamlanmıştır. Bu sürenin sonunda 0.2 M fosfat buffer (pH 6.5 ve % 1 aseton içeriyor) ile %0.02 lik α -naphthyl asetat solüsyonu hazırlanmıştır. Jel bu çözeltide esteraz enzimi inkübasyonu için 30 dakika bekletilmiştir. % 0.02 lik α -naphthyl asetat solüsyonu ile % 0.4 oranında Fast blue BB salt boya solüsyonu hazırlanarak, jel bu çözeltide 1 saat boyanmıştır. Boyama işlemi bittikten sonra jel % 7'lik asetik asit içine alınarak ve 24 saat sonra densiometre de fotoğrafı çekilmiştir.

3.2.2.2. Mikroplaka Assay ile toplam esteraz enzimi aktivitesinin İncelenmesi

Kinetik esteraz aktivitesinin belirlenmesinde α – naphtyl acetate kullanılarak 96 hücreli düztabanlı mikroplakada Stumpf ve Nauen, (2002)'in geliştirdikleri yöntem kullanılmıştır. 20 adet ergin dişi % 0.1 Triton X-100 içeren 100 µl sodyum fosfat buffer (0.1M, pH 7.5) içinde eppendorf tüplerde ezilmiştir. Bu homojenat 10000 g ve +4 oC'da 5 dakika santrifüj edildikten sonra supernatant enzim kaynağı olarak kullanılmıştır. 10 kez seyreltilen supernatant + 0.2 M, pH 6 fosfat buffer'dan 25'er µl mikroplakanın hücrelerine konulmuştur. Çalışma 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 µl 100 Mm α – naphtyl acetate'ın ilavesiyle elde edilmiştir. Enzim aktivitesi 23 ^{o}C ve 450 nm'de 10 dakika süreyle okunmuştur. Kontrol hücreleri ise homojenatsız olarak okunmuştur.

Üzerinde durulan özellikler bakımından (Esteraz) popülasyonların ortalamaları arasındaki farklılıklar varyans analiz tekniği ANOVA kullanılarak incelenmiştir.

Popülasyonların ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Tukey testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Kırmızıörümcek popülasyonlarının toplandıkları yer ve tarihler

Antalya ili Kumluca ilçesindeki kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının adları, toplandıkları yer ve toplanma tarihleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. 2015 yılında bölgedeki kavun seralarından toplam 20 adet *T. urticae* popülasyonları toplanmış ve iklim odasında kültüre alınmıştır.

Çizelge 4.1. *T. urticae* popülasyonlarının toplanma yer ve tarihleri

Popülasyon Adı	Popülasyon Toplanma Yeri	Toplanma Tarihi
K1	Salur Mahallesi	28.04.15
K2	Salur Mahallesi	28.04.15
K3	Kum Mahallesi	30.04.15
K4	Kum Mahallesi	30.04.15
K5	Beykonak Mahallesi	04.05.15
K6	Beykonak Mahallesi	04.05.15
K7	Mavikent Mahallesi	04.05.15
K8	Mavikent Mahallesi	04.05.15
K9	Sarıcasu Mahallesi	08.05.15
K10	Sarıcasu Mahallesi	08.05.15
K11	Hızırkahya Mahallesi	15.05.15

K12	Hızırkahya Mahallesi	15.05.15
K13	Temel Eğitim Mahallesi	17.05.15
K14	Temel Eğitim Mahallesi	17.05.15
K15	Hacıveliler Mahallesi	20.05.15
K16	Hacıveliler Mahallesi	20.05.15
K17	Toptaş Mahallesi	01.06.15
K18	Toptaş Mahallesi	01.06.15
K19	Kavakköy Mahallesi	02.06.15
K20	Kavakköy Mahallesi	02.06.15

4.2 Ayırıcı (Diagnostik) doz uygulama sonuçları

Antalya ili Kumluca ilçesindeki kavun seralarından toplanan 20 adet *T. urticae* popülasyonunda GSS popülasyonunda spirodiclofen için belirlenen diagnostik doz uygulamaları yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Spirodiclofen için yapılan diagnostik doz uygulaması sonucu kavun seralarından toplanan tüm *T. urticae* popülasyonlarında etki %80' den az bulunmuştur. Bu nedenle popülasyonların tamamında spirodiclofen için bioassay denemeler yapılmıştır.

Çizelge 4.2. Spirodiclofen diagnostik doz deneme sonuçları

Pop. No (spiridiclofen)	Popülasyon Adı (Kumluca İlçesi)	Toplanma Tarihi	Uygulama	Toplam Birey Sayısı	Toplam Ölen Birey Sayısı	% Etki
K1	Salur Mahallesi	28.04.15	İlaç uygulama	63	6	4.08
			Kontrol	57	2	
K2	Salur Mahallesi	28.04.15	İlaç uygulama	61	7	5.10
			Kontrol	57	2	
K3	Kum Mahallesi	30.04.15	İlaç uygulama	60	8	6.12
			Kontrol	57	2	

K4	Kum Mahallesi	30.04.15	İlaç uygulama	57	9	7.14
			Kontrol	57	2	
K5	Beykonak Mahallesi	04.05.15	İlaç uygulama	65	10	8.16
			Kontrol	57	2	
K6	Beykonak Mahallesi	04.05.15	İlaç uygulama	58	11	9.18
			Kontrol	57	2	
K7	Mavikent Mahallesi	04.05.15	İlaç uygulama	63	11	9.18
			Kontrol	57	2	
K8	Mavikent Mahallesi	04.05.15	İlaç uygulama	62	14	12.24
			Kontrol	57	2	
K9	Sarıcasu Mahallesi	08.05.15	İlaç uygulama	62	15	13.26
			Kontrol	57	2	
K10	Sarıcasu Mahallesi	08.05.15	İlaç uygulama	58	19	17.35
			Kontrol	57	2	
K11	Hızırkahya Mahallesi	15.05.15	İlaç uygulama	68	21	19.39
			Kontrol	57	2	
K12	Hızırkahya Mahallesi	15.05.15	İlaç uygulama	61	22	20.41
			Kontrol	57	2	
K13	Temel Eğitim Mahallesi	17.05.15	İlaç uygulama	58	23	21.43
			Kontrol	57	2	
K14	Temel Eğitim Mahallesi	17.05.15	İlaç uygulama	63	28	26.53
			Kontrol	57	2	
K15	Hacıveliler Mahallesi	20.05.15	İlaç uygulama	61	30	28.57
			Kontrol	57	2	
K16	Hacıveliler Mahallesi	20.05.15	İlaç uygulama	61	32	30.61
			Kontrol	57	2	
K17	Toptaş Mahallesi	01.06.15	İlaç uygulama	57	38	36.73
			Kontrol	57	2	
K18	Toptaş Mahallesi	01.06.15	İlaç uygulama	59	39	37.75
			Kontrol	57	2	
K19	Kavakköy Mahallesi	02.06.15	İlaç uygulama	60	17	15.31
			Kontrol	57	2	
K20	Kavakköy Mahallesi	02.06.15	İlaç uygulama	63	19	17.35
			Kontrol	57	2	

Antalya ili Kumluca ilçesindeki kavun seralarından toplanan 20 adet *T. urticae* popülasyonunda GSS popülasyonunda abamectin için belirlenen diagnostik doz uygulamaları yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir. Abemectin için yapılan diagnostik doz uygulaması sonucu kavun seralarından toplanan tüm *T. urticae* popülasyonlarında etki %80' den az bulunmuştur. Bu nedenle popülasyonların tamamında spirodiclofen için bioassay denemeler yapılmıştır.

Çizelge4.3. Abamectin diagnostik doz deneme sonuçları

Pop. No (abamectin)	Popülasyon Adı (Kumluca İlçesi)	Toplanma Tarihi	Uygulama	Toplam Birey Sayısı	Toplam Ölen Birey Sayısı	% Etki
K1	Salur Mahallesi	28.04.15	İlaç uygulama	62	14	11.34
			Kontrol	61	3	
K2	Salur Mahallesi	28.04.15	İlaç uygulama	61	9	6.18
			Kontrol	61	3	
K3	Kum Mahallesi	30.04.15	İlaç uygulama	62	31	28.86
			Kontrol	61	3	
K4	Kum Mahallesi	30.04.15	İlaç uygulama	65	29	26.80
			Kontrol	61	3	
K5	Beykonak Mahallesi	04.05.15	İlaç uygulama	62	15	12.37
			Kontrol	61	3	
K6	Beykonak Mahallesi	04.05.15	İlaç uygulama	60	12	9.28
			Kontrol	61	3	
K7	Mavikent Mahallesi	04.05.15	İlaç uygulama	59	14	11.34
			Kontrol	61	3	
K8	Mavikent Mahallesi	04.05.15	İlaç uygulama	57	9	6.18
			Kontrol	61	3	
K9	Sarıcasu Mahallesi	08.05.15	İlaç uygulama	64	43	41.24
			Kontrol	61	3	
K10	Sarıcasu Mahallesi	08.05.15	İlaç uygulama	66	11	8.25
			Kontrol	61	3	
K11	Hızırkahya Mahallesi	15.05.15	İlaç uygulama	59	10	7.22
			Kontrol	61	3	
K12	Hızırkahya Mahallesi	15.05.15	İlaç uygulama	61	18	15.46

			Kontrol	61	3	
K13	Temel Eğitim Mahallesi	17.05.15	İlaç uygulama	63	23	20.62
			Kontrol	61	3	
K14	Temel Eğitim Mahallesi	17.05.15	İlaç uygulama	62	14	11.34
			Kontrol	61	3	
K15	Hacıveliler Mahallesi	20.05.15	İlaç uygulama	59	19	16.49
			Kontrol	61	3	
K16	Hacıveliler Mahallesi	20.05.15	İlaç uygulama	61	15	12.37
			Kontrol	61	3	
K17	Toptaş Mahallesi	01.06.15	İlaç uygulama	61	29	26.80
			Kontrol	61	3	
K18	Toptaş Mahallesi	01.06.15	İlaç uygulama	66	38	36.08
			Kontrol	61	3	
K19	Kavakköy Mahallesi	02.06.15	İlaç uygulama	59	16	13.40
			Kontrol	61	3	
K20	Kavakköy Mahallesi	02.06.15	İlaç uygulama	64	36	34.02
			Kontrol	61	3	

Abamectin için yapılan diagnostik doz uygulaması sonucu kavun seralarından toplanan tüm *T. urticae* popülasyonlarında etki %80' den az bulunmuştur. Bu nedenle popülasyonların tamamında abamectin için bioassay denemeler yapılmıştır.

4.3. Toksisite Test Sonuçları

Antalya ili Kumluca ilçesindeki kavun seralarından toplanan 20 adet *T. urticae* popülasyonunda spirodiclofen'e karşı LC_{50} değerleri ve direnç oranları belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.4'de verilmiştir. *T. urticae* popülasyonlarında spirodiclofen'e karşı en yüksek direnç oranı 19.02 kat ile K1 popülasyonunda belirlenirken, en düşük direnç oranı ise 4.91 kat ile K18 popülasyonunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Hassas *Tetranychus urticae* popülasyonun spirodiclofen'e karşı belirlenen LC_{50} ve LC_{90} değerleri

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC50µl/100ml (güven aralığı)	LC90µl/100ml (güven aralığı)	R** LC50	R*** LC90
K1	596	1.707±0.162	57.83 (37.25-81.63)	325.87 (216.45-608.26)	19.02	21.12
K2	610	1.335±0.124	49.77 (37.92-63.56)	453.86 (317.02-735.87)	16.37	29.41
K3	611	1.571±0.130	45.02 (33.19-59.05)	294.46 (201.77-505.69)	14.81	19.08
K4	608	1.359±0.114	37.18 (24.55-54.03)	326.21 (186.59-837.38)	12.23	21.14
K5	603	1.602±0.140	54.12 (34.30-80.19)	341.52 (202.66-839.74)	17.80	22.13
K6	605	1.511±0.120	38.98 (28.17-52.84)	274.90 (174.91-549.34)	12.82	17.81
K7	602	1.584±0.123	42.73 (31.35-57.56)	275.17 (177.16-537.46)	14.05	17.83
K8	600	1.435±0.116	42.00 (27.95-62.34)	328.58 (183.75-898.21)	13.81	21.29
K9	602	1.508±0.119	40.63 (28.90-56.34)	287.33 (176.58-619.87)	13.36	18.62
K10	603	1.303±0.113	25.37 (16.40-37.05)	244.49 (138.15-647.08)	8.34	15.84
K11	603	1.323±0.113	27.70 (17.63-41.74)	257.92 (139.39-773.05)	9.11	16.71
K12	605	1.584±0.130	30.95 (25.11-37.67)	199.33 (149.03-290.64)	10.18	12.92
K13	600	1.504±0.121	23.64 (17.91-30.50)	168.23 (114.71-290.40)	7.78	10.90
K14	600	1.511±0.120	22.42 (18.38-27.66)	157.91 (117.35-232.10)	7.37	10.23
K15	602	1.582±0.123	23.04 (17.05-30.75)	148.74 (97.01-282.25)	7.58	9.64
K16	601	1.467±0.119	19.98 (13.83-28.08)	149.23 (90.22-336.17)	6.57	9.67
K17	602	1.581±0.138	21.20 (13.70-30.77)	137.08 (83.85-307.05)	6.97	8.88
K18	600	1.401±0.117	14.94 (10.19-21.18)	122.74 (72.82-287.98)	4.91	7.95
K19	600	1.482±0.133	39.45 (24.02-59.98)	288.82 (164.41-781.79)	12.98	18.72
K20	603	1.528±0.125	31.70 (25.66-38.69)	218.69 (162.21-322.41)	10.43	14.17
Hassas popülasyon	600	1.814±0.148	3.04 (1.95-4.35)	15.43 (9.92-31.50)	_	_

*n Denemde kullanılan birey sayısı

**Direnç oranı

Antalya ili Kumluca ilçesindeki kavun seralarından toplanan 20 adet *T. urticae* popülasyonunda abamectine karşı LC_{50} değerleri ve direnç oranları belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.5'de verilmiştir. *T. urticae* popülasyonlarında abamectin'e karşı en yüksek direnç oranı 26.56 kat ile K11 popülasyonunda belirlenirken, en düşük direnç oranı ise 8.44 kat ile K9 popülasyonunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Hassas *Tetranychus urticae* popülasyonun abamectin'e karşı belirlenen LC_{50} ve LC_{90} değerleri

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC50µl/100ml (güven aralığı)	LC90µl/100ml (güven aralığı)	R** LC50	R*** LC90
K1	609	1.506±0.126	3.41 (2.45-4.59)	24.21 (15.85-45.38)	21.31	29.89
K2	609	1.425±0.124	4.00 (2.63-5.76)	31.74 (19.03-72.88)	25.00	39.19
K3	611	1.400±0.119	2.52 (1.99-3.09)	20.58 (14.80-31.82)	15.75	25.41
K4	609	1.525±0.129	2.41 (1.67-3.31)	16.68 (10.73-32.70)	15.06	20.59
K5	604	1.321±0.113	3.17 (2.02-4.76)	29.61 (16.06-87.70)	19.81	36.56
K6	603	1.472±0.118	3.57 (2.48-5.01)	26.50 (16.07-59.29)	22.31	32.72
K7	606	1.532±0.121	3.01 (2.21-4.03)	20.67 (13.41-39.59)	18.81	25.52
K8	609	1.370±0.114	3.77 (2.74-5.06)	32.47 (20.48-65.16)	23.56	40.09
K9	604	1.402±0.117	1.35 (0.90-1.92)	11.08 (6.59-26.07)	8.44	13.68
K10	603	1.587±0.123	3.91 (2.97-5.09)	25.12 (16.92-44.50)	24.44	31.01
K11	600	1.462±0.129	4.25 (2.69-6.28)	32.00 (18.72-79.21)	26.56	39.51
K12	601	1.484±0.126	3.15 (2.26-4.23)	23.04 (15.21-42.45)	19.69	28.44
K13	601	1.371±0.116	2.75 (2.20-3.38)	23.68 (17.14-36.32)	17.19	29.23
K14	603	1.332±0.114	2.93 (1.89-4.35)	26.86 (14.85-75.66)	18.31	33.16
K15	603	1.528±0.121	3.33 (2.45-4.46)	23.00 (14.90-44.16)	20.81	28.40
K16	600	1.588±0.133	2.96 (2.38-3.61)	18.97 (14.22-27.60)	18.50	23.42
K17	600	1.627±0.125	2.63 (1.97-3.50)	16.17 (10.61-30.31)	16.44	19.96
K18	602	1.427±0.117	2.14 (1.44-3.09)	16.94 (9.84-42.15)	13.37	20.91
K19	600	1.420±0.116	2.95 (2.15-3.96)	23.57 (14.91-47.11)	18.44	29.10

K20	603	1.471±0.119	1.92 (1.34-2.68)	14.29 (8.70-31.60)	12.00	17.64
Hassas popülasyon	657	1.842±0.158	0.16 (0.12-0.22)	0.81 (0.57-1.36)	_	

*n Denemde kullanılan birey sayısı

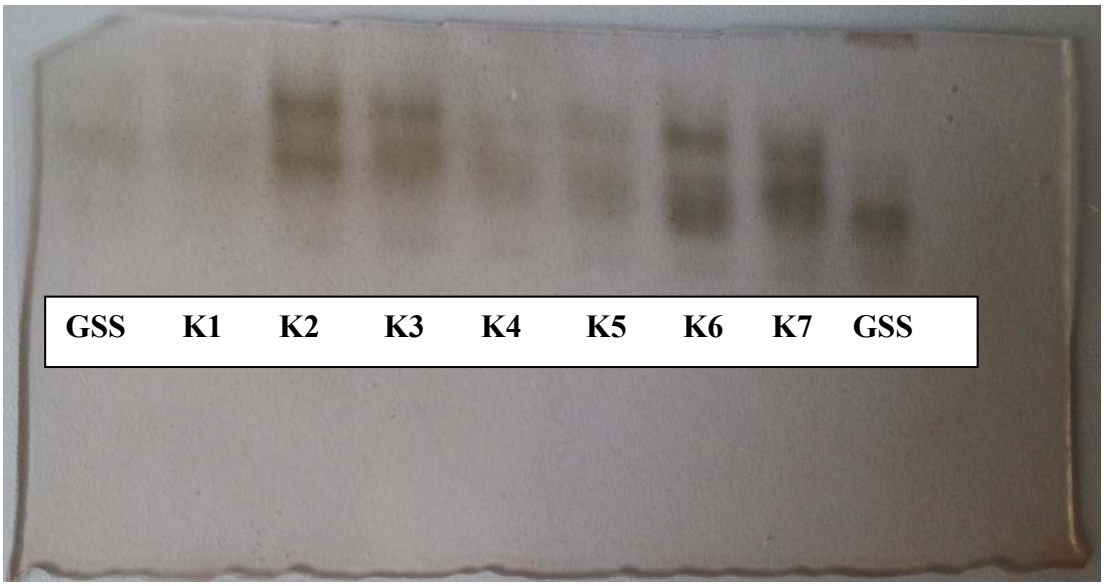
**Direnç oranı

Antalya İli Kumluca İlçesinden 2015 yılında 20 farklı kavun serasından toplanan akar *T. urticae* popülasyonlarında abamectine'e karşı belirlenen LC_{50}, LC_{90} ve direnç düzey değerleri belirlenmiştir. Direç düzeyleri 8.44-26.56 aralığında olduğu belirlenmiştir. En yüksek direnç düzeyi K11 popülasyonunda en düşük direnç düzeyi olarak da K9 popülasyonunda görülmektedir.

4.4. Biokimyasal Çalışmaların Bulguları

4.4.1 Elektroforez sonuçları

Böceklerde insektisitlere karşı gelişen direnci belirlemede biyoassay yöntemlerin yanı sıra elektroforetik yöntemler de kullanılmaktadır. Elektroforetik yöntemlerle böceklerin insektisitlere göstermiş olduğu dirençle ilgili olduğu düşünülen bazı enzimler incelenerek, böceklerdeki direnç düzeyi ile bu enzimler arasında ilişki kurulmaktadır (Tsagkarakou et al., 2002). 2015 yılında kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonları ve GSS popülasyonun esteraz enzim bantları elektroforez yöntemiyle incelenmiştir. Tüm *T. urticae* popülasyonlarının esteraz enzim bantları Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.1. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz bantları (a)

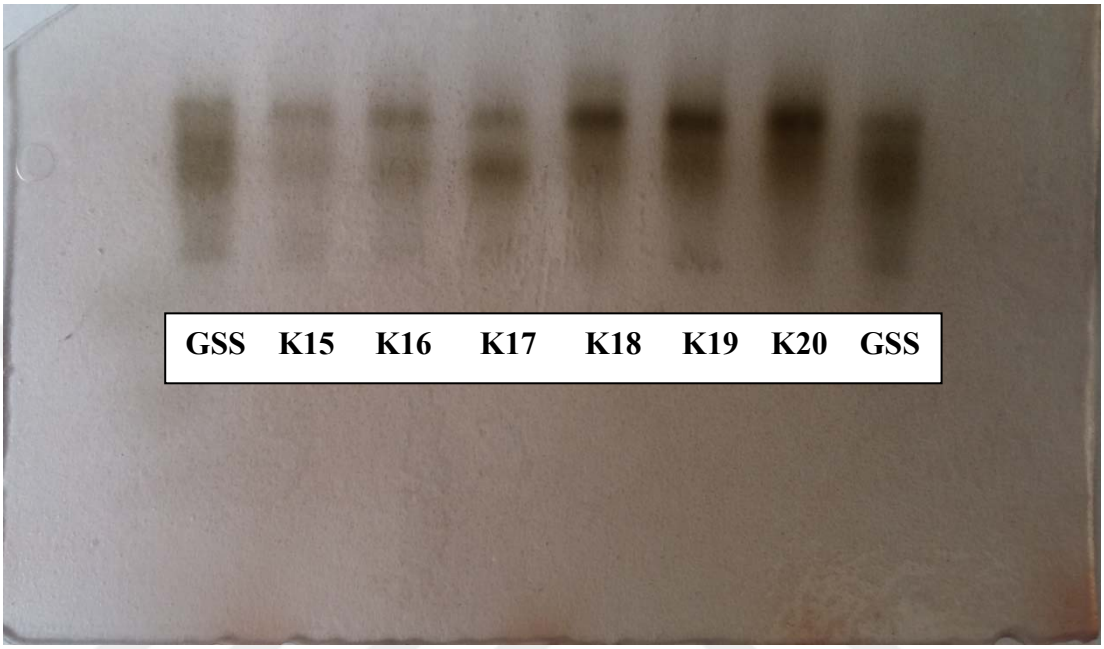
Kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonları ve GSS popülasyonun esteraz enzim bantları elektroforez yöntemiyle incelenmiştir. GSS popülasyonuna ait esteraz bantlarının tarla popülasyonlarına ait bantlara göre yoğunluğunun az olduğu görülmektedir. K2, K3, K6 ve K7 no'lu bantlarda yoğunluk daha fazla olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.2. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz bantları(b)

Kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonları ve GSS popülasyonun esteraz enzim bantları elektroforez yöntemiyle incelenmiştir. GSS popülasyonuna ait esteraz bantlarının tarla popülasyonlarına ait bantlara göre

yoğunluğunun az olduğu görülmektedir. K11, K12 ve K13 no'lu bantlarda yoğunluk daha fazla olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3 *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz bantları(c)

Kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonları ve GSS popülasyonun esteraz enzim bantları elektroforez yöntemiyle incelenmiştir. GSS popülasyonuna ait esteraz bantlarının tarla popülasyonlarına ait bantlara göre yoğunluğunun az olduğu görülmektedir. K18, K19 ve K20 no'lu bantlarda yoğunluk daha fazla olduğu belirlenmiştir.

4.4.2 Esteraz enzim aktivite sonuçları

Kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonları ve GSS popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri kinetik olarak belirlenmiş ve sonuçlar çizelge 4.6'de verilmiştir. Kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının ve GSS popülasyonun esteraz enzim aktiviteleri kinetik olarak belirlenmiştir. Bu kinetik okuma sonucunda en yüksek enzim seviyesi 21.65 mOD min^{-1} mg^{-1} ile K18 popülasyonunda görülürken en düşük enzim

seviyesi 9.52 mOD min^{-1} mg^{-1} ile K8 popülasyonunda bulunmuştur. K1, K8, K9, K14 ve K15 popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri GSS popülasyonu ile benzer bulunmuş ve aynı istatistiki grup içerisinde yer almışlardır. K2, K3, K4, K5, K6, K7, K10, K11, K12, K13, K16, K17, K18, K19 ve K20 popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri ise GSS popülasyonuna göre daha fazla bulunmuş ve bunlar farklı bir istatistik grubu oluşturmuşlardır.

Çizelge 4.6. *Tetranychus urticae* popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri

Popülasyon	**n***	**Spesifik aktivite mOD min^{-1} mg^{-1} protein**	**R/S****
GSS	4	9.25 b	-
K1	4	9.85 b	1.06
K2	4	18.54 a	2.00
K3	4	18.82 a	2.03
K4	4	14.72 a	1.59
K5	4	15.45 a	1.67
K6	4	19.32 a	2.08
K7	4	17.78 a	1.92
K8	4	9.52 b	1.02
K9	4	10.01 b	1.08
K10	4	14.47 a	1.56
K11	4	18.74 a	2.02
K12	4	19.95 a	2.15
K13	4	20.25 a	2.18
K14	4	10.05 b	1.08
K15	4	9.68 b	1.04
K16	4	13.32 a	1.44
K17	4	20.58 a	2.22
K18	4	21.65 a	2.34
K19	4	21.02 a	2.27
K20	4	20.56 a	2.22

* Tekerrür sayısı

** Denenen popülasyonun enzim aktivitesi/ hassas popülasyonun enzim aktivitesi

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

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Dünyada ve ülkemizde zararlılarla tarımsal savaş çalışmalarında insektisitler vazgeçilmez unsurlardır. Fakat insektisitlerin çevrede yarattığı sorunlar da büyük boyutlarda olup günümüzün önemli konularındandır. Bilinçsizce kullanılan insektisitler doğal dengenin bozulmasına, faydalı böceklerin yok olmasına ve zararlıların kısa sürede direnç kazanmasına neden olmaktadır. Kırmızıörümceklerin kimyasal savaşımında ilaçlara karşı kısa sürede direnç geliştirmeleri önemli bir problem olarak görülmektedir. Leeuwen ve Tirry (2007), son yıllarda *T. urticae'* nin savaşımında kullanılan kimyasalların çoğuna direnç geliştirmiş durumda olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada Antalya ili Kumluca ilçesinde bulunan kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının abamectin ve spirodiclofen'e karşı direnç düzeyleri belirlenmiş ve direnç gelişiminde etkili olan detoksifikasyon enzimlerinden esteraz enzimi ile bağlantısı araştırılmıştır. Dünya ve ülkemiz literatüründe *T. urticae*'nin bazı insektisitlere ve akarisitlere karşı direnç gelişiminin belirlendiği oldukça fazla sayıda çalışma bulunmaktadır.

Rauch ve Nauen (2002), laboratuar koşullarında *T. urticae* popülasyonunu spirodiclofen ile 37 kez seleksiyona tabi tutmuş ve 13kat direnç geliştiğini belirlemişlerdir. Selekte edilmemiş ırkla karşılaştırıldığında dirençli ırkta 1.2 kat karboxilesteraz, 1.2 kat GST ve 2.1 kat monooxigenaz enzim aktivitesi tespit edilmiştir. Pottelberge vd. (2009), laboratuar koşullarında 274 kat spirodiclofen direnci geliştirilen *T. urticae* popülasyonunda abamectin, bifenazate, etoxazole ve spiromesifene karşı çoklu direnç geliştirmediğini belirlemişlerdir. Çalışmamızda da literatüle benzer şekilde kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarının benzer şekilde spirodiclofen'e direnç geliştirdiği belirlenmiştir.

Stumpf ve Nauen (2002), *T. urticae'* nin NL-00 ve COL-00 ırklarında diagnostik doz yöntemi ile 54 ve 26 kat abamectin direnci belirlemişlerdir. Ayrıca PBO' nun her iki ırkta da abamectin direncini sınırladığını bulmuşlardır. Abamectin dirençli iki ırkta 1.6 kat esteraz enzim aktivitesi belirlenmiştir. Sato vd. (2005), *T. urticae* popülasyonunun abamectin ile 5 seleksiyondan sonra 342 kat direnç

geliştirdiğini bulmuşlardır. Ayrıca 342 kat abamectin dirençli popülasyonda milbectin'e 16.3, fenpropathrin' e 3.20 ve chlorfenapyr' e 2.23 kat direnç gelişimi belirlenmiştir. Wang ve Wu (2007), *B. tabaci* abamectin' e karşı 14.5 kat direnç belirlemişlerdir. Sato vd. (2004)'nun fenpyroximate 2.910 kat dirençli *T. urticae* popülasyonunun propargite ve abamectin' e karşı direnç geliştirmediğini belirtmiştir. Ay vd. (2005), Isparta İli ve İlçelerinden örtü altı sebzelerinde topladıkları 5 farklı *T. urticace* popülasyonunda propargite (Omite), amitraz (Kortraz) ve abamectin (Agrimec)'e karşı duyarlılık düzeyini incelemişler ve LC_{50} değerine göre propargite, amitraz ve abamectin'e karşı sırasıyla <1.0 - 2.5, 1.2 - 2.1 ve <1.0 - 2.9 kat direnç belirlemişlerdir.

Bu çalışmada ise benzer olarak abamectin'e 8.44-26.56 aralığında direnç geliştirdiği belirlenmiştir. Ay vd. (2005), Isparta' da bulunan beş farklı sebze üretim serasından toplanan *T. urticae'* lerde yaprak daldırma yöntemi sonucunda propargite karşı 1.0-2.5 kat direnç belirlemiştir. Ay (2005), Antalya ve Isparta bölgesinden topladğı *T. urticae'* nin 8 popülasyonunda petri kabı – ilaçlama kulesi yöntemini kullanarak 8.00 – 1,774.00 kat chlorpyrifos direnci belirlemiştir. Nauen vd. (2001), Almanya, Avustralya ve Japonya' dan topladıkları *T. urticae* popülasyonlarında hassas popülasyona göre sırasıyla 9.5, 8.3 ve 9.8 kat chlorpyrifos direnci bulmuşlardır. Stumpf vd. (2001), *T. urticae'* nin WI e VB labaratuar ırklarında 9.5 ve 78 kat chlorpyrifos direnci bulduklarını belirtmişlerdir. Sökeli (2005), Isparta ili ve çevresindeki elma bahçelerinden toplanan *T. urticae* popülasyonlarının 2.341-40.206 kat ile chlorpyrifos' a direnç geliştirdiklerini; ancak propargite ve abamectin' e karşı hassas olduklarını bulmuştur. Literatürle benzer şekilde çalışmamızda da Kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında abamectine karşı direnç geliştiği belirlenmiştir. *T. urticae* popülasyonlarında kavun üretim seralarında kırmızıörümcek mücadelesinde yaygın olarak kullanılan spirodiclofen ve abamectin etkili maddeye sahip akarisitlerden özellikle abamectine karşı gelişen direncin spirodiclofene karşı gelişen dirençten daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi abamectinin ülkemizde spirodiclofene göre ruhsat tarihinin eski olması ve daha uzun süredir kullanımda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Esteraz enzimleri böceklerde feromon ve hormon metabolizması, sindirim sistemi ve sinir iletimi, üreme davranışı ve insektisitlere direnç gibi birçok önemli mekanizmada rol oynamaktadır. Böceklerde insektisitlere karşı direnç gelişiminde özellikle asetilkolin esterazlar ve karboksilesterazlar rol oynamaktadır (Baffi et al., 2005). Karboksilesteraz aktivitesi sonucu insektisitler sinir sistemindeki hedefe ulaşmadan önce detoksifiye olmakta ve bu nedenle böcek normal biyolojik fonksiyonuna devam etmektedir (Yorulmaz ve Ay, 2010). Çalışmada abamectin ve spirodiclofen dirençli *T. urticae* popülasyonlarında esteraz enzim aktivitesi hem elektroforez hem de kinetik yöntemle belirlenmiştir. *T. urticae* popülasyonlarının esteraz bantları incelendiğinde, kavun seralarından toplanan K2, K3, K6, K7, K11, K12, K13, K17, K18, K19 ve K20 popülasyonlarının esteraz enzim bantlarının hassas popülasyona göre koyu çıktığı belirlenmiştir. Bu popülasyonların tamamında ise abamectin ya da spirodiclofene karşı direnç gelişimi yüksektir. Bu nedenle bu popülasyonlarda esteraz enziminin abamectin ya da spirodiclofen direnç gelişimi ile ilişkili olabilir. Direnç gelişimi yüksek ancak esteraz enzim aktivitesi düşük olan popülasyonlarda ise direnç gelişiminin GST veya P450 gibi diğer enzim gruplarından veya başka faktörlerden kaynaklandığı düşünülebilir. Ancak kesin bir yargıya varbilmek için ileride bu çalışmaların da yapılması gerekmektedir. Literatürde kırmızıörümceklerde akartistlere karşı gelişen dirençte esteraz enzim bağlantısının incelendiği çalışmalar bulunmaktadır.

Yorulmaz & Ay (2009), laboratuar koşullarında 15 kez selekte ettikleri *T. urticae* popülasyonunda 35.05 kat abamectin direnci 1.38 kat esteraz enzim aktivitesi bulmuşlardır. Lin et al. (2009), börülce üzerinden topladıkları ve seleksiyon sonucu 8.7 kat abamectin dirençli *Tetranychus cinnabarinus* (Boiduval) (Acari:Tetranychidae) popülasyonunda 2.7 kat esteraz enzim aktivitesi belirlemişlerdir. Pottelberge et al. (2009), 274 kat spirodiclofen dirençli *T. urticae* popülasyonunda P450 monoksigenaz ve esteraz enzimlerinin direnç gelişiminde rol oynadığını rapor etmişlerdir. Ay & Kara (2011), fasulye bitkisi üzerinde yetiştirilen 105.27 kat clofentezine dirençli *T. urticae* popülasyonunun esteraz bant yoğunluğunun fazla olduğunu bulmuşlardır.

Moghadam et al. (2012), gül bitkisi üzerinden toplanan fenazaquin dirençli *T. urticae* popülasyonlarında hassas popülasyona göre esteraz enziminin arttığını belirlemişlerdir. Van Leeuwen & Tirry (2007), pamuk bitkisinden toplanan *T. urticae*'nin tarla popülasyonunda yüksek oranda bifenthrin direnci ve esteraz aktivitesi saptamışlardır. Literatürde de çalışmamızla benzer şekilde kırmızıörümceklerde akaristlere karşı gelişen dirençle esteraz enzim bağlantısı görülmektedir.

Sonuç olarak kavun seralarından toplanan *T. urticae* popülasyonlarında abamectin ve spirodiclofen akarisitlerine karşı orta düzeyde direnç belirlenmiştir. Bunun yanı sıra *T. urticae*'nin tarla popülasyonlarının bazılarında bu iki akarisite karşı gelişen dirençte özellikle esteraz enziminin rol oynayabileceği belirlenmiştir. Dünyada ve ülkemizde iki noktalı kırmızıörümceğin akarisitlere karşı direnç gelişimi ve mekanizmasının belirlendiği çalışma sayısı oldukça fazladır. Ancak Antalya ili Kumluca ilçesi kavun seralarında kırmızıörümceklerde direnç gelişim çalışmalarının yapılmaması ve yoğun pestisit uygulamalarının bulunması dolayısıyla bu alanda *T. urticae* popülasyonlarının direnç gelişimi bakımından incelenmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu çalışma sonucunda Antalya ili Kumluca ilçesi kavun seralarında kırmızıörümceklere karşı yaygın olarak kullanılan iki akarisitin *T. urticae* popülasyonunlarında duyarlılık kaybına neden olduğu görülmektedir. Bu akarisitleri sık aralıklarla ve arka arkaya kullanmak yerine değişik etki mekanizmasına sahip akarisitler ile rotasyona sokulmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir. Zararlılarla etkili bir kimyasal mücadele için duyarlılık düzeylerinin belirlenmesi önemlidir. Bu nedenle zararlıların duyarlılık düzeylerinin sık aralıklar kontrol edilerek direncin önlenmesi veya geciktirilmesi için gerekli önlemlerin alınması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

Altıok, Y (2012), Antalya İli Örtü Altı Sebze Üretim Alanlarında Zararlı Olan *Tetranychus urticae* KOCH. (ACARİ: TETRANYCHİDAE)'nin bazı akarisitlere karşı duyarlılık düzeylerinin incelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 34s, Isparta.

Anonim, 2011. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığının 2011 yılında yayınladığı "Elma Entegre Mücadele Teknik Talimatı" Kitabı, 188s.

Ay, R., 2001. *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae)'nin Değişik Popülasyonlarının Bazı İlaçlara Karşı Duyarlılıkları Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktar Tezi, 72 s.

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. J Pest Sc., 78: 139-143.

Ay, R. ve Sökeli, E., 2005. Böceklerde Direnç Yönetimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1), 1-4.

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 J. of Pest Sci. 78, 139–143.

Ay, R., Sökeli, E., Karaca, İ., 2005. Response to Some Acaricides of the Two-spotted Spider Mite (*Tetrychus urticae* Koch) from Protected Vegetables in Isparta. Turk J Agric For, 29: 165-17

Ay, R., Kara, F.E. (2011). Toxicity, inheritanceandbiochemistry of clofentezineresistance in *Tetranychusurticae*. *InsectScience* 18(5): 503-511.

Baffi, M.A., Pereira, C.D., Souza, G.R., Bonetti, A.M., Ceron C.B., Gourlart, L.R. (2005). Esterase profile in a pyrethroid-resistant Brazilian strain of the cattle tick Boophilus microplus (Acari: Ixodidae). Genetics and Molecular Biology 28(4): 749- 753.

Ffrench-Constant, R. H., Roush, R. T., 1990. Ressistance Detection and Documentation: The Relative Roles of Pesticidal and Biochemical Assays. Pesticide Resistance in Arthropads (Eds. By Roush And Tabashnik). Chapman And Hall, 303p, New YorkGrafton Cardwel, E. E., Granet, J., Leig, T. F., 1987. Spider Mites (Acari: Tetranychidae) Response to Propargite

Basic for an Acaricide Resistance Management Program. J. Econ. Entomol., 80, 579-587.

Helle, W & M.W. Sabelis. 1985. Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier, Amsterdam, pp: 545.

Herron, G., A., Learmonth, S., E., Rophail, J., Barchia, I., 1997. Clofentezine and Fenbutatin oxide Resistance in the Two-spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) from Deciduous Fruit Tree Orchards in Western Australia. Experimental & Applied Acarology, 21: 163-169.

Hoyt, S. C., Westigard, P. H., Croft, B. A., 1985. Cyhexatin Resistance in Oregon Populations of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). J. Econ. Entomol., 78, 656-659.

Kabir, K., H., Chapman, R., B., Penman, D., R., 1993. Monitoring Propargite Resistance in European Red Mite, *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, Vol. 21: 133-138.

Khajehali, J., Nieuwenhuyse, P., Demaeght, P., Tirry, L & Van Leeuwen, T., 2011. Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands. Pest Management Science, 67: 1424–1433.

Kim, YJ., Lee, SH., Lee, SW., Ahn, YJ., 2004. Fenpyroximate Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Cross-Resistance and Biochemical Resistance Mechanisms. Pest Management Science, 60(10), 1001-1006.

Leeuwen, T., V., Stıllatus, V., Tirry, L., 2004. Genetic Analysis and Cross-Resistance Spectrum of a Labaratory-Selected Chlorfenapry Resistant Strain of Two-spotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae). Experimental & 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.

Leeuwen, T., V. ve Tirry, L., 2007. Esterase-Mediated Bifenthrin Resistance in a Multiresistant Strain of the Two-spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae*. Pest Mnagement Science, 63:150-156.

Lin, H.,Chuan-hua, X., Jin-jun, W., Ming, L., Wen-cai, L., Zhi-mo, Z. (2009). Resistanceselectionandbiochemicalmechanism of resistancetotwoacaricides in *Tetranychus cinnabarinus* (Boiduval). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 93: 47-52.

Moghadama, M. M., Ghadamyaria, M & Talebi, K., 2012. Resistance mechanisms to fenazaquin in Iranian populations of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). International Journal of Acarology, 38(2): 138-145.

Nauen, R., Stumpf, N., Elbert, A., Zebitz, C., PW., Kraus, W., 2001. Acaricide Toxicity and Resistance in Larvae of Different Strains of *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). Pest Management Science, 57: 253-261.

Öncüer, C., 1993. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları (Genişletilmiş 2.Baskı). Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 326s.

Pottelberge, SV., Leeuwen, TV., Khajeali, J., Tirry, L., 2009. Genetic and biochemical analysis of a laboratory-selected spirodiclofen-resistant strain of *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae). Pest Manag. Sci., 65: 358–366.

Rauch, N.,Nauen, R. (2003). Spirodiclofenresistance risk assessmentin *Tetranychusurticae* (Acari: Tetranychidae): a biochemicalapproach. *PesticideBiochemistryandPhysiology* 74: 91-101.

Sato, M., E., Miyata, T., Silva, M-D., Raga, A., Filho, M., F., S., 2004. Selection for Fenpyroximate Resistance and Susceptibility, Inheritance, Cross-resistance and Stability of Fenpyroximate Resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Appl. Entomol. Zool., 39 (2): 293-302.

Sato, M., E., Silva, M., Z., Raga, A., Filho, M., F., S., 2005. Abamectin Resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): Selection, Cross-Resistance and Stability of Resistance. Neotropical Entomology, 34 (6): 991-998.

Sökeli, E., 2005. Isparta İli ve Çevresindeki Elma Bahçelerinde Zararlı Olan Tetranychidae Familyasına Ait Kırmızıörümceklerin Bazı Kimyasallara Karşı Duyarlılıklarının Belirlenmesi.Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 42s,Isparta.

Stumpf, N., Zebitz, P-W., Kraus, W., Moores, GD., Nauen, R., 2001. Resistance to Organophosphates and Biochemical Genotyping of Acetylcholinesterases in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 69, 131-142.

Stumpf, N. and Nauen, R., 2002. Biochemical Markers Linked to Abamaectin Resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 72, 111-121.

Tsagkarakou, A., Navajas, M., Rousset, F., Pasteur, N., 1999. Genetic Differentiation in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from Greenhouses in France. Experimental & Applied Acarology, 23: 365-378.

Tirello, P.,Pozzebon, A., Cassanelli,S., Van Leeuwen, T., Duso, C. (2012). Resistancetoacaricides in Italianstrains of *Tetranychusurticae*: toxicologicalandenzymaticassays. *ExperimentalandAppliedAcarology* 57(1): 53-64.

Tunca, F.O., 2014. ısparta ili elma bahçelerinde zararlı iki noktalı kırmızıörümcek, *tetranychus urticae* koch (acarı: tetranychıdae)'nin farklı popülasyonlarının etoxazole ve spırodıclofen'e karşı duyarlılık düzeylerinin ve direnç mekanizmalarının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 46s.

Van Leeuwen, T.,Tirry, L. (2007). Esterase-mediatedbifenthrinresistance in a multiresistantstrain of thetwo-spottedspider mite, *Tetranychusurticae*. *PestMnagementScience*63:150-156.

Yaşarakıncı, N. & P. Hıncal, 1996. İzmir'de örtüaltında yetiştirilen domates, hıyar, biber ve marulda bulunan zararlı ve yararlı türler ile bunların popülasyon yoğunlukları üzerinde araştırmalar, Bitki Koruma Bülteni 1997, 37 (1-2) : 79-89 ISSN 0406-3597.

Yorulmaz S. ve Ay R., 2009. Multiple resistance, detoxifying enzyme activity, and inheritance of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). Turk J Agric For 33: 393-402

Yorulmaz Salman, S. F., Bayrak, R., Kılıçoğlu, İ., Sancar, R., Ay, Farklı Bitkiler Üzerinde Yetiştirilen *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)'nin Esteraz ve Glutathion S-Transferaz Enzim Düzeylerinin Belirlenmesi

Yorulmaz-Salman, S. ve Ay, R., 2013. Avcı akar Neoseiulus californicus (Acari: Phytoseiidae) poülasyonlarının üç farklı akarisite karşı duyarlılık ve detoksifikasyon enzim düzeylerinin belirlenmesi. Türkiye Entomoloji Dergisi (Turkish Journal of Entomology), 37(1): 105-116.

Yu, SJ., 2008. The toxicology and biochemistry of insecticides. CRC Pres Taylor-Francis Group, 250 pp.

Wang, L. ve Wu, Y., 2007. Cross-Resistance and Biochemical Mechanisms of Abamectin Resitance in the B-type *Bemisia tabaci*. J. Appl. Entomol. 131(2), 98-103.

Wheelock, C., E., Shan, G., Ottea, J., 2005. Overview of Carboxylesterases and Their Role in the Metabolism of Insecticides. J. Pestic. Sci., 30(2): 75-3.

Zhang ZQ (2003) Mites of Greenhouses Identification, Biology and Control. Cabi Publishing, UK.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İrfan TURAN
Doğum Yeri ve Yılı : Antalya, 1992

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : irrfan.07@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Finike Anadolu Lisesi, 2010

Lisans : SDÜ, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki koruma anabilimdalı