

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ISPARTA İLİ ELMA BAHÇELERİNDEN TOPLANAN AVCI
AKAR *Neoseiulus californicus* (ACARI: PHYTOSEIIDAE)
POPÜLASYONLARININ BAZI AKARİSİTLERE VE
İNSEKTİSİT- AKARİSİTLERE KARŞI DUYARLILIK
DÜZEYLERİNİN BİOASSAY VE BİYOKİMYASAL
YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ**

Sibel YORULMAZ

Danışman: Doç. Dr. Recep AY

**DOKTORA TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

ISPARTA, 2012

TEZ ONAYI

Sibel YORULMAZ tarafından hazırlanan "Isparta İli Elma Bahçelerinden Toplanan Avcı Akar *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) Popülasyonlarının Bazı Akarisitlere ve İnsektisit- Akarisitlere Karşı Duyarlılık Düzeylerinin Bioassay ve Biyokimyasal Yöntemlerle Belirlenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Süleyman Demirel Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Recep AY



Süleyman Demirel Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Prof. Dr. M. Oktay GÜRKAN



Ankara Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Prof. Dr. Bülent YAŞAR



Süleyman Demirel Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Prof. Dr. Enver DURMUŞOĞLU



Ege Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Prof. Dr. İsmail KARACA



Süleyman Demirel Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Prof.Dr.Mehmet Cengiz KAYACAN

Enstitü Müdürü

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	30
3.1. Materyal.....	30
3.1.1. <i>Neoseiulus californicus</i> Popülasyonları.....	30
3.1.2. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının toplanması ve yetiştirilmesi ...	32
3.1.1.2. Denemelerde kullanılacak ilaçların belirlenmesi.....	33
3.2. Yöntem.....	38
3.2.1. Toksikite Testi.....	39
3.2.1.1. Larval biyoassay çalışmaları.....	39
3.2.1.2. Ergin dişi birey biyoassay çalışmaları.....	41
3.2.2. Seleksiyon çalışmaları.....	42
3.2.3. Sinerjist + ilaç çalışmaları.....	43
3.2.4. Çoklu Direnç çalışmaları.....	44
3.2.5. Direnç Kalıtım çalışmaları.....	44
3.2.6. Biyokimyasal çalışmalar.....	46
3.2.6.1. Poliakrilamid jel elektroforez (PAGE) ile esteraz enziminin incelenmesi.....	47
3.2.6.2. <i>N. californicus</i> 'un toplam esteraz, enziminin kinetik olarak incelenmesi.....	47
3.2.6.3. <i>N. californicus</i> 'un GST enzimlerinin kinetik olarak incelenmesi	48
3.2.6.4. <i>N. californicus</i> 'un P450 enziminin kinetik olarak incelenmesi.....	48
3.2.6.5. <i>N. californicus</i> 'un AChE enziminin kinetik olarak incelenmesi	49
3.2.6.6. Toplam protein miktarının ölçülmesi.....	49
3.2.3. Dirençli ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının ovipozisyon Süreleri, ömür uzunlukları ile bıraktığı günlük ve toplam yumurta sayılarının hesaplanması ve karşılaştırılması.....	50
3.2.4. Dirençli ve hassas <i>N. californicus</i> popülasyonlarının yaşam çizelgelerinin oluşturulması.....	51
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	53
4.1. Biyoassay Sonuçları.....	53
4.1.1. 2010 yılı arazi popülasyonu sonuçları.....	53
4.1.2. 2011 yılı arazi popülasyonu sonuçları.....	60
4.1.3. Seleksiyon Sonuçları.....	66
4.2. Sinerjist + ilaç çalışmaları sonuçları.....	71
4.2.1. 2010 yılı arazi popülasyonları sinerjist + ilaç çalışmaları sonuçları.....	72
4.2.2. 2011 yılı arazi popülasyonları sinerjist + ilaç çalışmaları sonuçları.....	81
4.2.3. Seleksiyon popülasyonları sinerjist + ilaç çalışmaları sonuçları.....	87
4.3. Biyokimyasal Sonuçlar.....	88

4.3.1. Esteraz enzim aktivitesi sonuçları.....	88
4.3.2. Poliakrilamid jel elektroforezi ile esteraz enzim sonuçları.....	92
4.3.3. Glutation S-transferaz (GST) enzim sonuçları.....	96
4.3.4. Sitokrom P450 monooksijenaz (MO) enzim aktivitesi sonuçları.....	99
4.3.5. Asetilkolinesteraz AChE enzim aktivitesi sonuçları.....	106
4.4.Çoklu direnç sonuçları.....	106
4.5. Direnç kalıtım sonuçları.....	108
4.6. Dirençli ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının ovipozisyon süreleri, ömür uzunlukları ile bıraktığı günlük ve toplam yumurta sayıları sonuçları	114
4.7. Dirençli ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının yaşam çizelgelerinin oluşturulması.....	115
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	121
6. KAYNAKLAR.....	137
EKLER.....	151
ÖZGEÇMİŞ.....	157

ÖZET

Doktora Tezi

ISPARTA İLİ ELMA BAHÇELERİNDEN TOPLANAN AVCI AKAR *Neoseiulus californicus* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) POPÜLASYONLARININ BAZI AKARİSİTLERE VE İNSEKTİSİT- AKARİSİTLERE KARŞI DUYARLILIK DÜZEYLERİNİN BİOASSAY VE BİYOKİMYASAL YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

Sibel YORULMAZ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr.Recep AY

Bu çalışmada, Isparta ili elma bahçelerinden 2010 ve 2011 yıllarında toplanan *Neoseiulus californicus* (McGregor)(Acari: Phytoseiidae) popülasyonlarının spiromesifen, spirodiclofen, hexythiazox ve etoxazole karşı duyarlılık düzeyleri biyoassay ve biyokimyasal yöntemlerle belirlenmiştir. Ayrıca hassas *N. californicus* popülasyonu laboratuvar ortamında seleksiyona maruz bırakılarak spiromesifen ve hexythiazox direnç karakterleri incelenmiştir. *N. californicus* popülasyonlarının LC₅₀ ve LC₆₀ değerleri ilaçlama kulesi kullanılarak yaprak disk metodu ile belirlenmiştir. 2010 yılında elma bahçelerinden 8 adet ve 2011 yılında ise 6 farklı *N. californicus* popülasyonları toplanmıştır. 2010 yılında araziden toplanan Eğirdir- Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sarıdris popülasyonlarında spiromesifen' karşı sırasıyla 5.87, 5.44, 7.09, 4.87, 7.61, 6.87, 4.35 ve 5.86 kat; hexythiazox'a karşı 5.65, 7.27, 8.01, 7.07, 7.35, 5.56, 3.75 ve 7.88 kat ve spirodiclofen'e karşı 8.48, 7.71, 8.60, 5.07, 7.09, 6.08, 5.63 ve 8.29 kat direnç belirlenmiştir. 2011 yılında araziden toplanan Atabey-1, Atabey-2, Ağılıköy-1, Ağılıköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonlarında etoxazole karşı 10.14, 11.34, 11.75, 14.41, 9.85 ve 9.66 kat; spirodiclofen'e karşı 4.61, 4.36, 5.86, 4.82, 4.10 ve 7.08 kat ve hexythiazox'a karşı 6.35, 3.96, 9.33, 8.35, 7.34 ve 9.79 kat direnç belirlenmiştir. Ayrıca 2010 ve 2011 yılı tarla popülasyonlarında PBO, IBP ve DEM sinerjistlerinin ilaçlar üzerine olan etkileri incelenmiştir. Tarla popülasyonlarında glutathion S-transferaz (GST), monooksijenaz (MO) ve asetilkolinesteraz (AChE) enzimleri kinetik yöntemle, esteraz enzimi elektroforez ve kinetik yöntemlerle belirlenmiştir. Hexythiazox ile 14 kez seleksiyon sonucu 63.85 kat direnç kazandırılan popülasyon HEX14, spiromesifen ile 13 kez seleksiyon sonucu 52.34 kat direnç kazandırılan popülasyon ise SPR13 popülasyonları olarak adlandırılmıştır. HEX14 ve SPR13 popülasyonlarında PBO, IBP ve DEM sinerjistleri ile yapılan çalışma sonucunda sırasıyla 1.71, 3.25, 1.98 kat ve 3.75, 2.54, 1.93 kat sinerjistik etki oranları belirlenmiştir. HEX14 popülasyonunun spirodiclofen, etoxazole, spiromesifen, propargite, clofentezine ve milbectin'e karşı oluşturduğu çoklu direnç sonuçları sırasıyla, 8.12, 14.41, 17.96, 17.48, 12.67 ve 11.22 kat olarak belirlenmiştir. SPR13 popülasyonunun spirodiclofen, etoxazole, hexythiazox, propargite, clofentezine ve milbectin'e karşı oluşturduğu çoklu direnç sonuçları sırasıyla, 12.36, 11.80, 5.52, 16.65, 15.61 ve 9.10 kat olarak bulunmuştur. HEX14 ve SPR13 popülasyonlarında sırasıyla hexythiazox ve spiromesifen direncinin eksik baskın karakterde ve monogenik özellikte olduğu belirlenmiştir. HEX14 ve SPR13 popülasyonlarının esteraz enzimlerinin elektroforetik yöntemde bant yoğunluklarının hassas popülasyona göre arttığı belirlenmiştir. HEX14 popülasyonunda 3.27 kat esteraz, 2.35 kat GST, 2.02 kat MO ve 3.34kat AChE enzim aktivitesi belirlenmiştir. SP13 popülasyonunda 2.74 kat esteraz, 3.09 kat GST, 2.17 kat MO ve 2.53 kat AChE enzim aktivitesi belirlenmiştir. Ayrıca spiromesifen dirençli SPR13 ve hexythiazox dirençli HEX14 popülasyonlarla hassas popülasyonun preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon süreleri, ergin ömrü, dişi başına bırakılan toplam yumurta sayısı, net üreme gücü (R₀), kalıtsal üreme yeteneği (r_m), popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT) ve ortalama döl süresi (T₀) parametreleri karşılaştırılarak ayrı ayrı yaşam çizelgeleri oluşturulmuştur. SPR13 ve HEX14 popülasyonlarının her ikisinde de hassas popülasyon karşılaştırıldıklarında postovipozisyon süresi hariç preovipozisyon, ovipozisyon, ortalama yumurta sayısı/dişi, ergin ömrü, net üreme gücü (R₀) ve kalıtsal üreme yeteneği (r_m) değerlerinin istatistiki olarak farklı oldukları belirlenmiştir (P<0.05).

Anahtar kelimeler: *Neoseiulus californicus*, elma, insektisit-akarisit, direnç, sinerjist, enzim, kalıtım, yaşam tablosu

2012, 166 sayfa

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

DETERMINATION OF THE SUSCEPTIBILITY LEVEL OF THE PREDATORY MITE *Neoseiulus californicus* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) POPULATIONS COLLECTED FROM THE APPLE ORCHARDS IN ISPARTA TO SOME ACARICIDES AND INSECTICIDES-ACARICIDES BY USING BIOASSAY AND BIOCHEMICAL METHODS

Sibel YORULMAZ

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Doç.Dr.Recep AY

This study aimed to determine the sensitivity levels of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) populations collected from the apple orchards in Isparta in 2010 and 2011 to spiromesifen, spiroadiclofen, hexythiazox and etoxazole by using bioassay and biochemical methods. Moreover, sensitive *N. Californicus* population was exposed to selection in a laboratory environment and their resistance traits to spiromesifen and hexythiazox were examined. LC₅₀ and LC₆₀ values of *N. californicus* populations were determined by using a spray tower with the leaf disk method. In 2010, 8 *N. californicus* populations, and in 2011, 6 *N. californicus* populations were collected from the apple orchards. Resistance of Egirdir- Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere and Sarıdris populations collected from the orchard in 2010 is determined to be 5.87, 5.44, 7.09, 4.87, 7.61, 6.87, 4.35 and 5.86 fold to spiromesifen; to be 5.65, 7.27, 8.01, 7.07, 7.35, 5.56, 3.75 and 7.88 fold to hexythiazox; and to be 8.48, 7.71, 8.60, 5.07, 7.09, 6.08, 5.63 and 8.29 fold, respectively. Resistance of Atabey-1, Atabey-2, Ağilköy-1, Ağilköy-2, Gönen and Yalvac populations collected from the orchard in 2011 is determined to be 10.14, 11.34, 11.75, 14.41, 9.85 and 9.66 fold to etoxazole; to be 4.61, 4.36, 5.86, 4.82, 4.10 and 7.08 fold to spiroadiclofen; and to be 6.35, 3.96, 9.33, 8.35, 7.34 and 9.79 fold to hexythiazox, respectively. Moreover, the effect of the PBO, IBP and DEM synergists on pesticides was examined. Enzymes of S-transferase (GST), monooxygenases (MO) and acetylcholinesterase (AChE) in the populations were determined by using the kinetic method; and the enzyme of esterase was determined by using the electrophoresis and kinetic methods. The population which increased resistance of 63.85 fold at the end of 14 selections with hexythiazox was named HEX14; and the population which gained resistance of 52.34 fold at the end of 13 selections with spiromesifen was named SPR13. At the end of the study conducted using PBO, IBP and DEM synergists, synergistic effect rates for HEX14 and SPR13 were determined to be 1.71, 3.25, 1.98 fold and 3.75, 2.54, 1.93 fold, respectively. All three synergists were determined to increase the effectiveness of the pesticides in the resistant populations, and to be related to the enzymes. Multi-resistance results of HEX14 population to spiroadiclofen, etoxazole, spiromesifen, propargite, clofentezine and milbectin were determined to be 8.12, 14.41, 17.96, 17.48, 12.67 and 11.22 fold, respectively. Multi resistance results of SPR13 population to spiroadiclofen, etoxazole, hexythiazox, propargite, clofentezine and milbectin was determined to be 12.36, 11.80, 5.52, 16.65, 15.61 and 9.10 fold, respectively. Resistances of HEX14 and SPR13 populations to hexythiazox and spiromesifen were determined to lack a dominant character and to be monogenic, respectively. When the electrophoretic method was used, band densities of the esterase enzymes of HEX14 and SPR13 populations were determined to increase compared to the sensitive population. Enzyme activity of 3.27, 2.73 fold esterase, 2.35, 3.09 fold GST, 2.02, 2.17 fold MO and 3.34, 2.53 fold AChE was determined in HEX14 and SPR13 populations. Moreover, the following parameters of the spiromesifen resistant SPR13 and hexythiazox resistant HEX14 populations and of sensitive population were compared: preoviposition, oviposition and postoviposition periods, adult life, total number of eggs per female, net reproduction capacity (R_o), hereditary reproduction capacity (r_m), doubling time of the population (DT), and average breeding time (T_o); and separate life charts were created. The values of preoviposition, oviposition, average number of eggs/female, adult life, net reproduction capacity (R_o) and hereditary reproduction capacity (r_m) were determined to be statistically different, except for the postoviposition period, when the SPR13 and HEX14 populations were compared to sensitive population ($P<0.05$).

Key words: *Neoseiulus californicus*, apple, insecticide-acaricide, resistance, synergist, enzyme, inheritance, life table

2012, 166 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, araştırmada karşılaştığım zorlukları tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Recep AY'a teşekkürlerimi sunarım. Tez İnceleme Komitesinde yer alarak yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. M. Oktay GÜRKAN ve Prof. Dr. Bülent YAŞAR'a teşekkürlerimi sunarım. Doktora tezi savunma sınavında olmayı kabul ettikleri için Sayın Prof. Dr. Enver DURMUŞOĞLU ve Sayın Prof. Dr. İsmail KARACA'ya teşekkür ederim. Akarların teşhisini yapan Sayın Prof. Dr. Sultan ÇOBANOĞLU'na, elde edilen verilerin istatistiksel analizleri sırasında yardımlarını gördüğüm Sayın Yrd. Doç. Dr. Özgür KOŞKAN'a, yaşam çizelgeleri oluşturma konusunda yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. İsmail KARACA ve Sayın ZYM. Şenay ÖZGER'e ve çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen Bitki Koruma Bölümü öğretim üyelerine teşekkür ederim. Ayrıca akar üretimi ve bioassay çalışmalar sırasında yardımlarını gördüğüm ZM. Eda TEKEL, ZM. Özge UYSAL'a ve Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü öğrencileri Sena ÇAĞATAY, Elif SARITAŞ ve Semiha SARITAŞ'a teşekkür ederim.

1164-D-10 No`lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim. Ayrıca araştırmayı mali yönden destekleyen TÜBİTAK'a (Isparta ili elma bahçelerinde zararlı *Cydia pomonella*, *Panonychus ulmi* ve avcı akar *Neoseiulus californicus*'un bazı insektisit ve akarisitlere duyarlılık düzeyleri ve direnç mekanizmalarının incelenmesi adlı, 110 0 631 nolu proje) teşekkür ederim.

Ayrıca zorlu doktora çalışma süreci boyunca manevi olarak yanımda hissettiğim canım anneme, her zaman yanımda olarak başarılarımda büyük pay sahibi olan aileme özellikle teşekkür ederim.

Sibel YORULMAZ
ISPARTA-2012

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının toplandığı ilçeler.....	32
Şekil 3.2. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının yetiştirildiği kafesler.....	33
Şekil 3.3. Spiroclufen'in kimyasal yapısı.....	34
Şekil 3.4. Hexythiazox'un kimyasal yapısı.....	35
Şekil 3.5. Spiromesifen'in kimyasal yapısı.....	36
Şekil 3.6. Etoxazole'nin kimyasal yapısı.....	38
Şekil 3.7. <i>Neoseiulus californicus</i> 'un aynı dönem nimflerini elde etmek amacıyla hazırlanan petripler.....	40
Şekil 3.8. Denemelerde kullanılan ilaçlama kulesi.....	41
Şekil 4.1. Spiromesifen uygulanan farklı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....	58
Şekil 4.2. Spiroclufen uygulanan farklı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....	58
Şekil 4.3. Hexythiazox uygulanan farklı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....	59
Şekil 4.4. Etoxazole uygulanan farklı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....	64
Şekil 4.5. Spiroclufen uygulanan farklı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....	64
Şekil 4.6. Hexythiazox uygulanan farklı <i>N. californicus</i> popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....	64
Şekil 4.7. Hassas ve seleksiyon popülasyonlarının hexythiazox'a karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....	67
Şekil 4.8. Hassas ve seleksiyon popülasyonlarının spiromesifen'e karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....	71
Şekil 4.9. HEX14, SPR13 ve hassas <i>N. californicus</i> popülasyonlarının estera z enzim aktivitelerinin SoftMax programından elde edilen grafikleri.....	92
Şekil 4.10. 2010 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının estera z izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri.....	93
Şekil 4.11. 2011 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının estera z izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri.....	94
Şekil 4.12. SPR13 ve hassas popülasyonların estera z izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri.....	95
Şekil 4.13. HEX14 ve hassas popülasyonların estera z izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri.....	96
Şekil 4.14. HEX14, SPR13 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının GST enzim aktivitelerinin SoftMax programından elde edilen grafikleri.....	99
Şekil 4.15. SPR13, HEX14 ve hassas <i>N. californicus</i> popülasyonlarının MO enzim aktivitelerinin SoftMax programından elde edilen grafikler...	102
Şekil 4.16. SPR13, HEX14 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının AChE enzim aktivitelerinin SoftMax programından elde edilen grafikleri.....	106

Şekil 4.17. <i>Neoseiulus californicus</i> 'un SPR13 ve hassas popülasyonlarında ve iki popülasyon arasındaki resiprokal çaprazlamalardan elde edilen F1 ve F2 dişilerinde spiromesifen için gözlenen doza bağlı ölüm oranı eğrileri.....	111
Şekil 4.18. <i>Neoseiulus californicus</i> 'un HEX14 ve hassas popülasyonlarında ve iki popülasyon arasındaki resiprokal çaprazlamalardan elde edilen F1 ve F2 dişilerinde hexythiazox için gözlenen doza bağlı ölüm oranı eğrileri.....	113
Şekil 4.19. HEX14 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının yaşam eğrisi ve dişi başına bırakılan dişi yavru sayısı.....	118
Şekil 4.20. SPR13 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının yaşam eğrisi ve dişi başına bırakılan dişi yavru sayısı.....	119

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Pestisit direnci belirlenen doğal düşmanlar.....	5
Çizelge 3.1. 2010 ve 2011 yıllarında <i>Neoseiulus californicus</i> örneklerinin toplandığı tarih, toplandığı yer ve bitki.....	31
Çizelge 3.2. Spirodiclofen'in ekotoksikolojik özellikleri.....	34
Çizelge 3.3. Hexythiazox'un ekotoksikolojik özellikleri.....	35
Çizelge 3.4. Spiromesifen'in ekotoksikolojik özellikleri.....	36
Çizelge 3.5. Etoxazole'un ekotoksikolojik özellikleri.....	37
Çizelge 3.6. Çoklu direnç çalışmalarında kullanılan milbemectin, clofentezine ve propargite ait bazı özellikler.....	38
Çizelge 3.7. Resiprokal çaprazlamalar.....	46
Çizelge 4.1. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının spiromesifen'e karşı belirlenen LC ₅₀ değerleri ve direnç oranları.....	55
Çizelge 4.2. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının spirodiclofen'e karşı belirlenen LC ₅₀ değerleri ve direnç oranları.....	56
Çizelge 4.3. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının hexythiazox'a karşı belirlenen LC ₅₀ değerleri ve direnç oranları.....	57
Çizelge 4.4. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının etoxazole karşı belirlenen LC ₅₀ değerleri ve direnç oranları.....	61
Çizelge 4.5. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının spirodiclofen'e karşı belirlenen LC ₅₀ değerleri ve direnç oranları.....	62
Çizelge 4.6. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının hexythiazox'a karşı belirlenen LC ₅₀ değerleri ve direnç oranları.....	63
Çizelge 4.7. Başlangıç ve seleksiyon popülasyonlarının hexythiazox'a karşı belirlenen LC _{50,60} değerleri ve direnç oranları.....	67
Çizelge 4.8. Başlangıç ve seleksiyon popülasyonlarının spiromesifen'e karşı belirlenen LC _{50,60} değerleri ve direnç oranları.....	70
Çizelge 4.9. 2010 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarında spiromesifen ve spiromesifen+ sinerjistlerin LC ₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları.....	73
Çizelge 4.10. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarında spirodiclofen ve spirodiclofen+ sinerjistlerin LC ₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları.....	76
Çizelge 4.11. <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarında hexythiazox ve hexythiazox + sinerjistlerin LC ₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları.....	79
Çizelge 4.12. 2011 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarında etoxazole ve etoxazole + sinerjistlerin LC ₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları....	82
Çizelge 4.13. 2011 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarında spirodiclofen ve spirodiclofen+ sinerjistlerin LC ₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları.....	84
Çizelge 4.14. 2011 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarında hexythiazox ve hexythiazox + sinerjistlerin LC ₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları.....	85
Çizelge 4.15. SPR13 popülasyonunda spiromesifen ve spiromesifen+	

	sinerjistlerin LC ₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları.....	87
Çizelge 4.16.	HEX14 popülasyonunda hexythiazox ve hexythiazox + sinerjistlerin LC ₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları.....	88
Çizelge 4.17.	2010 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri.....	90
Çizelge 4.18.	2011 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri.....	91
Çizelge 4.19.	HEX14, SPR13 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri.....	91
Çizelge 4.20.	2010 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri.....	97
Çizelge 4.21.	2011 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri.....	98
Çizelge 4.22.	HEX14, SPR13 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri.....	99
Çizelge 4.23.	2010 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının MO enzim aktiviteleri.....	100
Çizelge 4.24.	2011 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının MO enzim aktiviteleri.....	101
Çizelge 4.25.	SPR13, HEX14 ve hassas <i>N. californicus</i> popülasyonlarının MO enzim aktiviteleri.....	102
Çizelge 4.26.	2010 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının AChE enzim aktiviteleri.....	104
Çizelge 4.27.	2011 yılı <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının AChE enzim aktiviteleri.....	105
Çizelge 4.28.	SPR13, HEX14 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> popülasyonlarının AChE enzim aktiviteleri.....	105
Çizelge 4.29.	SPR13 popülasyonunun diğer ilaçlara karşı oluşturduğu LC ₅₀ değerleri ve direnç oranları.....	107
Çizelge 4.30.	HEX14 popülasyonunun diğer ilaçlara karşı oluşturduğu LC ₅₀ değerleri ve direnç oranları.....	108
Çizelge 4.31.	Resiprokal F1 ve F2 dişilerinde spiromesifen'e karşı belirlenen LC ₅₀ değerleri, direnç oranları ve dominantlık dereceleri.....	109
Çizelge 4.32.	SPR13 popülasyonu ile yapılan RS♀*R♂ çaprazlamasında gözlenen ve beklenen ölüm oranları, kikare ve tek gen hipotezini belirlemek için kullanılan p değerleri.....	110
Çizelge 4.33.	Resiprokal F1 ve F2 dişilerinde hexythiazox'a karşı belirlenen LC ₅₀ değerleri, direnç oranları ve dominantlık dereceleri.....	112
Çizelge 4.34.	HEX14 popülasyonu ile yapılan RS♀*R♂ çaprazlamasında gözlenen ve beklenen ölüm oranları, kikare ve tek gen hipotezini belirlemek için kullanılan p değerleri.....	113
Çizelge 4.35.	Hexythiazox dirençli HEX14 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> dişilerinin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon süreleri, ergin ömrü ve dişi başına bırakılan toplam yumurta sayısı.....	114

Çizelge 4.36. Spiromesifen dirençli SPR13 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> dişilerinin preovipozisyon,ovipozisyon, postovipozisyon süreleri, ergin ömrü ve dişi başına bırakılan toplam yumurta sayısı.....	115
Çizelge 4.37. Hexytiazox dirençli HEX14 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> 'un net üreme gücü (R_o),kalıtsal üreme kapasitesi (r_m), ortalama döl süresi (T) değerleri, popülasyonun ikiye katlanma süresi (D_T), üreme gücü sınırı (λ) ve eşey oranları.....	116
Çizelge 4.38. Spiromesifen dirençli SPR13 ve hassas <i>Neoseiulus californicus</i> 'un net üreme gücü (R_o), kalıtsal üreme kapasitesi (r_m), ortalama döl süresi (T) değerleri, popülasyonun ikiye katlanma süresi (D_T), üreme gücü sınırı (λ) ve eşey oranları.....	117

SİMGELER DİZİNİ

AChE:	Asetilkolinesteraz
BSA:	Bovine Serum Albumin
CArE:	Karboksilesteraz
CDNB:	1-chloro-2,4-dinitrobenzene
DEF:	S,S,S-tributylphosphorotrithioate
DEM:	Diethyl maleate
ELISA:	Microplate assay
EST:	Esteraz
GSH:	reduced glutathione
GST:	Glutathione S-transferase
HEX14:	Hexythiazox ile selekte edilen popülasyon adı
IBP:	S-Benzyl-O,O-diisopropyl phosphorothiate
LC₅₀:	Lethal konsantrasyon-50
LC₆₀:	Lethal konsantrasyon-60
LC₉₀:	Lethal konsantrasyon-90
µl:	mikrolitre
ml:	mililitre
MO:	Monoksigenaz enzimi
PAGE:	Poliakrilamid jel elektroforez
P450:	Monoksigenaz enzimi
PBO:	Piperonyl butoxide
R:	Direnç oranı
SPR13:	Spiromesifen ile selekte edilen popülasyon
SR:	Sinerjistik etki oranı
TEMED:	N,N,N,N-tetrametyl(ethylenediamine)
TMBZ:	3,3',5,5' tetramethylbenzidine
TPP:	Triphenly phosphate

1. GİRİŞ

Isparta ili uygun ekolojik koşulları nedeniyle elma yetiştiriciliği bakımından ülkemizde önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye’de üretilen elmanın yaklaşık 1/5’i Isparta’da üretilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu’nun 2010 ve 2011 yılları verilerine göre, Isparta ili ülkemizde yaklaşık 2.500.000 ton üretim içerisinde yaklaşık 2010 yılında 533.416 ton 2011 yılında ise 602.218 ton elma üretimi ile önemli bir yere sahiptir (Anonim, 2011a). Elma bahçelerinde elma içkurdundan sonra da en fazla savaş yapılan zararlıların arasında ilk sırada kırmızıörümcekler bulunmaktadır. Bunlardan avrupa kırmızıörümceği *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae) ve iki noktalı kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) elma bahçelerinde önemli zararlara neden olmaktadır.

Isparta ilinde elma üreticileri zararlılarla savaşında çoğunlukla kimyasal savaşımı tercih etmektedir. Bölgede erken uyarı sistemi kurulu olmasına rağmen üreticiler bundan gereği gibi faydalanmamaktadır. Isparta Tarım İl Müdürlüğü’nün 2010 ve 2011 yılı verilerine göre Isparta’da 2010 yılında toplam 857 ton 2011 yılında ise 1017 ton pestisit kullanılmıştır. 2010 yılında kullanılan pestisitlerin 109 tonunu insektisitler ve 36 tonunu akarisitler, 2011 yılında ise 132 tonunu insektisitler 46 tonunu ise akarisitler oluşturmaktadır (Anonim, 2011b). Demircan et al. (2005), Isparta ilindeki elma bahçelerinde bir üretim sezonunda 12-43 arasında ilaçlama yapıldığını belirtmiştir. Elma bahçelerinde yapılan yoğun insektisit uygulaması bahçe içerisindeki tüm zararlı ve yararlı faunası üzerine etkili olmaktadır. Aşırı ilaç kullanımı zararlı türlerde direnç gelişimine, yararlı türlerde ise yan etkiye neden olmaktadır.

Elma bahçelerindeki zararlı akar türlerini baskı altında tutabilen avcı akar türleri bulunmaktadır. Phytoseiidae familyası içerisinde yer alan avcı akar türleri seralarda, meyve bahçelerinde, bağlarda ve turunçgillerdeki zararlı akar türleri üzerinde oldukça etkili olmaktadır (Sato et al., 2000). *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) fitofag akarların kontrolünde kullanılan etkin ve yaygın akar

türlerinden bir tanesidir (Castagnoli and Simoni, 1999). İlk defa 1954 yılında, McGregor tarafından Kaliforniya'daki limon ağaçlarında *Typhlodromus californicus* (Acari: Phytoseiidae) olarak tanımlanmıştır. 1954'ten sonra, Amblyseius cinsine dahil edilirken, daha sonraki yıllarda Neoseiulus ya da Cydnodromus cinslerine dahil edilmiştir (Rhodes and Liburd, 2005). Bu akar zararlı kırmızıörümcekleri baskı altına alma potansiyeli bulunan bir avcı akardır.

Phytoseiid akarların av türlerine adaptasyonu ve akar popülasyonlarını baskı altına almadaki yeteneği, ırklara, konukçu bitkinin türüne, sıcaklık ve nem gibi çevresel şartlara göre değişmektedir. *N. californicus* genellikle tetranychid akarlar üzerinde beslenir, fakat avının ortamda bulunmadığı durumlarda *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) ve *Tarsonemus pallidus* Banks (Acari: Tarsonemidae) gibi diğer zararlı akarlar ve hatta polen ile de beslenerek yaşamını sürdürebilmektedir (Castagnoli and Liguori, 1994; McMurtry and Croft 1997; Gotoh et al., 2006).

N. californicus'un çeşitli ülkelerde ticari ırklarının bulunmasının yanı sıra Avrupa, Güney Afrika, Doğu Asya, Kuzey ve Güney Amerika gibi ülkelerde de doğal popülasyonları bulunmaktadır (Canlas et al., 2006). Avcı akarın doğal popülasyonu, Türkiye'de ilk kez Aydın'ın Kuşadası ilçesinde çilek, şeftali, fasulye ve biber üzerinden *Tetranychus urticae* Koch ve *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) ile ilişkili olarak, 2001–2003 yılları arasında bulunmuştur (Çakmak and Çobanoğlu, 2006). Son yıllarda Isparta'da bulunan elma bahçelerinde de *N. californicus* varlığı tespit edilmiştir (Yorulmaz ve Ay, 2011).

İlaçların yoğun kullanımı zararlı türlerde direnç gelişimine neden olurken faydalı türlere de olumsuz yan etkileri olmaktadır. Bunun yanı sıra zaman zaman faydalı türlerinde ilaçlara direnç geliştirdiği bilinmektedir. Bazı pestisitlere karşı direnç geliştiren doğal düşmanların entegre mücadele programları içerisinde kullanılabilecekleri belirtilmektedir. IPM'in bir bölümünü oluşturan pestisit direnç yönetim programlarında zararlı türlerde direnç gelişimi istenmezken; doğal düşmanların pestisitlere karşı dayanıklı olmaları istenmektedir (Sato et al., 2000).

İnsektisit direnç yönetimi ve stratejilerinin yaygınlaştırılmasını ve geliştirilmesini amaçlayan IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) (İnsektisit Direnç Komitesi), insektisit direncini “ bir zararlıya karşı etiket ve prospektüs yönergeleri doğrultusunda kullanılan bitki koruma ürününün, uygulama sonrasında ortaya çıkan ve tekrar eden başarısızlık durumu ve bu yolla zararlı popülasyonu hassasiyeti üzerindeki nesilden nesile aktarılan değişim” olarak tanımlamaktadır. EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) (Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu) ise “tarla koşullarında doğal olarak ortaya çıkan, normal koşullarda etkili olan bitki koruma ürünü uygulamasında, hedef popülasyon içindeki bireylerin yaşamlarını sürdürme yeteneklerindeki kalıtsal değişim” şeklinde direnci açıklamaktadır (Alptekin, 2009). Direnç, WHO (World Health Organization) (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından ise 1957 yılında “bir türün normal bir popülasyonundaki bireylerin çoğunu öldürdüğü kanıtlanan bir böcek ilacı dozunu, aynı böceğin diğer bir popülasyonunun tolere etme yeteneği geliştirmesi” olarak tanımlanmıştır.

Melander'in 1908 yılında San Jose kabuklu bitinde kükürt-kireç karışımına karşı oluşan duyarsızlaşmayı gözlemlemesi, insektisitlere karşı oluşan direncin gelişimiyle ilgili ilk kayıt olma özelliğindedir. 1940-1950 yılları arasında hızlı öldürücü etkisi, kullanımının kolay, üretiminin ucuz ve basit olması nedeniyle sık kullanılmaya başlanan DDT'nin ortaya çıkışından kısa bir süre sonra zararlılarda insektisit direnç gelişimi hızla artmıştır. DDT'den sonra yaygın kullanılan organik fosforlu, karbamatlı ve piretroidli insektisitlere karşı da kısa süre sonra böceklerde duyarsızlaşma tespit edilmiştir. Günümüzde 500'den fazla böcek türünün insektisitlere karşı dayanıklılık gösterdiği bilinmektedir (Soderlund, 1997).

Direnç test teknikleri biyoassay denemeler ve biyokimyasal denemeler olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Biyoassay yöntemler insektisitlerin uygulamala yöntemlerine göre daldırma, rezidü veya yüzey teması, topikal uygulama ve besleme olmak üzere dört grupta sınıflandırılmaktadır. Biyoassay denemeleri direncin belirlenmesinde kullanılan etkili bir yöntemdir. Biyokimyasal denemeler ise, düşük

frekanstaki direnç genlerini doğru olarak tanımlama ve kontrol etme yeteneğindedir (Ay ve Sökeli, 2005).

Genel olarak direnç kontrolü LC₅₀'lerin ve LC₉₀'ların karşılaştırılmasını veya tarla laboratuvar popülasyonlarını arasındaki doz-tepki grafiğini içermektedir. Zararlılarla ilgili toksisite denemelerinde her zararlının kendine özgü bir doz-ölüm eğrisi bulunmaktadır. Kullanılan ilacın dozu arttığı zaman ölüm oranı artmaktadır. İnsektisit dozu arttığında zararlı ölümünde artış oranı yavaş yavaş azalıyorsa kullanılan toksik maddeye karşı dayanıklılık başlamıştır. Kontrol düzeydeki doz ölüm eğrisi ile karşılaştırma yapıldığında fark oluşmuşsa zararlı insektisite karşı direnç kazanmıştır (Toros vd., 2001).

Bir zararlı böceğe karşı insektisit veya grubunun uzun zaman devamlı olarak kullanılması halinde seleksiyon veya mutasyon yoluyla o böcekte ilaca karşı bir direnç ortaya çıkarabilir. Yapılan araştırmalarla böcek, akar ve kemirgenlerden pestisitlere dayanıklı ırkların daha çok bir seleksiyon sonunda meydana geldiği görülmekte ve kabul edilmektedir. Bilindiği gibi böcekler heterozigot bir genetik yapıya sahiptir. Bu duruma göre de bir böcek türünün geniş bir popülasyonu için yapılan ilaçlamalarda sayıları başlangıçta az da olsa bazı bireyler dayanıklı genlere sahip genotip yapıları nedeniyle ilacın öldürücü dozundan etkilenmeyerek hayatta kalırlar. Aynı ilacın tekrar tekrar uygulanması halinde, dayanıklı bireylerin sayısı ileriki döllerde gittikçe artarak dirençli ırk popülasyon içinde böylece çoğunluk kazanır. Bu şekilde önceden var olan dayanıklı genler seleksiyona yani seçmeye tabi olarak dayanıklılık da ortaya çıkmış olur (Giray, 1977).

Phytoseiidae familyası içerisinde yer alan avcı akarlar üzerinde 1960-1980 yılları arasında bazı pestisitlere karşı tarla koşullarında oluşan direnç üzerine araştırma yapılmaya başlanmıştır. Çalışmaların başlangıcında bahçe, tarla, sera ve bağ alanlarında bazı zararlılara uygulanan pestisitlere karşı tarlada kendiliğinden oluşan seleksiyon sonucu bazı doğal düşmanların pestisitlere direnç kazandığı belirlenmiştir (Denholm et al., 1992). Özellikle *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acari:

Phytoseiidae)'in tarla koşullarında bazı pestisitlere karşı geliştirdiği direncin belirlenmesi bu tür çalışmalara hız kazandırmıştır (Hoy et al., 1983). Daha sonraki yıllarda ise yapılan çalışmalarda özellikle predatör akarların laboratuvar koşullarında seleksiyon sonucu bazı pestisitlere direnç geliştirebildiği görülmüştür. Laboratuvar koşullarında seleksiyona maruz bırakılarak direnç geliştirebilen *P. persimilis* (Acari: Phytoseiidae) ve *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) ile yapılan çalışmalar bunlara örnek verilebilir. Çizelge 1'de bazı doğal düşmanlar üzerinde yapılan pestisit direnç çalışmaları verilmiştir.

Çizelge 1.1. Pestisit direnci belirlenen doğal düşmanlar (Denholm et al., 1992)

Tür	Pestisit	Literatür
<i>Amblyseius fallacis</i>	azinphosmethyl parathion, dimethoate, propargite bazı OP carbaryl DDT	Rock et al., 1971 Coft et al., 1976 Croft and Hoying, 1975 Smith et al., 1963
<i>Amblyseius longispinosus</i>	methidathion, methamyl permethrin	Hamamura, 1986 Mochizuki, 1990
<i>Aphytis melinus</i>	parathion, methidathion, dimethoate, malathion	Strawn, 1978
<i>Chrysoperla carnea</i>	fenvaterate, permethrin	Cardwel et al., 1985
<i>Metaseiulus occidentalis</i>	permethrin	Hoy et al., 1983
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	methidathion	Fournier et al., 1987
<i>Typhlodromus pyri</i>	azinphosmethyl parathion, propoxur	Baan et al., 1985

Dünyada özellikle son 30 yıldır insektisitlere direnç konusunda gerek biyokimyasal gerekse moleküler biyoloji alanında detaylı araştırmalar yapılmaktadır. Ancak bu araştırmaların büyük bir çoğunluğu zararlı türler üzerinde yapılmaktadır. Yararlı türlerde insektisitlere direnç gelişimini biyoassay ve biyokimyasal yöntemlerle incelenmesi, ilaçların yararlılar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için üzerinde çalışılması gereken bir konudur.

Predatör akarlar dünyada elma bahçelerinde zararlı akarların kontrol programlarında çok uzun yıllardan beri kullanılmaktadır (Bowie et al., 2001). Fitofag akarlar karşı yapılan ilaçlamalar avcı akarları da etkilemektedir. Uygulanan pestisitler avcı akarları üzerinde yan etki yapabileceği gibi direnç gelişimine de neden olabilmektedir. *N. californicus*'un ilaçlara duyarlılığı konusunda ise ülkemizde herhangi bir kayıt yoktur. Bu türün ilaçlara duyarlılığı ile ilgili uluslararası literatürde de yeterli veri bulunmamaktadır. Son yıllarda Isparta çevresindeki elma bahçelerinde kırmızıörümcek popülasyonlarında bu avcı akarın bulunması, bu türde ilaçlara karşı direnç geliştirdiğini düşündürmektedir. Çünkü elma bahçelerinde başta içkurdu ve kırmızıörümcekler olmak üzere farklı zararlılara karşı uygulanan yoğun bir ilaçlama programı kullanılmaktadır. Bu türle ilgili çalışmaların önemli bir kısmı ilk defa yapılacaktır ve ileride yapılacak olan çalışmalar altyapı hazırlayacaktır. *N. californicus*'un bazı ilaçlara karşı direnç belirlenirse bu ilaçların kullanımına IPM programlarında kullanılmasına öncelik verilebilecektir.

Yapılan bu çalışmada, zararlı kırmızıörümceklerin önemli bir avcısı olan *N. californicus*'un iki yıl süreyle arazi popülasyonlarında spiromesifen, spiroadiclofen, hexythiazox ve etoxazole'e karşı oluşan direncin ana mekanizmalarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Ayrıca laboratuvar koşullarında spiromesifen ve hexythiazox ile direnç kazandırılan popülasyonlarının ilaçlara karşı duyarlılık düzeyleri biyoassay ve biyokimyasal yöntemlerle belirlenmiştir. Bioassay çalışmalarda popülasyonların ilaçlara karşı duyarlılık düzeyleri belirlenerek, biyokimyasal çalışmalarla da esteraz, glutathion S-transferaz (GST), sitokrom P450 monooksijenaz (P450) (MO) ve asetilkolinesteraz (AChE) enzimlerinin aktiviteleri incelenmiştir. Ayrıca sinerjist ve direnç kalıtım çalışmaları ile direncin mekanizması

ortaya konmaya çalışılmıştır. Esteraz enzimi hem elektroforez, hem de mikroplaka yöntemi ile belirlenmiştir. Diğer enzimler ise mikroplaka yöntemi ile belirlenmiştir. Elde edilen duyarlılık düzeyleri, sinergistik etki ve enzim aktivite düzeyleri arasındaki ilişki incelenerek ilaçların direnç mekanizmaları belirlenmiştir. Ayrıca dirençli ve hassas *N. californicus* bireyleri arasında dişi bireylerinin ovipozisyon süreleri, günlük ve ömür boyunca bıraktıkları toplam yumurta sayıları ve eşey oranlarının hassas popülasyondaki bireylerin ovipozisyon süreleri, günlük ve ömür boyunca bıraktıkları toplam yumurta sayıları ve eşey oranları arasında karşılaştırma yapılmıştır. Dirençli ve hassas popülasyonlar için; “net üreme gücü (R_o)”, “kalıtsal üreme yeteneği (r_m)”, “popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT)” ve ortalama döl süresi (T_o)” değerleri hesaplanarak yaşam çizelgeleri oluşturulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ma and Laing (1973), laboratuvar koşullarında, 16.4, 25 ve 30 °C sıcaklıklarda *N. californicus*'a, *T. urticae* yumurtalarını besin olarak verdikleri çalışmada, avcı akarın gelişme süresini, av tüketim kapasitesini ve ovipozisyon süresini belirlemişlerdir. Kalıtsal üreme yeteneğinin sıcaklık artışıyla birlikte arttığını, 16.4, 25 ve 30 °C sıcaklıkta bu değerlerin her bir sıcaklık için sırasıyla 0.112, 0.287 ve 0.307 dişi/dişi/gün olduğunu saptamışlardır. Ayrıca 16.4, 25 ve 30 °C sıcaklıkta net üreme gücü ve ortalama döl süresi değerlerinin her bir sıcaklık için sırasıyla 12.73, 29.09, 17.82 dişi/dişi ve 22.72, 11.74, 9.38 gün olduğunu saptamışlardır. Toplam gelişime süresinin sıcaklık artışına bağlı olarak kısaldığı, dişi bireyler için bu sürenin, 16.4 °C sıcaklıkta 11.9 günden 32 °C sıcaklıkta 3.9 güne düştüğünü belirlemişlerdir. 25 °C sıcaklıkta dişi bireylerin ovipozisyon süresi boyunca toplam 43.3 adet yumurta bıraktığını ve dişi başına günlük ortalama bırakılan yumurta sayısının 3.1 adet olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca *N. californicus*'un diğer dönemlerine oranla ovipozisyon döneminde daha fazla av tükettiğini bildirmişlerdir.

Croft et al. (1976), 75 kat azinphosmethyl ve 120 kat diazinon dirençli *Amblyseius fallacis* (Garman) popülasyonunda parathion ve dimethoate karşı yüksek seviyede; azinphosethyl, malathion, phosmet, methyl parathion, fenitrothion, fenthion, demeton ve phosphamidon'e karşı orta seviyede ve carbophenothion, phosalone, ethion'e karşı az seviyede çoklu direnç geliştirdiğini belirlemişlerdir. Hassas ve dirençli bireyler arasında yapılan çaprazlamalar sonucunda direncin dominant olduğu ve tek bir genle kontrol edildiği bulunmuştur.

Fournier et al. (1987), yaptıkları çalışmada, methidathion dirençli ve hassas *P. persimilis* popülasyonlarında substrat olarak chlorodinitrobenzene kullanarak GST enzim aktivitesini belirlemişlerdir. Ayrıca dirençli ve hassas popülasyonlarda esteraz, monoksijenaz ve asetilkolinesteraz enzimlerinin de methidathion direnci üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak, methidathion dirençli *P. persimilis*'de methidathion direnci üzerinde yalnızca GST enziminin etkili olduğunu bulmuşlardır.

Anber and Overmeer (1988), *Amblyseius potentillae* (Garman)'nin S ve A ırklarında substrat olarak acetylthiocholine kullanarak 0.71 ve 0.35 mOD/min/mg protein asetilkolinesteraz enzimi belirlemişlerdir. Ayrıca A ırkında 781 kat propoxur, 311 kat paraoxon, 61 kat tetrachlorvinphos, 21 kat omethoate ve 19 kat azinphos-methy direnci bulunmuştur.

Başpınar ve Uygun (1990) yaptıkları çalışmada *Cryptolaemus montrouzieri* Muls (Coleoptera: Coccinellidae) ve *Coccinella septempunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae)'in tüm dönemlerine methidathion, carbosulfan ve furathiocarb'ın yüksek fluvalinate'ın orta derecede, primicarb ve yaz beyaz yağlarının ise düşük etki gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Mesa et al. (1990), *Mononychellus progresivus* (Acari: Tetranychidae) ve *T. urticae*'yi besin olarak verdikleri çalışmalarında, 5 farklı phytoseiid türünün (*N. californicus*, *Amblyseius idaeus*, *Typhlodromus annectens*, *Euseius concordis* ve *Phytoseiulus macropilis*) biyolojik özelliklerini incelemişler ve yaşam çizelgelerini oluşturmuşlardır. 5 phytoseiid türünün de *M. progresivus* ve *T. urticae* ile beslendiklerinde gelişimini tamamlayabildiğini, fakat *E. concordis* yumurtalarının, *M. progresivus* ve *T. urticae* ile beslendiğinde sırasıyla % 37 ve % 57'sinin öldüğünü, *P. macropilis* ve *N. californicus*' un ise % 96'dan fazlasının hayatta kalabildiğini saptamışlardır. *N. californicus*'un diğer türlere göre ovipozisyon süresinin daha uzun ve üreme yeteneğinin de daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca *N. californicus*'un *T. urticae* ile beslendiğinde, *M. progresivus* ile beslenmesine göre, dişi başına bıraktığı günlük ortalama yumurta sayılarında artışın olduğunu belirtmişlerdir. *P. macropilis* ve *N. californicus*'un her iki av türü beslendiğinde, diğer phytoseiid türlerine göre ömür uzunluğu, net üreme gücü ve üreme yeteneğinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Kılınçer et al. (1990), bazı pestisitlerin doğal düşmanlardan *Trichogramma turkeiensis* Kostadinov (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ve *Phytoseiulus persimilis*'e laboratuvar koşullarında yan etkilerini araştırmış sonuç olarak akarisitlerden bromoprophlate zararlı, azocyclatin az zararlı, insektisitlerden fenthion

ve azinphos methyl az zararlı ya da orta derecede zararlı bulunurken fungusitlerin ise genel olarak predatör akara zararsız olduğunu belirlemişlerdir.

Uzun et al. (1990), İzmir ve Manisa illeri kiraz bahçelerinde kullanılan insektisitlerin *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'ye etkilerini incelemişlerdir. Oxydemeton-methyl, formothion, phosalone ve fenvalerate'in erginlere zararsız, fenitrothion, malathion, diazinon, dimethoate, azinphos-methyl ve endosülfan'ın zararlı olduğunu bulmuşlardır.

Castagnoli and Simoni (1991), laboratuvar ortamında, 13 °C ile 33 °C arasındaki 6 farklı sıcaklık ve % 75 nispi nem koşulları altında yaptıkları çalışmalarında, *N. californius*'a *T. urticae*'yi besin olarak vermişler ve sıcaklığın avcı akarın gelişme süresi, ömür uzunluğu ve üreme gücü üzerine etkisini araştırmışlardır. *N. californicus*'un yumurtadan ergin oluncaya kadar ki toplam gelişme süresinin sıcaklık artışıyla birlikte azaldığını, 13 °C de 22.11 günden 33 °C de 3.79 güne düştüğünü; toplam gelişim için başlangıç sıcaklığının 8.99 °C ve toplam gelişme süresi için gerekli sıcaklık toplamının 89.98 gün-derece olduğunu; kalıtsal üreme yeteneğinin (r_m) sıcaklık artışıyla birlikte arttığını, 13 °C de 0.056 dişi / dişi / gün'den 33 °C de 0.337 dişi / dişi / gün'e yükseldiğini; ortalama döş süresinin (T_0) sıcaklık artışıyla birlikte azaldığını, minimum 33 °C de 9.25 gün olduğunu; net üreme gücünün (R_0) en yüksek 23 °C de 37.34 dişi / dişi olduğunu belirlemişlerdir.

Oomen et al. (1991), laboratuvar ortamında yaptıkları çalışmada *P. persimilis* üzerinde 51 insektisit/akarisit, 33 fungusit, 12 herbisit ve 4 böcek büyüme düzenleyicisinin yan etkisi olduğunu belirlemiştir.

Thistlewood et al. (1992), yaptıkları çalışmada avcı akar *A. fallacies* (Garman)'un iki farklı popülasyonunda (P8 ve GBI) permethrin toksisitesini daldırma ve petri kabı yöntemlerini kullanarak araştırmışlardır. Daldırma yöntemine göre P8 ve GBI popülasyonlarında LC_{50} değerleri 5.5 ve 46.6 ppm olarak bulunmuştur. Daldırma yöntemine göre her iki popülasyonda da doz-ölüm regresyon eğrisi benzer eğimlerle linear olarak bulunmuştur. Petri kabı metoduna göre ise P8 popülasyonunu LC_{50} değeri 2.8 ppm doz-ölüm regresyon eğrisi linear olarak belirlenmiştir. Ancak GBI

popülasyonunda LC₅₀ değeri 12.7 ppm ve popülasyonun %66'sının hassas %33'ünün ise dirençli bireylerden oluştuğu bulunmuştur.

Castagnoli and Falchini (1993), laboratuvar ortamında, 25±1 °C sıcaklık, % 90±10 nispi nem ve 16:8 fotoperiyot koşullarında yaptıkları çalışmada, *N. californicus*' un İtalyan ırkına *P. latus*' u besin olarak vermişler ve avcı akar bireylerinin gelişim sürelerini, ölüm oranlarını ve üreme gücünü araştırmışlardır. *P. latus* ile beslenen bireylerin aynı şartlar altında *T. urticae* ile beslenen bireylere göre yumurtadan yumurtaya olan gelişimini 2 gün daha uzun sürede (9.50 günde) tamamladığını, ergin öncesi dönemlerinin ölüm oranının az olduğunu (% 0.81); dişi bireylerin meydana gelme oranının % 51.22 olduğu ve her bir dişinin günlük ortalama 2 adetten fazla yumurta bıraktığını saptamışlardır. *N. californicus*'un *P. latus* üzerinde beslendiğinde popülasyonunu arttırabildiği ve bu zararlının biyolojik savaşımında göz önünde bulundurulması gereken bir avcı olduğunu vurgulamışlardır.

Castagnoli et al. (1995), İtalya'da, 1992 ve 1993 yıllarında iki yıl üst üste temmuz ayından ekim ayına kadar *N. californicus*' un laboratuvar ırkına *T. urticae* ve *Quercus* spp. polenini besin olarak vererek tarla koşullarına bırakmışlardır. Daha sonra laboratuvar koşullarında sabit sıcaklıkta avcı akarın bazı biyolojik özellikleri ve yaşam çizelgelerini araştırmışlardır. Sonuç olarak, toplam gelişme süresinin 28,6 °C de 7.44 gün, 20,8 °C'de 10.89 gün olarak değiştiğini belirlemişlerdir. Kalıtsal üreme yeteneği (r_m) 20,8 °C sıcaklıkta 0.169 dişi/dişi/ gün saptanırken, 27,3 °C sıcaklıkta 0.287 dişi/dişi/gün olarak saptanmıştır. Sonuç olarak, kitle halinde üretilen phytoseiidlerin laboratuvar verileri dikkate alınarak tarladaki performansları hakkında bilgi elde edilebileceği ancak daha doğru tahmin edebilmek için ırkın özellikleri ve geçmişi hakkında bilgi sahibi olunması gerektiğini bildirmişlerdir.

Kostiainen and Hoy (1995), laboratuvar koşullarında seleksiyon sonucu elde ettikleri azinphosmethyl dirençli (SEL16), başlangıç (Tuorla), hassas ve F1 popülasyonda (SEL16Xhassas) *Amblyseius finlandicus* popülasyonlarında azinphosmethy'nin ovipozisyon sürelerini kısalttığını belirlemişlerdir. Ayrıca SEL16 ve Tuorla popülasyonlarında gelişme süreleri, ovipozisyon süreleri ve eşey oranları arasında

fark bulunmadığını tespit etmişlerdir. F1 döllerinden elde edilen bilgiye göre azinphosmethyl direncinin tam dominant olduğunu belirlemişlerdir.

Karaca et al. (1996), yaptıkları çalışmada *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae)'un larvalarına mancozeb, fluvalinate, chlorpyrifos, yaz beyazyaağı, bakıroxychlorur ve bromopylate'in zehirlilik etkilerini düşük bulurken, carbosulfan'ın zehirlilik etkisini diğer ilaçlara göre oldukça yüksek bulmuşlardır.

Kazak ve Şekeroğlu (1996), bazı tarımsal savaş ilaçlarının daldırma yöntemi ile avcı akar *P. persimilis*'e etkilerini belirlemişlerdir. Denemeye alınan fungusitlerden; tridemorf, maneb, mancozeb, mycobutinol, penconazole, hydroxide metalaxyl ve procymidone'un 72 saatlik süre sonunda kontrolden istatistiki olarak farklılık gösterdiğini saptamışlardır. İnsektisit ve akarisit uygulamalarından 48 saat sonra elde edilen verilere göre, bromopropylate aktif maddeli akarisit haricinde denemeye alınan imidacloprid, hexaflumuron, endosulfan, diafenthiuron, abamectin ve tetradifon'un kontrolden istatistiki olarak farklı bulunduğunu bildirmişlerdir.

El-Laithy and El-Sawi (1998), laboratuvar koşullarında, *N. californicus*'un gelişme, üreme ve av tüketim kapasitesini araştırmışlardır. Sonuçta ergin avcı akar dişilerinin *Eriophyes dioscoridis* (Acari: Eriophyidae) (7.35 gün) ile beslendiklerinde, *T. urticae* yumurta (9.76 gün) ve nimflerine (8.05 gün) nazaran daha kısa sürede gelişimini tamamladıkları belirlenmiştir. Dişi ömür uzunluğu *E. dioscoridis* ile beslendiğinde 39.2 gün olurken, *T. urticae* yumurta ve nimflerinde bu süre daha da kısalmıştır (31.58 ve 35.7 gün). *T. urticae* nimfleri ile beslenen dişi *N. californicus* bireyleri, *E. dioscoridis* ile beslenmesine göre daha yüksek üreme gücü göstermiştir. En yüksek av tüketim oranı, besine bakılmaksızın ovipozisyon süresi içinde belirlenmiştir.

Rencken and Pringle (1998), 20, 25 ve 30 °C de *N. californicus* bireylerinin gelişme süresini, canlılık oranını, üreme gücünü araştırmışlar ve her bir sıcaklık için kalıtsal üreme yeteneğini (r_m), net üreme gücünü (R_0) ve ortalama döl süresini (T_0) hesaplamışlardır. Sonuç olarak, kalıtsal üreme yeteneğinin (r_m) sıcaklık artışıyla artarak 20 °C de 0.251 dişi/dişi/gün'den 30 °C de 1.22 dişi/dişi/gün'e yükseldiğini;

net üreme gücünün (R_0) 20, 25 ve 30 °C de sırasıyla 9.71, 11.18, 10.54 dişi/dişi olduğunu; ortalama döl süresinin (T_0) ise sıcaklık arttıkça azaldığını, 20 °C de 20.11 gün iken 30 °C de 10.20 güne düştüğünü bildirmişlerdir. Bu avcının gelişmesi için minimum gerekli sıcaklığın 8.3 °C olarak tahmin edildiği ve 30 °C nin altında *T. urticae*' nin popülasyonunu baskı altına alabileceği belirtilmiştir.

Altıhan ve Uygun (1999), yaptıkları çalışmada *Scymnus levaillanti* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)'a bromopropylate, yazlık beyaz yağ, glyphosate, hexamuron, primicarb ve fosetyl-al'in düşük etkili; malathion, chlorpyrifos ve abamectine'in orta derecede etkili; methidathion'un ise larvalara orta, erginlere yüksek derecede etkili olduğunu bulmuşlardır.

Castagnoli et al. (1999), *N. californicus*'a domates ve çilek bitkileri üzerinden elde ettikleri *T. urticae*'yi besin olarak vermişler ve avcı akarın bazı biyolojik özelliklerini araştırmışlardır. Sonuç olarak, avcı akar bireylerinin gelişme süresinin ne konukçu bitki ne de *T. urticae* ırkından etkilendiği belirlenmiştir. Eşey oranı, ölüm oranı ve ovipozisyon süresi bakımından çilek üzerinden elde edilen *T. urticae* bireyleriyle beslenenlerin daha avantajlı olduğu; en kötü performansın domates bitkisi üzerinden elde edilen ikinci döl bireylerle beslenenlerde görüldüğü (tahmini r_m değeri 0.118 dişi/dişi/gün); ancak domates bitkisi üzerindeki sonraki döllere beslenen bireylerin r_m değerlerinde artış olduğu (0.256 dişi/dişi/gün) ve benzer durumda çileklerde görüldüğünü belirtmişlerdir.

Blümel et al. (2000), iki fungusitin (mancozeb ve metiram) laboratuvar ve tarla koşullarında avcı akar *T. pyri* karşı etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak, laboratuvar koşullarında iki fungusitin de kontrol grubuna kıyasla avcının ölüm ve kaçış oranlarını arttırdığını belirlemişlerdir.

Fitzgerald and Solomon (2000), yaptıkları çalışmada, organofosfor dirençli ve hassas *T. pyri* popülasyonlarında preovipozisyon sürelerinin farklı olduğunu, ovipozisyon ve postovipozisyon süreleri arasında ise fark olmadığını belirlemişlerdir. Dirençli popülasyonda bırakılan yumurta sayısının hassas popülasyona göre arttığını, her iki

popülasyonda da dişi bireyin ömür uzunluğunun erkek bireylere göre 0.8 gün kısaldığını bulunmuştur.

Sato et al. (2000), *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acari:Phytoseiidae)'yi methidathion ile laboratuvarında 4 kez seleksiyon sonrası 311 kat dirençli popülasyon elde etmişlerdir. Methidathion dirençli popülasyonda acephate ve malathion'a karşı sırasıyla 20.4 ve 13.1 kat çoklu direnç belirlenmiştir.

Bowie et al. (2001), yaptıkları çalışmada, dirençli *T. pyri* ve avcı akarın besini olan *P. ulmi* ve *T. urticae* popülasyonlarında esfenleraten'in ovipozisyonları üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. *T. pyri* esfenleraten'in kalıntısı olan yüzeyde yumurta veriminin önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir.

Sato et al. (2001), *A. womersleyi*'de methidathion direnç mekanizmasını incelemişler ve monooksijenaz inhibitörleri olan piperonyl butoxide ve 2-propynyl 2,3,6-trichlorophenyl'in dirençli ırkta yüksek derecede sinerjistik etki gösterdiğini ve oksidatif metabolizmasının arttığını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar *A. womersleyi*'de methidathion direncinde oksidatif degradasyonun kritik bir rol oynadığını vurgulamışlardır.

Blaeser et al. (2002), dört avcı akar, *N. californicus*, *A. andersoni*, *A. cucumeris* ve *A. degenerans*'ın *T. urticae* ve *F. occidentalis* üzerinde gelişimi, ömür uzunluğu ve üremelerini saptamak amacıyla laboratuvar ortamında yaptıkları çalışmalarında, *N. californicus*'un *T. urticae* üzerinde beslendiğinde gelişimini başarıyla tamamladığını, fakat *F. occidentalis* üzerinde beslendiğinde gelişimini tamamlayamadığını saptamışlardır. Bununla birlikte *F. occidentalis* üzerinde beslenen tüm *N. californicus* bireylerinin nimf dönemi boyunca öldüğünü; avcı akara besin olarak *F. occidentalis* verildiğinde, *T. urticae*'ye göre günlük bıraktığı yumurta sayısının daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Castognoli et al. (2002), botanikal insektisitlerin (Biopiren plus, Piresan plus ve Neemazal T/S) predatör akar *A. andersoni* üzerindeki yan etkisini araştırmışlardır.

Laboratuvar koşullarında Piresan plus'ın %100 dişi ölüm oranı ve %45 doğurganlık oranı ile en yüksek toksisiteyi gösterdiğini belirlemişlerdir.

Kim and Yoo (2002), bazı akarisitlerin *P. persimilis* ve *T. urticae* üzerinde karşılaştırmalı toksisitesini araştırmışlardır. Akarisitlerden bifenazate, acequinocyl, chlorfenapyr, flufenoxuron ve fenbutatin oxide'in *T. urticae*'e kıyasla *P. persimilis*'e karşı çok az toksik olduğunu, milbemectin ve fenazaquin'in avcının ergin ve nimflerine karşı çok toksik olduğunu belirlemişlerdir.

Pozzebon et al. (2002), başlıca bakır oksiklorür veya mancozeb içeren fungusit karışımlarının asma alanlarından toplanan bazı phytoseiid akarlara etkisini araştırmışlardır. Mancozeb içeren fungusitlerin *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) popülasyonunu büyük ölçüde etkilediğini, *T. pyri*'nin Cabernat asma türünden toplanan popülasyonu etkilenirken Prosecco asma türünden toplanan popülasyonunu etkilenmediğini, *A. andersoni* popülasyonunu ise daha az etkilediğini belirtmişlerdir.

Uesugı et al. (2002), iki noktalı kırmızıörümcekte chlorfenapyr ve etoxazole direncinin genetiğini anlamak için yaptıkları ęalıřmada, 483 kat chlorfenapyr ve 100 kat etoxazole direnęli *T. urticae* popülasyonlarında F1 dölleri belirlemişlerdir. Sonuç olarak, chlorfenapyr direncinin tam dominant, etoxazole direncinin ise tam çekinik olduğunu bulmuşlardır. F2 dölllerinden elde edilen sonuçlarda ise, chlorfenapyr ve etoxazole direnęlerinin tek bir gen tarafından kontrol edildiği belirlenmiştir.

Cedola and Sanchez (2003), iki farklı domates ęeřidindeki yaprak tüylülüğünün *N. californicus* ve *T. urticae*'nin gelişme süresi, hayatta kalma kabiliyeti ve üreme gücü üzerine etkisini araştırmışlar. Her iki domates ęeřidinin *N. californicus* ve *T. urticae*'nin gelişme süreleri arasında önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. *T. urticae*'nin hem ergin öncesi dönemleri hem de erginlerinin canlılığı domates tüylülüğünden etkilenmemesine rağmen üreme gücü tüylü olan ęeřitte daha düşük olmuştur. *N. californicus*'un biyolojik özellikleri arasında iki ęeřit açısından bir fark

görülmemiştir. Sonuç olarak domates bitkisinde *N. californicus* ve *T. urticae*'nin popülasyon artışının, diğer bahçe bitkileriyle karşılaştırıldığında daha az olabileceği belirlenmiştir.

James (2003), imidacloprid'in *G. occidentalis*, *N. fallacis* Garman ve *A. andersoni* üzerindeki toksik etkisini araştırmışlardır. İmidacloprid'in şerbetçi otu tarlasında afitlere karşı önerilen tarla uygulama dozunun %100ölüm oranıyla *G. occidentalis* ve *N. fallacis*'e yüksek toksisite gösterirken %35,6ölüm oranıyla *A. andersoni*'ye daha az toksik etki gösterdiğini belirlemiştir.

Kavousi and Talebi (2003), laboratuvar koşullarında yaptıkları çalışmada üç pestisit (pirimiphos-methyl, heptenophos, malathion) predatör akar *P. persimilis*'e karşı yan etkilerini araştırmışlardır. Pirimiphos-methyl predatör akara zararlı, heptenophos zararsız bulunmuştur. Malathion ise %59,8 oranında etkili bulunmuş, fakat risk sınıfının belirlenmesi için tarla denemelerine ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

Auger et al. (2004), yaptıkları çok yıllık tarla denemeleri ve laboratuvar çalışmaları sonucunda asma alanlarında *T. pyri*'ye karşı mancozeb'in yan etkisini araştırmışlardır. Uzun süre mancozeb kullanılan parsellerdeki *T. pyri* popülasyonlarına yapılan mancozeb uygulamasının dışının hayatta kalma ve üreme oranını azalttığını buna rağmen dışının döllerinin hayatta kalma oranı üzerine çok etkili olmadığını belirtmişlerdir.

Bulut ve Madanlar (2004), bazı doğal pestisitlerin (Sodyum bikarbonat, Hot pepper wax, arap sabunu, organica neem oil, NeemAzal T/S, tütün ve Herba vetyl) laboratuvarda *P. persimilis*'e karşı yan etkilerini (ergin öncesi, ölüm oranı ve yumurta verimine etkisi) araştırmışlardır. Sodyum bikarbonat, Hot pepper wax ve arap sabununu zararsız, organica neem oil ve neemAzal T/S'i az zararlı, tütünü orta derecede zararlı, herba vetyl'i ise zararlı olarak belirlenmiştir.

Gotoh et al. (2004), *N. californicus*' un Japon ırkına besin olarak *T. urticae* (kırmızı formu) yumurtalarını vermişler ve buna bağlı olarak avcı akarın gelişme süresini, canlılık oranını hesaplayarak yaşam çizelgesini oluşturmuşlardır. Sonuç olarak, 15 ile 35 °C sıcaklıklar arasında avcı akarın bıraktığı yumurtaların %97.3'den fazlasının açıldığını, yumurtadan çıkan larvaların %81.6'dan fazlasının ergin döneme ulaştığını saptamışlardır. Dişilerin 37.5 °C de yumurta bıraktığını, fakat bu yumurtaların açılmadığını; 40 °C de yumurta bırakılmadığını belirlemişlerdir. Bireylerin gelişmeye başlaması için gerekli minimum sıcaklık 10.3 °C, toplam gelişme süresi için gerekli sıcaklık toplamının 86.2 gün-derece olduğu saptanmıştır. 25 °C de dişilerin 19.4 günlük ovipozisyon süresi boyunca ortalama 41.6 adet yumurta bıraktığı ve kalıtsal üreme yeteneğinin (r_m) sıcaklık artışına bağlı olarak attığını, 20, 25 ve 30 °C de sırasıyla 0.173, 0.274, 0.340 dişi/dişi/gün olduğunu belirtmişlerdir.

Sato et al. (2004), fenpyroximate dirençli *T.urticae* popülasyonunun dimethoate ve pyridaben'e karşı çoklu direnç geliştirdiğini; propargite, abemectin, milbectin, fenprothrin ve cyhexatin'e karşı ise geliştirmedini belirlemişlerdir. Ayrıca fenpyroximate dirençli *T.urticae* popülasyonunda direnç kalıtımının monogenik olduğunu belirlemişlerdir.

Toyoshima and Hinomoto (2004), *N. californicus*'un ticari ve Japon ırkının tarla koşullarında kırmızıörümceklerin mücadelesinde başarı şanslarını tahmin edebilmek için iki ırkın üreme özelliklerini karşılaştırmışlardır. Irklar arasında üreme özellikleri yönünden farklılıkların olduğunu; ticari ırkın gelişim süresinin kısa, dişilerin günlük bıraktıkları yumurta sayısının daha fazla ve postovipozisyon süresinin uzun olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, ticari ırkın kalıtsal üreme yeteneğinin (r_m) daha yüksek olduğunu, popülasyonunun daha hızlı çoğaldığını ve bu sebeple kırmızıörümceklerin mücadelesinde başarı sağladığını belirtmişlerdir.

Ali and El-Laithy (2005), *T. urticae* ve *T. cucurbitacearum*' u besin olarak kullanarak *N. californicus* ve *P. persimilis*' in biyolojisini araştırmışlardır. Her iki avcının da *T. urticae* ve *T. cucurbitacearum*'un yumurta, ergin öncesi ve ergin dönemleri ile

beslendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, her iki avcının üreme gücü *T. urticae* üzerinde beslendiğinde daha yüksek bulunmuştur.

Auger et al. (2005), yaptıkları çalışmada, mancozeb ile 10 kere seleksiyon yaptıkları *T. pyri* popülasyonunda hassas popülasyona göre direncin 73 kat arttığını belirlemişler ve bu popülasyonu seleksiyon-10 popülasyonu olarak adlandırmışlardır. Direncin kalıtımını anlamak amacıyla yapılan resiprokal çaprazlamalar sonucu elde edilen F1 bireylerinde direncin dominant olmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca F1 dişileri ve hassas popülasyonda bulunan erkek bireyler arasında yapılan çaprazlama sonucu elde edilen F2 bireylerinde ise direncin predominant bir genle taşındığını bulmuşlardır.

Castognoli et al. (2005), bazı insektisitlerin (pyrethrins, imidacloprid, azadiractin, pymetrozine, *Beauveria bassiana*, rotenone) *T. urticae*, *N. californicus* ve *T. californicus*'a karşı toksisitelerini araştırmışlardır. Sonuç olarak, rotenone'un avcı akara yüksek toksik etki gösterdiğini, pyrethrins ve imidacloprid'in predatörün doğurganlık oranını azalttığını, *B. bassiana*'nın predatörün döllerinde yüksek ölüm oranı gösterdiğini, azadiractin ve pymetrozine'in ise en az toksik etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

Escudero and Ferragut (2005), dört farklı kırmızı örümcek türü, *T. urticae*, *T. turkestanii*, *T. ludeni* ve *T. evansi*'yi besin olarak kullanarak *N. californicus*, *N. idaeus* ve *P. persimilis*'in yaşam çizelgelerini araştırmışlardır. Avcı akarların dört av üzerinde de beslenerek gelişmelerini tamamlayarak yüksek popülasyon artışı göstermişlerdir. *T. evansi* ile beslendiklerinde ise toplam gelişme ve preovipozisyon süresinde önemli bir artış; ovipozisyon süresi ve üreme gücünde ise bir azalma meydana geldiğini belirlemişlerdir.

Kasap (2005), elma bahçelerinde kullanılan bazı tarımsal savaş ilaçlarının daldırma yöntemi ile avcı akar *Kampimodromus aberrans* (Acarina: Phytoseiidae) üzerine etkilerini araştırmıştır. *K. aberrans*'ın ergin dişileri üzerine bakır oksiklorür, glyphosate ve amitraz etkili maddeli ilaçların zehirlilik etkileri diğer ilaçlara göre daha düşük, fluvalinate, malathion, phosalone, parathion-methyl, dichlorvos,

bifenthrin ve methidathion etkili maddeli ilaçların zehirlilik etkisi ise diğer ilaçlara göre daha yüksek bulunmuştur.

Lebdi-Grissa et al. (2005), farklı sıcaklıkların (24, 30 ve 35 °C) *T. urticae* ile beslenen *N. californicus*' un gelişme sürelerine etkisini araştırmışlardır. Sonuçta, her bir sıcaklık için sırasıyla; kalıtsal üreme yeteneğini (r_m), 0.203, 0.326, 0.268 dişi/dişi/ gün olarak saptamışlardır. Net üreme gücü (R_0) 30 °C de 23 dişi/dişi ile en yüksek, 35 °C de 10 dişi/dişi ile en düşük bulunmuştur. Ortalama döl süresi (T_0) sıcaklık artışı ile birlikte azalmış ve 24, 30 ve 35 °C de sırasıyla 13.04, 9.06, 8.06 gün olarak bulunmuştur. Toplam gelişme süresi 35 °C (3.9 gün)' de 24 °C (5.9 gün)' ye göre iki gün kısalmıştır. Ergin dişilerin ömür uzunluğu, üreme gücü ve ergin öncesi dönemlerin canlılık oranları 24 °C (15.7 gün, 30.7 adet yumurta, % 84) ve 30 °C (14.8 gün, 35.2 adet yumurta, %90) de benzerlik gösterirken 35 °C (10.7 gün, 21.9 adet yumurta, % 72)' de azalmıştır.

Bostanian and Akalach (2006), yaptıkları çalışmada indoxacarb, abamectin, endosulfan, insecticidal-soap, S-kinoprene ve dimethoate'ın *P. persimilis*, *A. fallacis* ve *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera:Anthocoridae) (nimfleri) üzerine etkisini araştırmışlardır. İndoxacarb'ın bireyler üzerinde toksik etki göstermediğini fakat *P. persimilis*'in doğurganlık oranını %26,7 azalttığını, S-kinoprene ve endosulfan'ın en az bir predatör türü etkilediğini oysa dimethoate, abamectin ve insecticidal soap'un üç yararlı içinde çok toksik olduğunu belirtmişlerdir.

Canlas et al. (2006), 15 - 35 °C arasındaki 5 farklı sıcaklık, % 60 - 70 nem, 16:8 fotoperiyot koşullarında, *T. urticae* i besin olarak kullanarak *N. californicus*'un Japon ırkının yaşam çizelgelerini ve avcılık kabiliyetini araştırmışlardır. Sıcaklık artışı ile birlikte toplam gelişme süresi kısalmış, en uzun 15 °C de, en kısa ise 35 °C de saptanmıştır. Toplam gelişme için başlangıç sıcaklığının 10.64 °C ve toplam gelişme süresi için gerekli sıcaklık toplamının 71.43 gün-derece olduğun belirlenmiştir. 25 °C de dişi bireyler 17.91 günlük ovipozisyon süresi boyunca toplam 34.73 adet yumurta bırakmıştır. Net üreme gücü (R_0), en yüksek 25 °C de (22.92 dişi/dişi), en düşük 30 °C de (16.74 dişi/dişi) saptanmıştır. Ortalama döl süresi sıcaklık artışına bağlı

olarak azalmış ve 20.61 ile 16.79 gün arasında değişmiştir. Kalıtsal üreme yeteneği (r_m) 0.162 ile 0.285 dişi/dişi/gün arasında değişmiş ve en yüksek 30 °C de saptanmıştır. Dişi avcı akar bireyleri, *T. urticae*'nin yumurta, larva ve nimf dönemlerini, ergin erkek ve dişilere oranla daha fazla tüketmiştir. Av yoğunluğunun artışı ile birlikte av tüketimi de artmış ancak ergin erkek ve dişilere ait av yoğunluğunun artması ile birlikte avcı akar dişilerinin bıraktığı yumurta sayısında bir artışın olmadığı belirlenmiştir.

Cloyd (2006), *N. californicus* ve *P.persimilis*'de chlorfenapyr, spiromesifen ve bifenazate akarisitlerinin lethal etkilerini petri kabı-ilaçlama kulesi metodu kullanarak belirlemiştir. Chlorfenapyr, spiromesifen ve bifenazate *N. californicus* üzerinde toksik bir etki göstermezken; *P.persimilis* bireyleri üzerine zararlı olmuştur. Sonuç olarak, üç akarisit *N. californicus* avcısının bulunduğu yerlerde rahatlıkla kullanılabilirdi, ancak *P.persimilis* bulunan alanlarda kullanılmaması gerektiği belirtilmiştir.

Çakmak and Çobanoğlu (2006), *N. californicus*'u Aydın'ın Kuşadası ilçesinden çilek, şeftali, fasulye ve biber üzerinden *T. urticae* ve *P. ulmi* ile ilişkili olarak, 2001-2003 yılları arasında elde etmişlerdir. Türkiye faunası için yeni kayıt olduğu saptanan *N. californicus*'a ait dişi ve erkek bireyler üzerinden çizilmiş şekiller ve yapısal özellikler verilmiştir.

Gotoh et al. (2006), laboratuvar ortamında yetiştirilmiş bitkiler ve kiraz üzerinde bulunan 5 farklı kırmızıörümcek türü ile beslenen *N. californicus*'un Spical (ticari) ırkının gelişme, üreme ve av tüketim kapasitesini araştırmışlardır. Avcı akarın erkek ve dişi bireylerinin ergin öncesi dönemlerinin gelişim süreleri avlara göre farklılık göstermesine rağmen, bitki çeşidine göre herhangi bir farklılık göstermemiştir. Dişi ve erkek bireyler arasında gelişme süreleri açısından herhangi bir farklılık olmamıştır. Gelişme süresi *T. urticae*'nin iki türünün yumurtalarıyla beslendiğinde *P. ulmi* yumurtalarıyla beslendiğindeki gelişimine göre daha kısa sürdüğü belirlenmiştir. Dişilerin ergin öncesi dönemlerinin av tüketimleri, erkeklere nazaran daha fazla olmuştur. Preovipozisyon, ovipozisyon ve dişi başına bırakılan yumurta sayıları üzerinde bitki ve av yumurta tipinin önemli etkisi olmadığı saptanmıştır.

Postovipozisyon ve toplam ergin ömür uzunluğu, *P. ulmi*'nin yumurtaları üzerinde beslendiğinde, diğer dört av türünün yumurtaları üzerinde beslenmesine göre daha uzun sürdüğü belirlenmiştir.

Irigaray and Zalom (2006), laboratuvar koşullarında beş akarisit (etoxazole, spiromesifen, fenpyroximate, bifenazate, acequinocly) predatör akar *G. occidentalis* üzerine etkisini araştırmışlardır. Fenpyroximate uygulamasının ergin dişi ömür uzunluğunu azalttığını ve 24 saatten önce ölüm görüldüğünü, spiromesifen ve acequinocly uygulamalarında ergin dişi ömür uzunluğunun 4 gün azaldığını ve buna bağlı olarak üreme ve doğurganlık oranında azalma görüldüğünü, etoxazole ve bifenazate uygulamalarının dişi ömür uzunluğunu azaltmadığını, fakat bu dişilerin döl vermediklerini belirlemişlerdir.

Holt et al. (2006), sera koşullarında selektif insektisit spinosad'ın iki noktalı kırmızı örümcek ve predatörü *P. persimilis*'e etkisini araştırmışlar sonucunda spinosad'ın predatör üzerinde kırmızıörümceğin popülasyonunu azaltma davranışına bir etkisi olmadığını saptamışlardır.

Ersin ve Madanlar (2006), yaptıkları çalışmada sera sebzelerinde kullanılan bazı pestisitlerin avcı akar *P. persimilis*'e laboratuvar koşullarında etkilerini araştırmışlardır. Sonucunda avcı akara karşı fungusitlerden metalaxyl+mancozeb ve mancozeb zararlı, insektisitlerden chlorpyrifos-ethyl, akarisitlerden ise abamectin, tebufenpyrad ve fenproximate zararlı bulunmuştur.

Nauen and Smagghe (2006), etoxazole'un *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera:Noctuidae) üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, deri değiştirmeyi kısıtlayıcı etkisi bilinen etoxazole'nin zararlıda kitin biyosentezini engelleyici bir etki yaptığını bulmuşlardır.

Sato et al. (2006), methidathion dirençli ve hassas *A. womersleyi* popülasyonlarında yaptıkları çalışmada sitokrom P450-monoksijenaz enzim aktivitesini araştırmışlardır. Methidathion ile seleksiyon sonrası *A. womersleyi*'nin LC₅₀

değerleri Kanaya R popülasyonunda 816 mg/l, Kanaya S popülasyonunda 4.61 mg/l ve Ishigaki S popülasyonunda 1.59 mg/l olarak belirlenmiştir. *A. womersleyi* popülasyonlarında monoksijenaz aktivitelerinin belirlenmesinde O-deethylation of 7-ethoxycoumarin (7-EC) kullanılmıştır. Kanaya R popülasyonunda ergin dişilerde monoksijenaz enzim aktivitesinin Kanaya S ve Ishigaki S popülasyonlarına göre 3.60 ve 5.42 kat arttığı belirlenmiştir.

Barbar et al. (2007), Güney Fransa’da bağ alanlarından topladıkları *Typhlodromus exhilaratus* Ragusa (Acari:Phytoseiidae) ve *Typhlodromus phialatus* Athias-Henriot (Acari:Phytoseiidae) popülasyonlarının pestisitlere karşı hassasiyetlerini incelemiştir. *T. exhilaratus* fungisit, dimethomorph+mancozeb’e karşı 1.37, chlorpyrifos-ethyl’e karşı 19.77 kat dirençli bulmuşlar, buna karşın *T. phialatus* her iki ilaca karşıda dirençli bulmuşlardır.

Bonafos et al. (2007), bağ alanlarından topladıkları *T. pyri* ve *A. andersoni* popülasyonlarının deltamethrin, Lambda-cyhalothrin ve chlorpyrifos-ethyl’e karşı orta düzeyden yüksek düzeye kadar değişen oranlarda dirençli bulmuşlardır.

Booth et al. (2007), tarla ve laboratuvar koşullarında, lambda-cyhalothrin ve dimethoate’nin *R. padi* ve afitin predatörü olan *Micromus tasmaniae* üzerine etkilerini belirleyerek, kolinesteraz (ChE) ve glutathione S-transferase (GST) enzim aktivitelerini araştırmışlardır. Laboratuvar koşullarında predatör afitten daha hassas bulunmuş ve predatör üzerinde dimethoate lambda-cyhalothrin’e göre daha toksik bir etki göstermiştir. Tarla koşullarında ise, lambda-cyhalothrin afit üzerine etki göstermezken predatöre toksik etkisi yüksek bulunmuştur. Dimethoate ise tarla koşullarında afit üzerine daha fazla toksik etki göstermiştir. Her iki türde de kolinesteraz enzimi dimethoate direncini etkilerken; GST enziminin lambda-cyhalothrin ve dimethoate üzerine etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Irıgaray et al. (2007), bazı akarisitlerin kalıntılarının (fenpyroximate, acequinocyl, etoxazole, spiromesifen, bifenazate ve abamectin) *P. persimilis* ve *G. occidentalis*’in üreme ve ölüm oranı üzerine etkilerini araştırmışlardır, *P. persimilis* için

fenpyroximate'in uygulanmasından 10 gün sonra %100 ölüm oranı gösterdiğini, abamectin'in uygulamadan 6 gün sonra, acequinocyl'in ise uygulamadan 3 gün sonra ergin dişilerin ölüm oranlarında önemli artış gösterdiğini diğer pestisit uygulamalarında ise 14 günden önce ölüm görülmediğini belirlemişlerdir.

Kumral ve Susurluk (2007), laboratuvar koşullarında sentetik piretroitlere dirençli bir ikinoktalı kırmızıörümcek, *T. urticae* popülasyonuna azadirachtin etkili maddeli birformülasyonun (Fortune AZA % 3EC) zehirliliği hayat tablosu testiyle değerlendirilmiştir. Akarlar uygulama yapılmış ve yapılmamış elma yapraklarından kesilmiş yaprak diskler üzerine yerleştirilmiş ve ergin öncesi dönemlerin gelişme süreleri, ölüm oranları, ömür uzunlukları ve bıraktıkları yumurta sayıları günlük olarak takip edilmiştir. Bu popülasyon üzerinde yapılan biyodemografik çalışmalar, 64 ppm'lik azadirachtin dozunun ergin öncesi dönemlerin canlı kalma oranını, dişilerin ömrünü ve yumurtlama miktarını azalttığını göstermiştir. Buna ek olarak azadirachtin uygulamaları bu popülasyonun net üreme oranı (R_0), kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ve sınırlanma oranını (λ) düşürdüğü belirlenmiştir.

Poletti et al. (2007), neonicotinoid insektisitlerin (acetamiprid, imidacloprid ve thiamethoxam) *N. californicus* ve *P. macropilis* üzerinde ki toksisitesini araştırmışlardır. Sonuç olarak bu insektisitlerin ergin dişi bireyler üzerinde düşük toksik etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

Sato et al. (2007) methidathion dirençli *A. womersleyi*'de cytochrome P450 genini incelemişlerdir. *A. womersleyi*'nin farklı popülasyonlarında ve farklı hayat dönemlerinde CYP4-d geni ile monooxygenaz aktivitesi arasında önemli derecede korelasyon bulmuşlardır.

Alzoubi ve Çobanoğlu (2008), bazı pestisitlerin *T. urticae* ile predatörleri *P. persimilis* ve *A. californicus* üzerine etkisini araştırmışlar ve sonucunda uygulanan pestisitlerden dimethoate ve bifentrin'in 24 saat sonunda predatörlere zararlı olduğunu, hexythiazox'un ise 24 saat sonunda zararsız, 72 saat sonunda ise zararlı olduğunu belirlemişlerdir.

Bonofos et al. (2008), Fransa'da bağ alanlarından topladıkları 13 farklı *T. pyri* popülasyonunda laboratuvar koşullarında deltametrin ve chlorpyrifos'a karşı hassasiyetin azaldığını bulmuşlardır. Ayrıca *T. pyri* popülasyonlarındaki duyarlılık azalmasının önemli olduğunu ve deltamethrin ve chlorpyrifo-ethyl arasında çapraz direnç olmadığını bildirmişlerdir.

Duso et al. (2008), botanikal ve az riskli insektisitler olan pyrethrin, imidacloprid, *Beauveria bassiana*, azadirachtin, pymetrozine ve rotenone'un *T. urticae* ve *P. persimilis*'e karşı toksik etkilerini araştırmışlardır. Pyrethrin ve rotenone'un *P. persimilis*'e *T. urticae*'ye kıyasla daha toksik bulunduğu azadirachtin, *Beauveria bassiana* ve pymetrozine'in tam tersi eğilim gösterdiğini, imidacloprid'in ise av ve avcı üzerinde benzer etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Kuştutan (2008), avcı akar *N. californicus*'un Türk ırkının *T. cinnabarinus* üzerinde gelişme, üreme ve av tüketim kapasitesi farklı sıcaklık (15, 20, 25, 30, 35 °C), % 65 ±10 nem ve 16 saat aydınlık laboratuvar koşullarında araştırmıştır. Sıcaklığın artması ile birlikte avcı akarın toplam gelişme süresinin kısaldığı saptanmıştır. Avcı akarın gelişme eşiği regresyon denkleminde yararlanılarak hesaplanmış ve gelişmeye başlaması için en düşük sıcaklığın 7.8 °C olduğu belirlenmiştir. Bu değerlerden *N. californicus*' un toplam gelişme süresi için gerekli sıcaklıklar toplamı ise 83.3 gündece olarak hesaplanmıştır. Avcı akarın toplam ve günlük yumurta üretimi 25 °C'de en yüksek elde edilmiş ve bu sıcaklıktaki veriler 20 ve 30 °C'de elde edilenlerden istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Net üreme gücü (R_0), en yüksek 25 °C'de saptanmıştır. Ortalama döl süresi (T_0) en uzun 20 °C'de, en kısa 30 °C'de saptanmıştır. Kalıtsal üreme yeteneği (r_m) en yüksek 25 °C'de, en düşük 20 °C'de bulunmuştur.

Pahtan et al. (2008), yaptıkları çalışmada, tarladan topladıkları *C. carnea* popülasyonlarında bazı organofosfat ve pyretroidlerin etkilerini yaprak daldırma ve topikal uygulama metodlarını kullanarak incelemişlerdir. Yaprak daldırma metodunda, *C. carnea* popülasyonlarında chlorpyrifos ve prenofos'a karşı 1.023-59.3

ve 1.118-180.2 arasında değişen direnç katları belirlenmiştir. Lambda-cyhaltrin, alphamethrin ve deltamethrin’de ise 2.677-359.08, 112.9-923.5, ve 47.81-407.03 arasında değişen direnç oranları bulunmuştur. Topikal uygulama metodunda da yaprak daldırma metodundan elde edilen sonuçlarla benzer sonuçlar belirlenmiştir.

Nadimi et al. (2008), üç akarisitın avcı akar *P. persimilis* üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, akarisitlerden hexythiazox’un bütün uygulama dozları düşük etkisi ile avcı akara karşı zararsız bulurken, fenpyroximate’in tüm dozları ve abamectin’in tarla uygulama dozu avcı akara karşı toksik bulmuşlardır.

Tsolakis and Ragusa (2008), kimyon yağı ve yağ asitinin potasyum tuzlarının ticari karışımının *T. urticae* ve *P. persimilis*’e etkisini araştırmışlar çalışmanın sonucunda pestisit *P. persimilis* yumurtalarına zararsız olduğunu, *T. urticae* yumurtalarına ve larvalarına ise orta derecede zararlı olduğunu belirlemişlerdir.

Nadimi et al. (2009), üç akarisitın avcı akar *P. plumifer* etkisini laboratuvar koşullarında araştırmışlardır. Hexythiazox’un avcı akara düşük toksisite gösterdiğini, fenpyroximate ve abamectin’in ise avcı akara zararlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Bostanian et al. (2009), 6 değişik fungusitin (fenbuconazole, myclobutanil, propiconazole, boscalid, fenhexamid ve pyraclostrobin) ve kükürtün avcı akar *G. occidentalis*’e toksisitesini araştırdıkları çalışmada fungusitleri ve kükürtü ergin bireylere karşı zararsız olarak belirlemişlerdir. Fungisitlerin bireylerin doğurganlık oranını ve yumurtaların hayatta kalma oranını etkilemediğini buna rağmen kükürtün yumurtadan çıkan larvaları öldürdüğünü belirtmişlerdir.

Pottelberge et al. (2009), laboratuvar koşullarında 274 kat spirodiclofen direnci geliştirilen *T. urticae* popülasyonunda abamectin, bifenazate, etoxazole ve spiromesifene karşı çoklu direnç geliştirmedeğini belirlemişlerdir. Spirodiclofen ve PBO, DEF sinerjistleri ile yapılan çalışma sonucunda dirençli *T. urticae* popülasyonunda P450 monoksijenaz, esteraz ve GST enzimlerinin direnç gelişiminde rol oynadığı bulunmuştur. Ayrıca yapılan direnç kalıtım çalışmaları

sonucunda spirodiclofen direncinin poligenik bir gen tarafından yönetildiği belirlenmiştir.

Bostanian et al. (2010), yaptıkları çalışmada, *Neoseiulus fallacis*'de (Acari:Phytoseiidae) imidacloprid'in 7.73 kat direnç oranıyla toksik bir etki gösterdiğini, thiamethoxam'ın 2.87 kat direnç oranıyla orta dercede toksik olduğunu, acetamiprid ve spinosad'ın 0.99 ve 0.45 direnç katı ile düşük toksik etki gösterdiklerini bulmuşlardır. Ayrıca thiacloprid ve methoxyfenozide'nin *N. fallacis*'e zararsız olduklarını belirlemişlerdir. Sonuç olarak thiacloprid ve methoxyfenozide'nin *N. fallacis*'e zararsız olmaları nedeniyle IPM programı içerisinde kullanılabileceklerini belirtmişlerdir.

Hamedi et al. (2010), yaptıkları çalışmada laboratuvar koşullarında fenpyroximate'nin *T. urticae*'nin etkili bir predatörü olan *P. plumifer*'in dişileri üzerine olan sublethal etkilerini araştırmışlardır. Fenpyroximate'nin sublethal konsantrasyonlarının avcı akar dişilerinin ömür uzunluğu ve doğurganlık oranlarını etkiledikleri belirlenmiştir. Aynı zamanda fenpyroximate sublethal konsantrasyonunun avcı akarın üreme ve hayat tablosu parametrelerini de etkilediğini belirlemişlerdir.

Kwon et al. (2010), yaptıkları çalışmada 3568 ve 47.6 kat monocrofos dirençli (AD) ve hassas (PyriF) *T. urticae* popülasyonlarında P450 monoksijenaz enzim aktivitesi arasında fark olmadığını belirlemişlerdir. Asetilkolinesteraz enzim aktivitesinde ise AD popülasyonunda hassas popülasyonla karşılaştırıldığında 90.6 kat, PyriF popülasyonunda ise 40.9 kat AChE enzim aktivitesi belirlenmiştir.

Pahtan et al. (2010), yaptıkları çalışmada, Pakistan'da farklı alanlardan toplanılan insektisit dirençli *C. carnae* popülasyonları ile hassas *C. carnae* popülasyonunun (LAB-Pk) üreme oranı, büyüme indeksi, üreme, yumurta sayısı ve popülasyonun ikiye katlanma süresi gibi parametrelerdeki farklılıkları araştırmışlardır. Tarla popülasyonlarının üreme oranı, büyüme indeksi, üreme, yumurta sayısı ve popülasyonun ikiye katlanma süresi parametrelerinin hassas popülasyona göre artış

gösterdiği belirlenmiştir. Dirençli *C. carnae*'nin IPM programları içerisinde kullanımlarının yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Stara et al. (2010), laboratuvar koşullarında bazı insektisitlerin (methoxyfenozide, indoxocarb, pyridaben, acetamiprid, azadirachtin A, spinosad ve propargite) *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseidae), *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae), *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae)'e karşı yan etkilerini belirledikleri çalışmanın sonucunda *N. cucumeris*'in kullanılan tüm insektisitlere karşı düşük duyarlılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Sayyed et al. (2010), laboratuvar koşullarında deltamethrin ile seleksiyon sonrası 896 kat deltamethrin dirençli *C. carnae* popülasyonunda (Delta-Sel) esterez ve monoksijenaz enzim seviyelerinin arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca Delta-Sel popülasyonunda direncin otozomal ve dominant olduğunu bulmuşlardır. Deltamethrin direncinin birden fazla gen tarafından yönetildiğini belirlemişlerdir.

Ahmad et al. (2011), afit ve beyazsinek gibi birçok zararlıın avcısı olan *Coccinella undecimpunctata*'da (Coleoptera: Coccinellidae) imidacloprid, acetamiprid, cypermethrin, deltamethrin ve profenofos gibi yaygın kullanılan insektisitlerin etkileri daldırma ve yaprak rezidü metodları kullanarak belirlemişlerdir. *C. undecimpunctata*'nın erginlerinde 24, 48 ve 72 saat sayımlarında daldırma metodunda %51-90, yaprak rezidü metodunda ise %10-78 oranında ölüm belirlenmiştir. Her iki metotda da en toksik ilaç profenofos, en düşük etkili ilaç ise imidacloprid olarak belirlenmiştir.

Hamedi et al. (2011), yaptıkları çalışmada laboratuvar koşullarında abamectin'nin *T. urticae*'nin etkili bir predatörü olan *P. plumifer*'in dişileri üzerine olan sublethal etkilerini araştırmışlardır. Abamectin'in hazırlanan konsantrasyonlarıyla ilaçlanan avcı akarın dişilerinden elde edilen verilerden yararlanılarak LC₅₀ değerleri hesaplanmıştır. Abamectin'nin sublethal konsantrasyonlarının avcı akar dişilerinin ömür uzunluğu ve doğurganlık oranlarını etkiledikleri belirlenmiştir. Aynı zamanda

abamectin'in sublethal konsantrasyonunun avcı akarın üreme ve hayat tablosu parametrelerini de etkilediğini belirlemiştir.

Kumral et al. (2011), Avrupa kırmızıörümceği *P. ulmi* ve avcısı *Stethorus gilvifrons* (Muls.) (Coleoptera:Coccinellidae) parathion-methyl ve bifenthrin direnciyle karboksilesteraz (CarE) ve GST enzim aktivitelerini araştırmışlardır. Ayrıca her iki böcekte de asetilkolinesteraz (AChE) inhibitörleri olan paraoxon ve primicarb etkilerini belirlemiştir. *P. ulmi* ve avcısı *S. gilvifrons*'da parathion-methyl direnci, karboksilesteraz enzim seviyesi ve AChE hassasiyeti benzer bulunmuştur. Ancak bifenthrin direnci ve GST enzim aktivitesinde benzer sonuçlar bulunamamıştır. Bu sonuçlar gözönüne alındığında, *S. gilvifrons*'un tarla koşullarında ilaçlara karşı direnç geliştirebileceği belirtilmiştir.

Mugo et al. (2011), laboratuvar koşullarında yaptıkları biyoassay denemelerde kahve üretim alanlarından toplanılan avcı akar *Euseius kenyae*'de (Acari: Phytoseiidae) chlorpyrifos direncini araştırmışlardır. Chlorpyrifosa karşı *E. kenyae*'nin C44 popülasyonu en hassas bulunurken; C1, C4, C7,C37, C25 ve C119 popülasyonları on kat fazla dirençli bulunmuştur. Avcı akar *E. kenyae*'daki chlorpyrifos direnci gözönüne alındığında kahve üretim alanlarındaki ilaçlamaların takip edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Park et al. (2011), laboratuvar koşullarında fenpyroximate ve pyridaben'in *N. womersleyi* ve *P. persimilis* 'in hayat tablosu parametreleri üzerine olan sublethal etkilerini incelemiştir. Çalışmada her iki avcı akarın ergin dişileri ilaçların farklı konsantrasyonlarıyla ilaçlanarak hayat tablosu parametreleri üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Her iki avcı akarda iki ilaç için elde edilen LC₅₀ değerleri birbirine benzer olarak bulunmuştur. *N. womersleyi* ve *P. persimilis*'de fenpyroximate ve pyridaben ile yapılan ilaçlamalar sonucunda kalıtsal üreme yeteneği (R₀) ve popülasyonun ikiye katlanma süresinde (λ) konsantrasyonlara bağlı olarak azalma belirlenmiştir.

Sato et al. (2011), yaptıkları çalışmada, spiromesifen'in *T. urticae* ve zararlının avcısı *N. californicus*'un gelişme ve üremesi üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Spiromesifen'in *T. urticae* ve zararlının avcısı *N. californicus*'un ovipozisyon süreleri ve gelişme dönemleri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Fenprothrin, acephate ve neem oil'in *N. californicus*'a zararlı bulunmuştur. Chlorfenapyr, abamectin, milbemectin ve diafenthiuron ise av ve avcının gelişme dönemleri üzerinde etkili oldukları belirlenmiştir.

Sohrabi et al. (2012), laboratuvar koşullarında imidacloprid ve buprofezin'in pamuk beyazsineği parazitoidi *Encarsia inaron* (Walker) (Hymenoptera:Aphelinidae) üzerindeki lethal ve sublethal etkilerini araştırmışlardır. İmidacloprid ve buprofezin'in tarla uygulama dozlarının parazitoidin larva ve pupa dönemlerindeki gelişimini kısıtladığını belirtmişlerdir. Her iki insektisit de parazitoidin üremesi ve eşey oranları üzerine etkisi olduğu saptanmıştır. Parazitoidin larva ve pupa dönemindeki bazı hayat tablosu parametreleri insektisitlerden etkilenirken, insektisitlerin ergin dönemdeki parazitoidin hayat tablosu parametreleri üzerine etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Tirello et al. (2012), yaptıkları çalışmada bağ alanları ve elma bahçelerinden toplanan dört adet *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) (Acari:Phytoseiidae) popülasyonlarında chlorpyrifos direncini araştırmışlardır. Bağ alanları ve elma bahçelerinden toplanan dört farklı *K. aberrans* popülasyonlarında 1.85-6.83 arasında değişen katlarda chlorpyrifos direnci belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Denemenin ana materyalini Isparta ilinde bulunan elma bahçelerinden toplanan avcı akar *N. californicus* popülasyonları, konukçu bitki (*Phaseolus vulgaris*), besin olarak *T. urticae*, insektisit ve akarisit etkili ilaçlar oluşturmaktadır. Biyoassay çalışmaları sırasında, ilaçlama kulesi (Spray tower) (Burkard Scientific), plastik petriler, ince uçlu fırça, farklı hacimlere sahip mikropipetler, binoküler gibi materyaller kullanılmıştır.

Biyokimyasal çalışmalarda ise, vertikal elektroforez seti (BIO-RAD), microplate reader (Versa_{max}), hassas terazi, manyetik karıştırıcı, tek ve çok kanallı mikropipetler, microplate reader plate, farklı devirlerde çalışan soğutmalı santrifüj (Hettich UNIVERSAL 32R), pH metre, buz makinesi (Scotsman AF 100), değişik cam ve plastik malzemeler gibi materyaller kullanılmıştır.

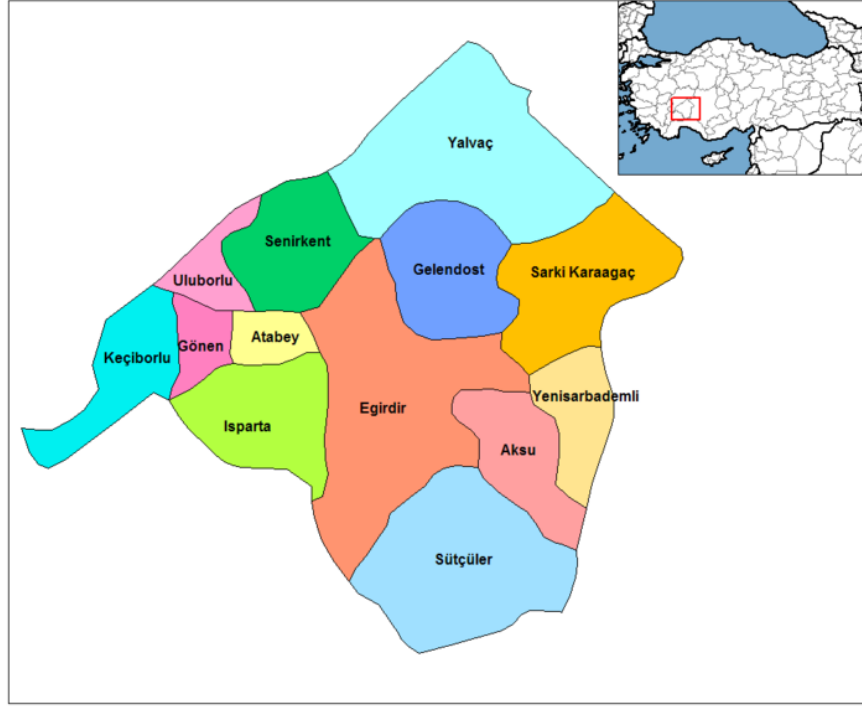
3.1.1. *Neoseiulus californicus* popülasyonları

N. californicus popülasyonları Isparta ili içerisinde elma üretiminin yoğun yapıldığı alanlardan 2010 ve 2011 yıllarında toplanmıştır (Şekil 3.1). 2010 yılında Isparta ilindeki elma üretiminin büyük bir bölümünü oluşturan Eğirdir ve Gelendost ilçelerinden 8 farklı arazi popülasyonu toplanmıştır. 2011 yılında ise elma üretimin yapıldığı Atabey, Gönen, Yalvaç ve Eğirdir ilçelerinden 6 farklı arazi popülasyonu toplanmıştır. 2010 ve 2011 yıllarında araziden toplanan popülasyonlar Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. 2010 ve 2011 yıllarında *Neoseiulus californicus* örneklerinin toplandığı yer, tarih, ve bitki

Örneğin toplandığı yer	Tarih	Bitki
Eğirdir- Boğazova	12/08/2010	Elma
Eyüpler-1	12/08/2010	Elma
Eyüpler-2	12/08/2010	Elma
Gökdere	12/08/2010	Elma
Sarııdris	12/08/2010	Elma
Gelendost-1	12/08/2010	Elma
Gelendost-3	12/08/2010	Elma
Gelendost-8	12/08/2010	Elma
Atabey-1	14-07-2011	Elma
Atabey-2	14-07-2011	Elma
Ağılıköy-1	14-07-2011	Elma
Ağılıköy-2	14-07-2011	Elma
Gönen	21-07-2011	Elma
Yalvaç	20-07-2011	Elma

Meyvecilik Araştırma İstasyon Müdürlüğünde bulunan organik elma bahçesinden 2008 yılında toplanılarak 4 yıl süreyle Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde bulunan iklim odalarında yetiştirilen *Neoseiulus californicus* popülasyonu hassas ve seleksiyonlar için de başlangıç popülasyonu olarak kullanılmıştır. Ayrıca 2010 yılında toplanan 8 adet tarla popülasyonlarının yanı sıra Koppert firmasından elde edilen bir popülasyon da enzim çalışmalarında kullanılmıştır. Bu popülasyon hassas popülasyon olarak kullanılmak için Koppert firmasından alınmış, fakat 2008 yılında toplanılan popülasyon bu popülasyona göre daha hassas bulunmuştur.



Şekil 3.1. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının toplandığı ilçeler

3.1.2. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının toplanması ve yetiştirilmesi

Arazi çalışmaları sırasında avcı akar *N. californicus* bireylerinin besini olan *T. urticae* ve *P. ulmi* bireyleri bulunan yaprak örnekleri toplanmıştır. Toplanan örnekler poşet içerisine konularak etiketlenmiştir. Bu etiketlerde örnek alınan yerin adı, bitki ve tarih yazılmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler böceklerin kaçmasını ve karışmasını engellemek amacıyla içi su dolu küvetler içerisinde bulunan temiz barbunya bitkileri üzerine aktararak kültüre alınmıştır. Yaklaşık 15 gün boyunca bitkiler üzerinde avcı akar bireyleri gözlemlenmiştir. Avcı akar bireyleri bulunmayan kültürler iptal edilmiş, birey bulunan kültürlere av olarak *T. urticae* bireyleri verilerek popülasyonlarının artması sağlanmıştır. *N. californicus* popülasyonları 26 ± 1 °C sıcaklıkta %60-65 nem ve 16:8 fotoperiyot koşullarında yetiştirilmiştir.

Avcı popülasyonlarına besin sağlamak amacıyla böcek yetiştirme kabinleri içerisinde barbunya bitkisi üzerinde bulunan *T. urticae*'de 26 ± 1 °C sıcaklıkta %60-65 nem ve 16:8 fotoperiyot koşullarında yetiştirilmiştir. Popülasyonların birbirlerine

bulaşmalarını önlemek amacıyla yetiştirme işlemleri pleksiglas kafesler içerisinde yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 3.2. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının yetiştirildiği kafesler

3.1.3. Denemelerde kullanılacak ilaçların belirlenmesi

Denemelerde Isparta ilindeki elma üretim alanlarındaki kırmızıörümcek savaşımında yoğun olarak kullanılan spirodiclofen (Envidor SC 240), hexythiazox (Twister 5 EC), spiromesifen (Oberon SC 240) ve etoxazole (Zoom 10 SC) akarisitleri kullanılmıştır. Seçilen ilaçların özellikleri aşağıda verilmiştir. Çoklu direnç çalışmalarında ise spiromesifen (Oberon SC 240), spirodiclofen (Envidor SC 240), hexythiazox (Twister 5 EC), propargite (Omite 570 EW), clofentezine (Apollo SC) ve milbemectin (Milbexnock EC) etkili maddeye sahip ilaçlar kullanılmıştır.

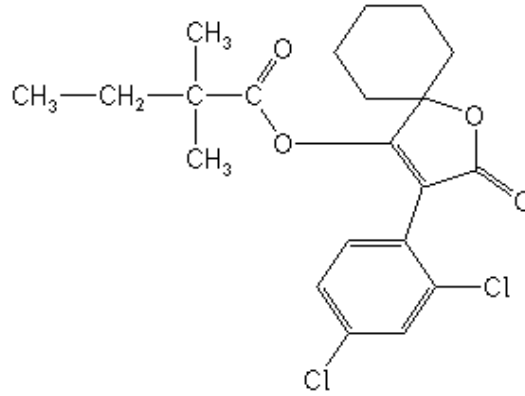
Spirodiclofen (C₂₁H₂₄Cl₂O₄)

Etkili madde beyaz renkli ve katı haldedir. Tetronik asit yapısında, lipit sentezi engelleyici olarak etkili olan bir akarisitir. Turunçgil, üzüm, nar, elma ve kirazda görülen akarlar karşı önerilmektedir. Akarın gelişmesine etki ederek *Panonychus* spp., *Phyllocoptruta* spp., *Brevipalpus* spp, *Aculus* ve *Tetranychus* türlerini kontrol altına almaktadır. Akarın yumurta, tüm nimf dönemleri ve ergin dişi dönemlerine etkili olmaktadır. LD₅₀ ; ağızdan 2500 mg/kg, deriden 2000 mg/kg'dır (Anonymous,

2010a). Kullanılan pestisit ticari ismi Envidor SC 240'dır. Spirodiclofen'in kimyasal yapısı (Şekil 3.3) aşağıda verilmiştir (Anonymous, 2010a). Spirodiclofen için bekleme süresi 14 gündür.

Çizelge 3.2. Spirodiclofen'in ekotoksikolojik özellikleri (Öncüer ve Durmuşoğlu, 2008)

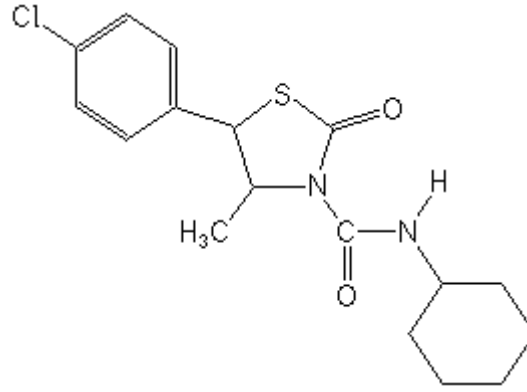
PARAMETRE	DEĞER
Akut oral LD_{50} (mg/kg)	2500
Dermal LD_{50} (mg/kg)	2000
Balıklara LC_{50} (mg/l)	0.035
Kuşlara LD_{50} (mg/kg)	2000
Arılara LD_{50} (μ g/arı)	200
Solucan LD_{50} (mg/kg)	1000



Şekil 3.3. Spirodiclofen'in kimyasal yapısı (Anonymous, 2010a)

Hexythiazox (C₁₇H₂₁ClN₂O₂S)

Etkili madde beyaz renkli ve toz haldedir. Kontakt ve mide zehiri etkili bir akaristtir (Anonymous, 2010b). Akarisitler içerisinde diğerleri grubunda yer almaktadır. Tolerans, üzümde 0.01 ppm, elma ve patlıcanda 0.02 ppm'dir. Bekleme süresi patlıcanda 3 gün, üzüm ve elmada 7 gündür. Hedef zararlıları, pamukta kırmızıörümcekler, elmada avrupa kırmızıörümceği, bağda kırmızıörümcek'tir. Bal arılarına zehirsiz, balıklara zehirlidir (Turgut, 2004). Kullanılan pestisit ticari ismi Twister 5 EC'dir. Hexythiazox'un kimyasal yapısı (Şekil 3.4) ve ekotoksikolojik özellikleri (Çizelge 3.4) aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.4. Hexythiazox'un kimyasal yapısı (Anonymous, 2010b)

Çizelge 3.3. Hexythiazox'un ekotoksikolojik özellikleri (Öncüer ve Durmuşoğlu, 2008)

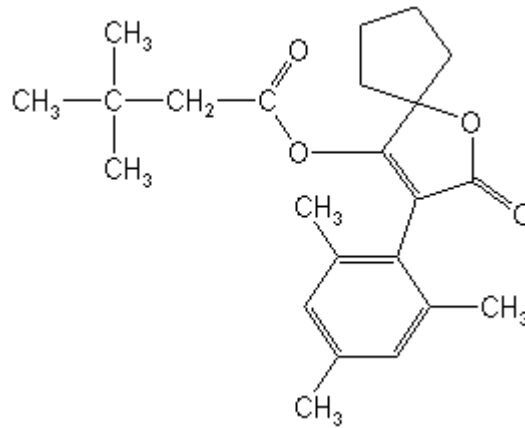
PARAMETRE	DEĞER
Memelilerde akut oral LD ₅₀ (mg kg ⁻¹)	>5000
Memelilerde dermal LD ₅₀ (mg kg ⁻¹)	>5000
ADI (Günlük alınabilir miktar) (mg kg ⁻¹ bw day ⁻¹)	0.03
US EPA zehirlilik sınıflandırması	IV

Spiromesifen (C₂₃H₃₀O₄)

Akarisitler içerisinde diğerleri grubunda yer almaktadır. Ancak insektisit-akarisit özelliği bulunmaktadır. Etkili madde renksiz ve kristal haldedir. Lipid sentezini engelleyerek etkili olurlar. Tolerans, domates ve patlıcanda 0.3 ppm, çilekte 1 ppm'dir. Bekleme süresi domateste 3 gündür. (Öncüer ve Durmuşoğlu, 2008). Kullanılan pestisit ticari ismi Oberon SC 240'dır. Spiromesifen'in kimyasal yapısı (Anonymous, 2010c) ve ekotoksikolojik özellikleri (Öncüer ve Durmuşoğlu, 2008), Şekil 3.5 ve Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Spiromesifen'in ekotoksikolojik özellikleri (Öncüer ve Durmuşoğlu, 2008)

PARAMETRE	DEĞER
Akut oral LD ₅₀ (mg/kg)	2000
Dermal LD ₅₀ (mg/kg)	2000
Balıklara LC ₅₀ (mg/l)	0,016
Kuşlara LD ₅₀ (mg/kg)	2000
Arılara LD ₅₀ (µg/arı)	200



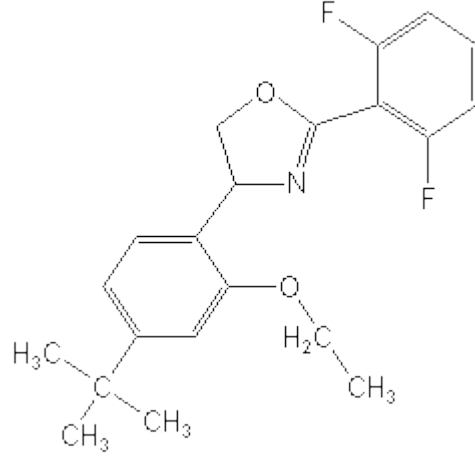
Şekil 3.5. Spiromesifen'in kimyasal yapısı (Anonymous, 2010c)

Etoxazole (C₂₁H₂₃F₂NO₂)

Akarisitler içerisinde diğeri grubunda yer almaktadır. Etkili madde beyaz renkli ve kristalimsi toz halindedir. Moleküler ağırlığı 359.41 g/mol'dur. Kontakt etkili bir akarisitlerdir. Kırmızıörümceklerde larva ve nimf gibi ergin öncesi döneme daha etkili olmakla beraber tüm dönemlerde kullanılmaktadır. Hedef zararlıları, elmada avrupa kırmızıörümceği, turunçgillerde ve pamukta kırmızıörümcek, domateste ise iki noktalı kırmızıörümcektir. Bekleme süresi domateste 3, elmada 14, turunçgiller ve pamukta 21 gündür. LD₅₀ değeri ağızdan 5000 mg/kg ve deriden 2000 mg/kg'dır (Anonymous, 2010d).

Çizelge 3.5. Etoxazole'ün ekotoksikolojik özellikleri (Öncüler ve Durmuşoğlu, 2008)

PARAMETRE	DEĞER
Akut oral LD ₅₀ (mg/kg)	5000
Dermal LD ₅₀ (mg/kg)	2000
Balıklara LC ₅₀ (mg/l)	20
Kuşlara LD ₅₀ (mg/kg)	2000
Arılara LD ₅₀ (µg/arı)	200
Solucan LD ₅₀ (mg/kg)	1000



Şekil 3.6. Etoxazole'nin kimyasal yapısı (Anonymous, 2010d)

Çoklu direnç çalışmalarında ise spiromesifen (Oberon SC 240), spiroadiclofen (Envidor SC 240), hexythizox (Twister 5 EC), propargite (Omite 570 EW), clofentezine (Apollo SC) ve milbemectin (Milbeknock EC) etkili maddeye sahip ilaçlar kullanılmıştır. Milbemectin, clofentezine ve propargite ait bazı özellikler çizelge 3.6'de verilmiştir.

Çizelge 3.6. Çoklu direnç çalışmalarında kullanılan milbemectin, clofentezine ve propargite ait bazı özellikler

Etkili madde	Ticari isim	Formülasyon	Özellik
Milbemectin	Milbeknock	EC	Akarisit
Clofentezine	Apollo	SC	Akarisit
Propargite	Omite	EW	Akarisit

3.2. Yöntem

Denemeler, LC₅₀ değerlerinin belirlendiği toksisite ve seleksiyon çalışmaları, metabolik dirençle ilişkili dört detoksifikasyon enziminin belirlendiği biyokimyasal ve sinerjistik çalışmalar, direncin kalıtım şeklini belirlemek için yapılan resiprokal çaprazlamalar ve çoklu direnç çalışmaları ve dirençli ve hassas popülasyonların

yaşam çizelgelerinin belirlenmesi şeklinde olmak üzere dört ayrı bölümde yürütülmüştür.

3.2.1.Toksiste Testi

Hexythiazox, spiromesifen, spiroadiclofen ve etoxazole etkili maddeye sahip ilaçlar kırmızıörümceklerde ergin öncesi döneme etkili ilaçlar olması nedeniyle larval bioassay çalışmaları uygulanmıştır. Ancak çoklu direnç çalışmalarında ergin döneme etkili ilaçların da bulunması nedeniyle ergin dönem bioassay çalışmaları yapılmıştır. Hassas *N. californicus* popülasyonunda seleksiyon işlemine başlamadan önce popülasyonunun hexythiazox ve spiromesifen'e karşı duyarlılık düzeyleri belirlenmiştir. Ayrıca arazi popülasyonlarının LC₅₀ değerleri ile karşılaştırma yapılabilmesi için hassas popülasyonun spiroadiclofen'e karşı LC₅₀ değeri belirlenmiştir.

3.2.1.1 Larval biyoassay çalışmaları

Bu yöntemde denemede kullanılacak olan aynı yaş (dönem) nimfleri elde etmek amacıyla içi ıslatılmış pamukla kaplı 9 cm çapındaki petripler üzerine temiz barbunya yaprakları konmuştur. Yapraklar üzerine bireylerin kaçışlarını engellemek amacıyla tangle trap yapışkanı ile yaklaşık 3 cm genişliğinde halkalar oluşturulmuştur. Bu halkalar içerisine aynı dönem nimfleri elde etmek amacıyla yaklaşık 20 adet ergin dişi *N. californicus* bireyleri aktarılmıştır. *N. californicus* bireylerinin beslenmesi amacıyla halka içerisine av olarak *T. urticae* bireyleri konmuştur (Şekil 3.7). Hergün bırakılan yumurtalar temiz bir yaprağa aktarılmıştır. Yaklaşık 2-3 gün sonra yumurtadan çıkan 0-24 saatlik nimfler denemede kullanılmıştır.



Şekil 3.7. *Neoseiulus californicus*'un aynı dönem nimflerini elde etmek amacıyla hazırlanan petriler

Bu yöntemde seçilen ilaçlar saf su içinde çözdürülerek stok uygun dozlar hazırlanmıştır. İlaçların seçilen ilk dozu uygulama dozları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Denemeler 1 kontrol+7 doz ve 3 tekerrür olacak şekilde kurulmuştur. Tabanı ıslatılmış pamukla kaplı 9 cm çapındaki petriler üzerinde hazırlanan 3 cm'lik yaprak diskleri üzerine yaklaşık 25 adet aynı yaştaki *N. californicus* nimfleri binoküler altında aktarılmıştır. Petriler hazırlanan ilaç solüsyonları ile ilaçlama kulesi kullanılarak 1 atm basınç altında yaprak üzerine 2 ml olacak şekilde ilaçlanmıştır (Şekil 3.8). Kontrole sadece saf su uygulanmıştır. Ayrıca yaprak disk üzerine av olarak kullanılmak üzere yeterli sayıda av aktarılmıştır. Ölü-canlı sayımları 7. günde yapılmıştır. Bireylerin besinsizlikten ölmelerini engellemek amacıyla petri içerisine kontrol edilerek av aktarılmıştır. Elde edilen verilerden yararlanarak farklı akar popülasyonlarının LC₅₀ ve LC₆₀ değerleri POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, 1994) hesaplanmıştır.



Şekil 3.8. Denemelerde kullanılan ilaçlama kulesi (spray-tower)

3.2.1.2. Ergin dişi birey biyoassay çalışmaları

Biyoassay çalışmalarında LC₅₀'lerin belirlenmesinde ilaçlama kulesi-yaprak disk metodu kullanılmıştır. Bu yöntemde denemede kullanılacak olan aynı yaş (dönem) erginleri elde etmek amacıyla içi ıslatılmış pamukla kaplı 9 cm çapındaki petripler üzerine temiz barbunya yaprakları konmuştur. Yapraklar üzerine bireylerin kaçışlarını engellemek amacıyla tangle trap yapışkanı ile yaklaşık 3 cm genişliğinde halkalar oluşturulmuştur. Bu halkalar içerisine aynı dönem erginleri elde etmek amacıyla ergin yaklaşık 20 adet ergin dişi *N. californicus* bireyleri aktarılmıştır. *N. californicus* bireylerinin beslenmesi amacıyla halka içerisine av olarak *T. urticae* bireyleri konmuştur. Hergün bırakılan yumurtalar temiz bir yaprağa aktarılmış ve aynı yaştaki ergin dişiler elde edilmiştir. Denemelerde aynı yaştaki ergin bireyler kullanılmıştır. Bu yöntemde seçilen ilaçlar saf su içinde çözdürülerek uygun dozlar hazırlanmıştır. İlaçların seçilen ilk dozu uygulama dozları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Denemeler 1 kontrol + 7 doz ve 3 tekerrür olacak şekilde kurulmuştur. Tabanı ıslatılmış pamukla kaplı 9 cm çapındaki petripler üzerinde hazırlanan 3 cm'lik yaprak diskleri üzerine yaklaşık 25 adet aynı yaştaki *N. californicus* erginleri binoküler altında aktarılmıştır. Petripler hazırlanan ilaç solüsyonları ile ilaçlama kulesi kullanılarak 1 atm basınç altında yaprak üzerine 2 ml olacak şekilde ilaçlanmıştır. Kontrole sadece saf su uygulanmıştır. Ayrıca yaprak disk üzerine av olarak kullanılmak üzere yeterli sayıda av aktarılmıştır. Ölü-canlı sayımları 24 saat sonra yapılmıştır. Elde edilen verilerden yararlanarak farklı akar

popülasyonlarının LC₅₀ ve LC₆₀ değerleri POLO bilgisayar paket programında (LeOra Software, 1994) hesaplanmıştır.

3.2.2. Seleksiyon Çalışmaları

Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğündeki organik elma bahçesinden 2008 yılında toplanarak 4 yıl süreyle iklim odasında yetiştirilen *N. californicus* popülasyonu spiromesifen ve hexythiazox seleksiyonları için başlangıç ve hassas popülasyon olarak kullanılmıştır. Seleksiyon işlemi için hexythiazox ve spiromesifen akarisitleri seçilmiştir. Hassas *N. californicus* popülasyonunda hexythiazox ve spiromesifen'e karşı LC₅₀ değerleri belirlendikten sonra direnç gelişiminin izlenmesi amacıyla seleksiyon işlemine başlanmıştır. Seleksiyon işlemi için de çalışmada aynı dönem nimfler kullanılmıştır. Bu nedenle 50 adet avcı akar dişi tabanı pamukla ıslatılmış 9cm'lik petri üzerine yerleştirilmiş ve bireylerin kaçmalarını önlemek amacıyla tangle trap yapıştırıcı ile oluşturulan 3 cm çapındaki yaprak disk üzerine alınmıştır. Bu petrilere 10 adet hazırlanmıştır. Bu yaprak diskler üzerine avcı akar bireylerinin beslenebilmesi için yeterli sayıda av konulmuştur. Hergün bırakılan yumurtalar ayrı bir yaprağa alınmıştır. Daha sonra hazırlanan petrilere yaklaşık 50 adet avcı akar nimfleri konulmuştur. Seleksiyon çalışmalarında popülasyonların LC₆₀ değerindeki doz seleksiyon dozu olarak kullanılmıştır. Bu doz her seleksiyon popülasyonu için yeniden belirlenmiştir. Yukarıda toksisite testinde anlatılan ilaç uygulama yöntemine göre ilaç konsantrasyonu (LC₆₀) petrilere uygulanmıştır. Petrilere 26±1 °C sıcaklıkta %60-65 nem ve 16:8 fotoperiyot koşullarında 7 gün bırakılmıştır. 7 günlük süre içerisinde *N. californicus* bireylerinin besinsizlikten ölmelerini engellemek amacıyla petrilere içerisine av aktarılmıştır. Uygulamadan 7 gün sonra canlı kalan bireyler üzerinde av olarak bulunan barbunya bitkisi üzerine aktarılmıştır. Popülasyonun hızlı bir şekilde artması için seleksiyon işlemi birkaç defa tekrarlanmıştır. *N. californicus* popülasyonu yeterli sayıya ulaştıktan sonra aynı işlemler tekrar edilmiştir. Elde edilen verilerden yararlanarak hassas popülasyonun LC₅₀ ve LC₆₀ değerleri POLO bilgisayar paket programında hesaplanmıştır.

3.2.3. Sinerjist + ilaç çalışmaları

Bu çalışma elma bahçelerinden toplanan arazi, seleksiyon sonucu oluşturulan dirençli ve hassas *N. californicus* popülasyonlarında bazı sinerjistlerin ilaçlar üzerine olan etkisi incelemek amacıyla yapılmıştır. Sinerjistlerin ilaçlar üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla monoksigenaz enzim inhibitörü piperonyl butoxide (PBO) (2000µl/l) (Leeuwen et al., 2004), esteraz enzim inhibitörü S-Benzyl-O,O-diisopropyl phosphorothioate (IBP) (200 µl/l) (Kim et al., 2004) ve GST enzim inhibitörü diethylmaleate (DEM) (2000µl/l) (Leeuwen et al., 2004) sinerjistleri kullanılmıştır. Sinerjist+ilaç çalışmalarında da avcı akarın aynı dönem nimfleri kullanılmıştır. Aynı dönem nimfleri elde etmek amacıyla hazırlanan petrilere avcı akar dişileri konmuştur. Yaklaşık 2 gün sonra elde edilen aynı dönem nimfler denemede kullanılmıştır. Denemeler 1 kontrol+7 doz 3 tekrür olacak şekilde kurulmuştur. Tabanı ıslatılmış pamukla kaplı 9 cm çapındaki petrilere üzerinde hazırlanan 3 cm'lik yaprak diskleri üzerine yaklaşık 25 adet aynı yaştaki *N. californicus* nimfleri binoküler altında aktarılmıştır. Sinerjistler 1:1 oranında aseton: saf su içerisinde çözülmüştür. Hazırlanan sinerjist çözeltileri ilaçlama kulesinde tabanında ıslatılmış pamuk bulunan petrilere üzerine yerleştirilen yapraklar üzerine 1 atm basınç altında 1 ml olarak püskürtülmüştür. Ayrıca yaprak disk üzerine av olarak kullanılmak üzere yeterli sayıda av aktarılmıştır. İçerisinde avcı akar bulunan petrilere 24 saat boyunca 26±1 °C sıcaklıkta %60-65 nem ve 16:8 fotoperiyot koşullarında tutulmuştur. Sinerjist uygulamasından 24 saat sonra hazırlanan ilaç konsantrasyonları ile ilaçlama yapılmıştır. Kontrolde sadece sinerjist kullanılmıştır. Ölü-canlı sayımları 7. günde yapılmıştır. Bireylerin besinsizlikten ölmelerini engellemek amacıyla her gün petri içerisine av aktarılmıştır. Elde edilen verilerden yararlanarak farklı akar popülasyonlarının LC₅₀ ve LC₆₀ değerleri POLO bilgisayar paket programında hesaplanmıştır.

Sinerjistik etki oranı= Sinerjistsiz LC₅₀ / Sinerjistli LC₅₀
formülü ile hesaplanmıştır (Kim et al., 2004).

3.2.4. Çoklu Direnç Çalışmaları

Spiromesifen ve hexythiazox dirençli *N. californicus* popülasyonlarının spiroadiclofen, hexythiazox, etoxazole, propargite, clofentezine ve milbectin ilaçlarına karşı çoklu direnç geliştirip geliştirmediği incelenmiştir. Bu amaçla tabanında ıslatılmış pamuk bulunan 9 cm'lik petriyer üzerine yerleştirilmiş yaprak diskler üzerine yaklaşık 30 tane avcı akar dişi ve av aktarılmıştır. Çoklu direnç çalışması için seçilen ilaçların uygulama dozları dikkate alınarak hazırlanan ilaç konsantrasyonları yapraklar üzerine uygulanmıştır. 7 gün sonra ölü ve canlı bireylerin sayımı yapılarak LC₅₀ değerleri hesaplanmıştır. Yalnızca propargite ilacının ergin dönemlere etkili olması nedeniyle çalışmalarda ergin dönem ilaçlaması metodu uygulanmış ve sayımlar 24 saat sonra yapılmıştır. Ancak diğer ilaçlar ergin öncesi döneme etkili olmaları nedeniyle nimf dönemi uygulamaları yapılmıştır. Bu işlem spiromesifen ve hexythiazox dirençli ve hassas *N. californicus* popülasyonları için yapılmıştır. Dirençli popülasyonların LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonunun LC₅₀ değerlerine oranlanması ile çoklu direnç oranları elde edilmiştir.

3.2.5. Direnç Kalıtım Çalışmaları

Hassas ve dirençli bireyler arasında yapılan resiprokal çaprazlamalar, direnç genlerinin baskın veya çekinik, monogenik ya da poligenik olması konusunda bilgi vermektedir.

Dirençin geriye dönüşümü ve dölden dölle aktarımını incelemek amacıyla spiromesifen ve hexythiazox dirençli ve hassas avcı akar popülasyonu arasında resiprokal çaprazlamalar yapılmıştır. Bu amaçla tabanında ıslatılmış pamuk bulunan petriyer üzerine dirençli popülasyonun dişi bireyleri ile hassas popülasyonun erkek bireyleri ve hassas popülasyonun dişi bireyleri ile dirençli popülasyonun erkek bireyleri aktarılmıştır. Her dirençli popülasyonda resiprokal çaprazlamalar için 20 adet petriyer hazırlanmıştır. Her bir petrideki yaprağın üzerine dirençli popülasyondan 20 adet deutonimf dişi birey ve hassas popülasyondan 30 adet ergin erkek birey aktarılmıştır. Ayrıca dirençli popülasyondan erkek birey ve hassas popülasyondan dişi

birey aktarılarak işlemin tam tersi yapılmıştır. 5 gün sonra yapraklar üzerindeki ergin bireyler uzaklaştırılarak ve dişi bireylerin bırakmış oldukları yumurtalar açıldıktan sonra yeni nimfler saksılardaki üzerinde av bulunan barbunya bitkileri üzerine aktarılmıştır. Bu şekilde F1 dölleri elde edilmiştir. Bireyler ergin olduğunda LC₅₀ değerleri belirlenmiş ve hassas popülasyonun LC₅₀ değeri ile karşılaştırılmıştır. Her iki çaprazlamadan sonra F1 dişilerinde direncin kalıtımı,

$$D = (2X_2 - X_1 - X_3) / (X_1 - X_3)$$

X₁ = Dirençli ırkın LC₅₀ değerinin log₁₀'u

X₂ = F1 dişilerinin LC₅₀ değerinin log₁₀'u

X₃ = Hassas ırkın LC₅₀ değerinin log₁₀'u

formülü ile hesaplanacaktır (Stone, 1968' e atfen Sato et al., 2004).

Baskınlık derecesi -1 ve +1 arasında değişmektedir.

D=0 ise; hassas popülasyon ile dirençli popülasyonun hassasiyeti aynı ve heterozigot

D=1 ise; tam baskın

D= -1 ise; tam çekinik

0 < D < 1 ise; eksik (tam olmayan) baskın

-1 < D < 0 ise; eksik (tam olmayan) çekinik olarak değerlendirilir.

Direncin kalıtım şeklinin monogenik olduğu hipotezini test etmek için F1 dölü geriye çaprazlanarak gözlenen ve beklenen ölüm oranları elde edilmiştir. F2 dişilerini elde etmek amacıyla F1 (R♀S♂) dişileri ile hassas (S) ve dirençli (R) popülasyonun erkekleri çiftleşmeye bırakılmıştır. F1 (R♀S♂) popülasyonundan 20 adet deuto-nimf dişi birey ve hassas (S) ve dirençli (R) popülasyonlarından 30 adet ergin erkek birey aktarılarak denemeler kurulmuştur. 5 gün sonra yapraklar üzerindeki ergin bireyler uzaklaştırılarak ve dişi bireylerin bırakmış oldukları yumurtalar açıldıktan sonra yeni nimfler saksılardaki üzerinde av bulunan barbunya bitkileri üzerine aktarılmıştır. Bu şekilde F2 dölleri elde edilmiştir. Popülasyonların LC₅₀ değerleri belirlenmiştir. F2 dişileri için teorik olarak beklenen ölüm oranları aşağıda belirtilen formülle hesaplanmıştır:

$$c = (0.5)W(\text{F1 dişileri}) + (0.5)W(\text{R ırkı})$$

c= Uygulanan bir konsantrasyonda teorik olarak beklenen ölüm oranı

W= Uygulanan bir popülasyonda dişi bireyde gözlenen ölüm oranı (Georghiou, 1969).

Bu genetik hipotez, 1 serbestlik derecesi ve χ^2 tablosundan elde edilen değerlerle denemelerden elde edilen χ^2 değerlerinin karşılaştırılması sonucu değerlendirilmiştir (Winer et al., 1991). Gözlenen ve beklenen ölüm oranları arasındaki fark önemli ise monogenik hipotez ret edilecek, fark önemsiz ise monogenik hipotez kabul edilmiştir

Çizelge 3.7. Resiprokal çaprazlamalar

Popülasyon	Çaprazlamalar	
	Dişi	Erkek
Dirençli (RR)	R	R
Hassas (SS)	S	S
F1 SXR	S	R
F1 RXS	R	S
F2 RSXR	RS	R
F2 RSXS	RS	S

3.2.6. Biyokimyasal çalışmalar

Biyokimyasal çalışmalarda esteraz, glutation-S-transferaz (GST) sitokrom P450 monooksijenaz (P450) ve asetilkolinesteraz (AChE) enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Esteraz enzim aktivitesi elektroforez ve mikropilaka yöntemi ile GST, P450 ve AChE ise sadece mikropilaka yöntemi ile belirlenmiştir.

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

Esteraz enzimi bant haritasını belirlemek için “mini vertical nondenaturing poliakrilamide gel elektroforez” yöntemi kullanılmıştır. Elektroforez çalışmalarında Ay ve Gürkan (2005)’in yöntemi uyarlanarak kullanılmıştır. Elektroforez işleminde farklı yoğunlukta iki poliakrilamid jel kullanılmıştır (EK 1) . 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 dk. 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) (EK 1) ile doldurulmuştur. 5 adet ergin dişi birey 50 µl homojenizasyon buffer (%0.1 Triton X-100 içeren %32 (w/v) sukroz) (EK 1) verilerek plastik ezici yardımı ile ezilmiştir. Polimerizasyondan sonra her bir jel hücreğine 10 µl homojenat yerleştirilmiştir. Elektroforezde koşturma işlemi 150 V yaklaşık 1.5 saat tamamlanmıştır. Bu sürenin sonunda 0.2 M fosfat buffer (pH 6.5 ve %1 aseton içeriyor) ile %0.02 lik α -naphthyl asetat (EK 1) solüsyonu hazırlanmıştır. Jel bu çözeltide esteraz enzimi inkübasyonu için 30 dk. bekletilmiştir. %0.02 lik α -naphthyl asetat solüsyonu ile %0.4 oranında Fast blue BB (EK 1) 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 densimetrede fotoğrafı çekilmiştir.

3.2.6.2. *N. californicus*’un toplam esteraz enziminin kinetik olarak incelenmesi

Kinetik esteraz aktivitesinin belirlenmesinde α -naphtyl acetate kullanılarak 96 hücreli düztabanlı mikropalakada Stumpf and 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) (EK 2) içinde plastik pestle yardımıyla eppendorf tüplerde ezilmiştir. Bu homojenat 10000 g ve +4 °C’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 mikropalkanın 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 (EK 2). Enzim aktivitesi 23 °C ve 450 nm'de 10 dakika süreyle okunmuştur. Kontrol hücreleri ise homojenatsız olarak okunmuştur. Enzim okumaları en az üç tekerrürlü olarak yapılmıştır.

3.2.6.3. *Neoseiulus californicus*'un GST enzimlerinin kinetik olarak incelenmesi

GST enziminin kinetik olarak belirlenmesinde Stumpf and Nauen, (2002)'in geliştirdikleri yöntem kullanılmıştır. 30 ergin dişi 300 µl Tris HCL buffer (0.05M, pH 7.5) (EK 3) içinde eppendorf tüplerde plastik pestle kullanılarak ezilmiştir. 100 µl supernatant 10000g ve +4 °C' da 5 dakika santrifüj edilmiştir. 100 µl supernatant, 100 µl 1-chloro-2,4-dinitrobenzene (CDNB) ve 100 µl reduced glutathione (GSH)'dan oluşan toplam hacim mikropalka hücrelerine konulmuştur. CDNB %0.1 (v/v) etanolde hazırlanarak ve final konsantrasyonda 0.4 mM CDNB bulunmuştur (EK 3), reduced glutation (GSH) Tris HCL bufferda hazırlanacak ve final konsantrasyonda 4 mM GSH bulunmuştur (EK 3). Kontrol hücrelerinde ise sadece CDNB ve GSH homojenatsız okunmuştur. Absorvanstaki değişim 340 nm 25 °C de 5 dk'da okunarak belirlenmiştir. Enzim okumaları en az üç tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

3.2.6.4. *Neoseiulus californicus*'un P450 monoksijenaz (MO) enziminin kinetik olarak incelenmesi

Sitokrom P450 monooksijenaz enziminin belirlenmesinde substrat olarak p-nitroanisol (PNOD) kullanılmıştır. Bu enzimin belirlenmesinde Rose et al. (1995) yöntemi uyarlanarak kullanılmıştır. P450 aktivitesi için popülasyondan 50 adet dişi birey eppendorf tüpe alınarak 100 µl homojenizasyon buffer'da (0.05 M Tris-HCl + %1.15 KCl + 1mM EDTA pH (7.7) (EK 4) plastik pestle ile ezilerek +4 °C'de 10000

g'de 20 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernatant enzim kaynağı olarak kullanılmıştır. PNOD (*p*-nitroanisole) denemesi için mikropalkanın her kuyucuğuna 45 µL buffer+ 45 µL enzim kaynağı+100 µL 2mM *p*-nitroanisole eklenerek karışım 30 °C'de 5 dk inkübe edilmiştir. Reaksiyon 10 µL 9.6 mM NADPH eklenerek başlatılmıştır (EK 4). Kontrol hücreleri ise homojenatsız olarak okunmuştur. Enzim aktivitesi 405 nm'de 30 °C'de 15 dk 34 sn aralıklarla okunmuştur. P450 enzim okumaları en az üç tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

3.2.6.5. *Neoseiulus californicus*'un asetilkolinesteraz (AChE) enziminin kinetik olarak incelenmesi

Asetilkolinesteraz belirlenmesinde Stumpf et al. (2001) yöntemi uyarlanarak kullanılmıştır. *N. californicus*' un 50 ergin dişisi eppendorf tüp içinde bulunan 500 µl %0.1 Trion X-100 içeren 0.1 M fosfat buffer (1ml, pH:7.5) içinde plastik pestle ile homojenize edilmiştir (EK 5). Buz içinde 20 dakika dokuların çözülmesi beklendikten sonra, homojenat 10 000 g, 4 °C de 5 dakika santrifüj edilerek elde edilen supernat enzim kaynağı olarak kullanılmıştır. AChE aktivitesini ölçmek için mikropalaka hücrelerine 100 µl Acetylcholine iodide (ATChI), 100 µl 5.5-dithiobis (2-nitrobenzoic acid) (DTNB) ve 100 µl enzim solüsyonu konmuştur (EK 5). 300 µL'lik final konsantrasyonunda herbir maddenin miktarı 0.5 mM olmuştur. AChE aktivitesi Versamax kinetik mikropalaka okuyucuda 23 °C de 412 nm'de 20 dakika ölçülmüştür. Kontrol hücreleri ise homojenatsız olarak okunmuştur. Okumalar en az üç tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

3.2.2.6. Toplam protein miktarının ölçülmesi

Örneklerin toplam protein miktarlarının belirlenmesinde Bradford (1976)'un total protein tayin yöntemi kullanılmış ve Bovine Serum Albumine (BSA) standart olarak alınmıştır. 1mg/ml oranında BSA'lı buffer hazırlanarak 2'şer µl aralıklarla 0-14 µl arasındaki konsantrasyonlar elisa plate yüklenmiştir. Örnekler için homojenattan 15 µl plate yükleme yapılarak BSA'lı buffer'dan hazırlanan konsantrasyonlar ve örnekler üzerine 250 µl bradford solüsyonu ilave edilmiş ve plate oda sıcaklığında 10

dk. inkübe edilmiştir. Örneklerdeki protein miktarı spektrofotometrik olarak 620 nm’de ölçülmüştür.

Enzim sonuçlarından elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi tekniği ile (One-Way ANOVA) analiz edilmiş ve popülasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır (Winer et al., 1991).

3.2.3. Dirençli ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının ovipozisyon süreleri, ömür uzunlukları ile bıraktığı günlük ve toplam yumurta sayılarının hesaplanması ve karşılaştırılması

Seçilen ilaçlara direnç kazandırılan *N. californicus* popülasyonlarının ovipozisyon süreleri, ömür uzunlukları ile bıraktığı günlük ve toplam yumurta sayılarının hesaplanmıştır. Elde edilen değerler hassas popülasyondan elde edilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışma direnç geliştiren avcı akar popülasyonlarında direnç gelişiminin ovipozisyon süreleri, ömür uzunlukları ve bıraktıkları yumurta sayıları üzerinde etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu nedenle denemelerde avcı akarın biyolojisini etkileyebilecek olan sıcaklık, nem ve besin gibi etkenler sabit tutulmuştur. Bu amaçla içerisinde pamuk bulunan 9 cm petripler içerisine yerleştirilen fasulye yaprakları üzerine bireylerin kaçışını engellemek amacıyla Tangle Trap yapışkan ile 3 cm çapında daireler oluşturulmuştur. Bu daire içerisine avcı akar dişi bireyi aktarılmış ve 12 saat sonra yumurta bırakan dişi bireyler ortamdaki uzaklaştırılmış ve her hücrede yeni bırakılmış 1 adet avcı akar yumurtası olması sağlanmıştır. 1 adet avcı akar yumurtası bulunan petriplerden 50 adet hazırlanmıştır. Denemeler 50 tekerrür olacak şekilde yürütülmüştür.

Bırakılan yumurta larva dönemine geçtikten sonra *T. urticae* bireyleri ile beslenmiştir. Denemeye alınan avcı akarların ergin döneme geçmesi ile birlikte dişi bireyler içinde bol miktarda *T. urticae*’nin değişik dönemleri bulunan, yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanan yeni yaprak dairelere aktarılmıştır. Dişi bireylerin ovipozisyon sürelerini saptamak amacı ile aktarıldıkları hücrelere çiftleşmeleri için ayrıca 1 adet ergin erkek avcı akar konulmuştur. Çiftleşmenin gerçekleşmesinden

sonra ergin erkek avcı akar ortamdan uzaklaştırılmıştır. Dişi bireylerin ovipozisyon süresince her 24 saatte bıraktıkları günlük yumurta sayıları kaydedilerek ortamdan uzaklaştırılmış ve bırakılan yumurtaların bir kısmı eşey oranlarının belirlenmesi amacıyla üzerinde *T. urticae*'nin değişik dönemleri bulunan petrilere taşınmıştır. Yaprak üzerine taşınan yumurtalar ergin döneme ulaşana kadar gözlemlenmiş ve elde edilen veriler eşey oranlarının saptanmasında kullanılmıştır. Bu koşullarda, avcı akarın dişi bireylerinin ovipozisyon süreleri, günlük ve ömür boyunca bıraktıkları toplam yumurta sayıları ve eşey oranları saptanmış ve bu bilgiler hassas popülasyonla karşılaştırılmıştır.

3.2.4. Dirençli ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının yaşam çizelgelerinin oluşturulması

Spiromesifen, hexythiazox dirençli ve hassas *N. californicus* popülasyonlarının değerleri kendi aralarında karşılaştırılarak yaşam çizelgeleri oluşturulmuştur. Yaşam çizelgelerinin oluşturulmasında Birch (1948)'ün önerdiği Howe (1953) ve Watson (1964) geliştirmiş olduğu aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\sum l_x m_x e^{-r_m x} = 1$$

Formülde,

l_x = x yaştaki bireylerin 1'e göre canlılık oranı

m_x = günlük dişi başına bırakılan dişi yavru sayısı

e = doğal logaritma tabanı

r_m = kalıtsal üreme yeteneği

x = dişi bireylerin gün olarak yaşını göstermektedir.

Diğer bir parametre olan Net Üreme Gücü, $R_0 = \sum l_x m_x$ formülü ile ve bu verilerin elde edilmesinden sonra Ortalama Döl Süresi, $T_0 = \log_e R_0 / r_m$ formülü ile, Popülasyonun ikiye katlanma süresi, $DT = \ln 2 / r_m$ ve Üreme gücü sınırı, $\lambda = e^{r_m}$ formülü ile hesaplanmıştır (Birch 1948).

Çalışmada uygulamalar arasındaki farklılıklar t testine göre belirlenmiştir. Kalıtsal üreme kapasitesi (r_m) ve dişilerin bıraktıkları günlük ve toplam yumurta sayılarının

birbirleriyle karşılaştırılabilirlikleri amacıyla Jackknife yöntemi kullanılmıştır (Sokal and Rohlf, 1995). Jackknife yöntemi ile elde edilen değerler t testine göre istatistiki olarak analiz edilmiştir (Winer et al., 1991).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışma 2010-2012 yılları arasında Süleyman Demirel Üniversitesi Bitki Koruma Bölümünde yürütülmüştür. Ülkemizin yoğun pestisit kullanılan illerinden biri olan Isparta'daki yoğun elma üretimi yapılan Eğirdir ve köyleri, Gelendost, Gönen, Yalvaç ilçelerindeki bahçelerden toplanan avcı akar *N. californicus* popülasyonları toplanılarak yetiştirmeye alınmıştır. Ayrıca 2008 yılında Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğünden toplanılarak 4 yıl süreyle iklim kabinlerinde yetiştirilen popülasyon hassas ve seleksiyonlar için başlangıç popülasyonu olarak kullanılmıştır. 2010 yılında araziden toplanılan 8 farklı *N. californicus* popülasyonlarında spiromesifen, spiroadiclofen ve hexythiazox ile duyarlılık çalışmaları yapılmıştır. 2011 yılında araziden toplanılan 6 farklı *N. californicus* popülasyonları, etoxazole, siroadiclofen ve hexythiazox ile duyarlılık çalışmaları yapılmıştır. 2010 ve 2011 yılında *N. californicus*'un arazi popülasyonlarında dirençten sorumlu olabilecek bazı enzim grupları biyokimyasal ve PBO, IBP ve DEM sinerjistleri ile incelenmiştir. Ayrıca hexythiazox ve spiromesifen ile seleksiyon çalışmaları yapılmıştır. Seleksiyon sonrası elde edilen dirençli popülasyonlarda dirençten sorumlu olabilecek bazı enzim grupları biyokimyasal ve sinerjistik yöntemlerle incelenmiş direnç gelişiminde detoksifikasyon enzimlerinin rolü olup olmadığı araştırılmıştır. Dirençli popülasyonlar ile hassas popülasyon arasında resiprokal çaprazlamalar yapılarak direncin kalıtım şekli çalışılmıştır. Bu çalışmalardan sonra dirençli ve hassas popülasyonların yaşam çizelgeleri oluşturularak direncin avcı akarın biyolojik özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

4.1. Biyoassay Sonuçları

4.1.1. 2010 yılı arazi popülasyonu sonuçları

Araziden toplanılarak böcek yetiştirme kabinlerinde kültüre alınan 8 farklı *N. californicus* popülasyonlarında yaprak disk metoduna göre spiroadiclofen, hexythiazox ve spiromesifen ilaçlarla karşı popülasyonların LC₅₀ değerleri

belirlenmiştir ve sonuçlar sırasıyla çizelge 4.1’de çizelge 4.2 ve çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.1’den anlaşılacağı üzere 2010 yılında araziden toplanan Eğirdir- Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sarıdris popülasyonlarının spiromesifen için LC_{50} değerleri sırasıyla 23.83, 19.75, 18.28, 16.08, 25.58, 23.10, 14.64 ve 19.71 $\mu\text{l}/100\text{ ml}$ olarak bulunmuştur. LC_{50} değerlerinin hassas popülasyonun LC_{50} değeri ile karşılaştırılması sonucunda spiromesifen’e karşı ise Gelendost-3, Eyüpler-2, Gelendost-8, Eğirdir- Boğazova, Sarıdris, Eyüpler-1, Gelendost-1, Gökdere ve popülasyonlarında sırasıyla 7.61, 7.09, 6.87, 5.87, 5.86, 5.44, 4.87, 4.35 ve kat direnç göstermiştir. Arazi popülasyonlarının LC_{50} değerlerinin güven aralık sınırları hassas popülasyonun güven aralık sınırları içerisinde bulunmadığı için 8 farklı avcı akar popülasyonun spiromesifen’e karşı düşük düzeyde dirençli oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının spiromesifen'e karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim _± se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	R**
Eğirdir- Boğazova	711	1.615±0.614	19.75 (9.95-31.08)	5.87
Eyüpler-1	631	1.196±0.116	18.28 (11.52-27.00)	5.44
Eyüpler-2	704	1.718±0.272	23.83 (21.6-41.39)	7.09
Gelendost-1	659	1.594±0.177	16.08 (5.80-27.33)	4.87
Gelendost-3	690	1.135±0.119	25.58 (14.73-41.22)	7.61
Gelendost-8	691	1.341±0.148	23.10 (10.23-93.65)	6.87
Gökdere	687	1.707±0.156	14.64 (11.28-18.24)	4.35
Sarıdris	696	1.578±0.179	19.71 (7.21-32.30)	5.86
Hassas popülasyon	603	1.635±0.138	3.36 (3.00-4.60)	

n*: denemede kullanılan birey sayısı

R**: direnç oranı

Çizelge 4.2'den anlaşılacağı üzere 2010 yılında araziden toplanan Eğirdir- Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sarıdris popülasyonlarının spirodiclofen için belirlenen LC₅₀ değerleri sırasıyla 23.58, 21.46, 23.92, 14.12, 19.73, 16.92, 15.66 ve 23.07 µl/100 ml olarak bulunmuştur. LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değeri ile karşılaştırılması sonucunda ise spirodiclofen'e karşı Gelendost-3, Eğirdir- Boğazova, Sarıdris, Gelendost-1, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gökdere ve Gelendost-8 popülasyonlarında sırasıyla 8.60, 8.48, 8.29, 7.71, 7.09, 6.08, 5.63 ve 5.07 kat direnç bulunmuştur. Arazi popülasyonlarının LC₅₀ değerlerinin güven aralık sınırları hassas popülasyonun

güven aralık sınırları içerisinde bulunmadığı için 8 arazi popülasyonunun spirodiclofen'e karşı düşük düzeyde dirençli oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının spirodiclofen'e karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	R**
Eğirdir-Bozova	600	1.338±0.118	23.58 (18.66-29.49)	8.48
Gelendost-1	603	1.391±0.125	21.46 (16.75-26.98)	7.71
Gelendost-3	728	1.363±0.121	23.92 (16.41-33.49)	8.60
Gelendost-8	611	1.318±0.114	14.12 (11.52-18.15)	5.07
Eyüpler-1	603	1.277±0.135	19.73 (15.43-23.83)	7.09
Eyüpler-2	602	1.516±0.134	16.92 (13.23-21.07)	6.08
Gökdere	598	1.597±0.138	15.66 (12.38-19.33)	5.63
Sarıdris	600	1.389±0.114	23.07 (18.82-28.24)	8.29
Hassas popülasyon	604	1.700±0.139	2.78 (2.25-3.36)	-

n*: denemede kullanılan birey sayısı

R**: direnç oranı

Çizelge 4.3'den anlaşılacağı üzere 2010 yılında araziden toplanan Eğirdir- Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sarıdris popülasyonlarının hexythiazox için belirlenen LC₅₀ değerleri sırasıyla 18.59, 23.94, 26.37, 23.27, 24.12, 18.30, 12.35 ve 25.95 µl/100 ml olarak bulunmuştur. LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değeri ile karşılaştırılması sonucunda ise Gelendost-3, Sarıdris, Eyüpler-1, Gelendost-1, Gelendost-8, Eğirdir- Boğazova, Eyüpler-2 ve Gökdere popülasyonlarında sırasıyla 8.01, 7.88, 7.35, 7.27, 5.65, 7.07,

5.56, 3.75 ve kat hexythiazox'a karşı direnç bulunmuştur. Bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere Gökdere popülasyonu hexythiazox için 3.75 katlık direnç oranı ile en düşük direnç seviyesini göstermiştir. Arazi popülasyonlarının LC₅₀ değerlerinin güven aralık sınırları hassas popülasyonun güven aralık sınırları içerisinde bulunmadığı için 8 farklı avcı akar popülasyonun hexythiazox'a karşı dirençli oldukları belirlenmiştir. Gökdere popülasyonunun direnç oranı 3.75 kat bulunmasına rağmen LC₅₀ değerlerinin güven aralıkları hassas popülasyondan yüksek olması nedeniyle dirençli olarak görülmektedir.

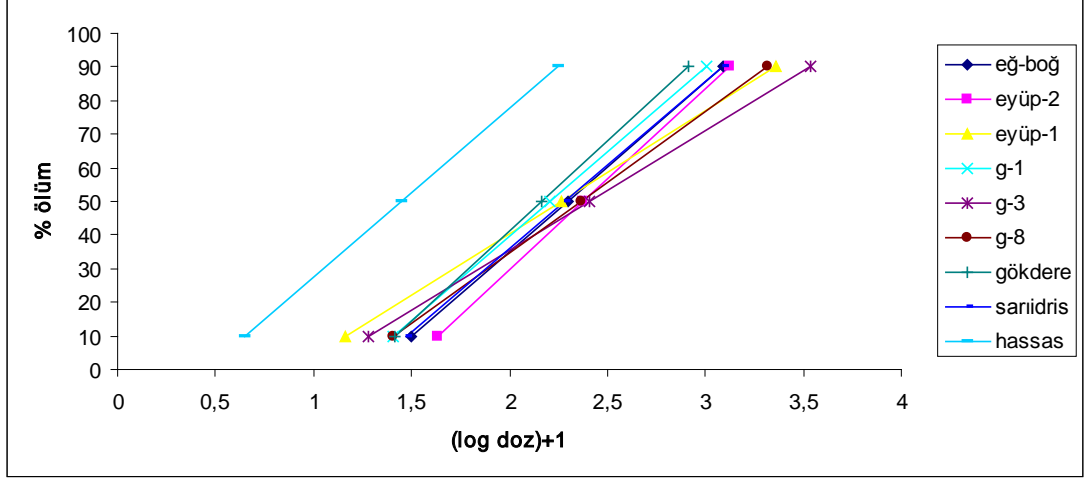
Çizelge 4.3. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının hexythiazox'a karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	R**
Eğirdir-Bozova	601	1.501±0.130	18.59 (14.68-23.06)	5.65
Gelendost-1	607	1.273±0.117	23.94 (18.68-30.34)	7.27
Gelendost-3	631	1.436±0.141	26.37 (20.04-33.64)	8.01
Gelendost-8	602	1.364±0.135	23.27 (18.05-29.42)	7.07
Eyüpler-1	600	1.390±0.125	24.12 (16.95-33.33)	7.33
Eyüpler-2	602	1.489±0.127	18.30 (14.61-22.54)	5.56
Gökdere	601	1.601±0.135	12.35 (9.89-15.01)	3.75
Sarıdris	605	1.281±0.123	25.95 (19.88-33.27)	7.88
Hassas popülasyon	604	1.601±0.135	3.29 (2.63-4.02)	-

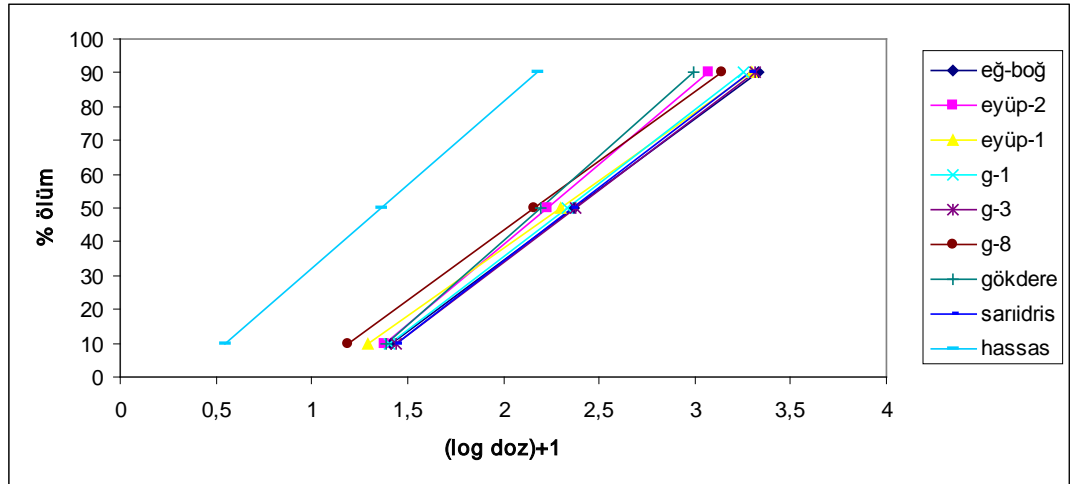
n*: denemede kullanılan birey sayısı

R **: direnç oranı:

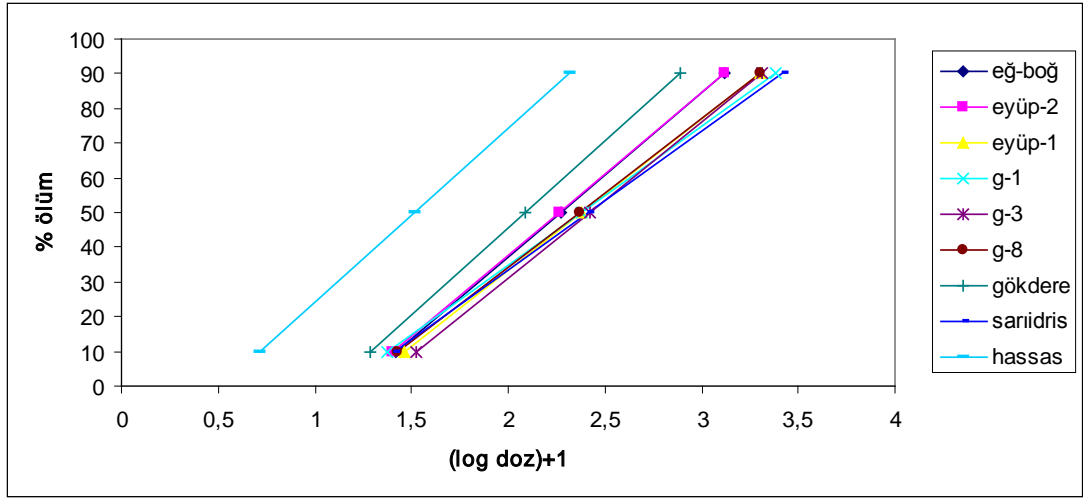
2010 yılında araziden toplanan 8 farklı *N. californicus* ve hassas popülasyonunun spiromesifen, spirodiclofen ve hexythiazox'a ait logaritmik doz- % ölüm eğrileri ayrı ayrı çizilerek Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Spiromesifen uygulanan farklı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri



Şekil 4.2. Spirodiclofen uygulanan farklı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri



Şekil 4.3. Hexythiazox uygulanan farklı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri

Logaritmik doz-% ölüm eğrilerinin eğimi, zehirli bir maddeye karşı reaksiyondaki değişimi göstermektedir (Hoskins, 1960). Dik eğim, dozda meydana gelen en küçük bir değişimde ölüm oranında büyük bir değişikliğe neden olurken, yatık eğim bireyler arasındaki farklılığın fazla olduğunu ve daha fazla ölüm oranı elde etmek için daha yüksek dozlara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Eğimdeki belli bir azalma direncin oluşmaya başladığının işareti olup, seleksiyon devam ettikçe önce eğim azalmakta, daha sonra popülasyon içerisinde dirençli bireylerin oranının artması ile popülasyon daha homojen bir hale geldiğinde eğim tekrar artmaktadır (Ay ve Gürkan, 2005). Homojen hassas ve dirençli popülasyonların, hassas ve dirençli bireyleri içeren heterojen popülasyonlara göre daha dik bir logaritmik doz-% ölüm eğrisi eğimleri bulunmaktadır (Hoskins and Gordon, 1956). Seleksiyon baskısı arttıkça eğim düşmekte ve grafiğin sağına doğru kaymaktadır.

Probit analizlerden belirlenen eğim değerleri popülasyonların homojen ya da heterojenlikleri hakkında bilgi vermektedir. Yüksek eğim değerleri (eğim>2) popülasyonların homojen, düşük eğim değerleri ise (eğim<1) popülasyonun heterojen olduğunu göstermektedir (Yu, 2008).

Şekil 4.1’de 2010 yılında toplanan 8 farklı avcı akar popülasyonlarının spiromesifen’e karşı belirlenen logaritmik doz-% ölüm eğrileri verilmektedir. Spiromesifen’e en

duyarlı olan hassas popülasyonun eğrisi grafiğin en solunda yer alırken, en dirençli popülasyon olan Gelendost-3 popülasyonu ise grafiğin en sağında yer almıştır. Popülasyonlar benzer eğimlere sahiptirler ve logaritmik doz-% ölüm eğrilerinin eğim doğrularının dik olmaması sebebiyle heterojen özellik göstermektedirler.

Şekil 4.2’de 2010 yılında toplanan 8 farklı avcı akar popülasyonlarının spirodiclofen’e karşı belirlenen logaritmik doz-% ölüm eğrileri verilmektedir. Spirodiclofen’e en duyarlı olan hassas popülasyonun eğrisi grafiğin en solunda yer alırken, en dirençli popülasyon olan Gelendost-3 popülasyonu ise grafiğin en sağında yer almıştır. Benzer eğimlere sahip olmaları nedeniyle popülasyonların heterojen yapıda oldukları belirlenmiştir.

Şekil 4.3’de 2010 yılında araziden toplanan 8 farklı avcı akar popülasyonlarının hexythiazox’a karşı belirlenen logaritmik doz-% ölüm eğrileri verilmektedir. Hexythiazox’a en duyarlı olan hassas ve Gökdere popülasyonları grafiğin en solunda, diğer popülasyonlar ise grafiğin sağında yer almıştır. Gökdere popülasyonun belirlenen 3.75 kat direnç oranı bu sonucu desteklemektedir. Popülasyonların belirlenen logaritmik doz- % ölüm eğrilerinin eğimleri birbirine oldukça yakın bulunmuş ve popülasyonların heterojen yapıda oldukları belirlenmiştir.

4.1.2. 2011 yılı arazi popülasyonu sonuçları

Araziden toplanılarak böcek yetiştirme kabinlerinde kültüre alınan 6 farklı avcı akar popülasyonlarında yaprak disk metoduna göre spirodiclofen , hexythiazox ve etoxazole ilaçlarla karşı popülasyonların LC₅₀ değerleri belirlenmiştir ve sonuçlar çizelge 4.4, çizelge 4.5 ve çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.4’den anlaşılacağı üzere 2011 yılında araziden toplanan Atabey-1, Atabey-2, Ağılıköy-1, Ağılıköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonlarının etoxazole için belirlenen LC₅₀ değerleri sırasıyla 12.28, 13.73, 14.22, 17.44, 11.93 ve 11.70 µl/100 ml su olarak bulunmuştur. LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değeri ile karşılaştırılması sonucunda ise Ağılıköy-2, Ağılıköy-1, Atabey-2, Atabey-1, Gönen ve

Yalvaç popülasyonlarında sırasıyla 14.41, 11.75, 11.34, 10.14, 9.85 ve 9.66 kat etoxazole karşı direnç belirlenmiştir.. Arazi popülasyonlarının LC₅₀ değerlerinin güven aralık sınırları hassas popülasyonun güven aralık sınırları içerisinde bulunmadığı için 6 farklı arazi popülasyonun etoxazole karşı dirençli oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının etoxazole karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	R**
Atabey-1	600	1.252±0.122	12.28 (7.43-19.09)	10.14
Atabey-2	600	1.212±0.109	13.73 (9.18-20.39)	11.34
Ağılköy-1	600	1.522±0.139	14.22 (8.75-21.15)	11.75
Ağılköy-2	600	1.383±0.126	17.44 (10.72-26.83)	14.41
Gönen	600	1.436±0.137	11.93 (7.56-17.27)	9.85
Yalvaç	600	1.539±0.167	11.70 (7.96-16.29)	9.66
Hassas popülasyon	600	1.739±0.141	1.21 (0.99-1.45)	-

n*: denemede kullanılan birey sayısı

R**: Direnç oranı

Çizelge 4.5'den anlaşılacağı üzere 2011 yılında araziden toplanan Atabey-1, Atabey-2, Ağılköy-1, Ağılköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonlarının spirodiclofen için belirlenen LC₅₀ değerleri sırasıyla 10.52, 9.96, 13.37, 10.99, 9.37 ve 16.16 µl/100 ml su olarak bulunmuştur. LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değeri ile karşılaştırılması sonucunda ise spirodiclofen'e karşı Yalvaç, Ağılköy-1, Ağılköy-2, Atabey-1, Atabey-2, Gönen ve popülasyonlarında sırasıyla 7.08, 5.86, 4.82, 4.61, 4.36, 4.10 ve kat direnç bulunmuştur. Popülasyonların LC₅₀ değerlerinin güven aralık

sınırları hassas popülasyonun güven aralık sınırları içerisinde bulunmadığı için 6 farklı arazi popülasyonunun spirodiclofen'e karşı dirençli oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının spirodiclofen'e karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	R**
Atabey-1	600	1.344±0.123	10.52 (6.63-10.07)	4.61
Atabey-2	600	1.438±0.117	9.96 (7.21-13.28)	4.36
Ağilköy-1	600	1.401±0.140	13.37 (8.66-19.28)	5.86
Ağilköy-2	600	1.522±0.127	10.99 (7.45-15.52)	4.82
Gönen	600	1.633±0.157	9.37 (5.83-13.60)	4.10
Yalvaç	600	1.436±0.125	16.16 (11.64-21.89)	7.08
Hassas popülasyon	600	1.572±0.133	2.28 (1.82-2.79)	-

n*: denemede kullanılan birey sayısı

R**: Direnç oranı

Çizelge 4.6'dan anlaşılacağı üzere 2011 yılında araziden toplanan Atabey-1, Atabey-2, Ağilköy-1, Ağilköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonlarının hexythiazox için belirlenen LC₅₀ değerleri sırasıyla 20.92, 12.16, 30.72, 27.49, 24.17 ve 32.22 µl/100 ml su olarak bulunmuştur. LC₅₀ değerlerinin hassas popülasyonun LC₅₀ değeri ile karşılaştırılması sonucunda ise Yalvaç, Ağilköy-1, Ağilköy-2, Gönen, Atabey-1, ve Atabey-2 popülasyonlarında sırasıyla 9.79, 9.33, 8.35, 7.34, 6.35, ve 3.96 kat hexythiazox'a karşı direnç bulunmuştur. Çizelgeden görüldüğü üzere Atabey-2 popülasyonu 3.69 katlık direnç oranı ile en düşük direnç oranını göstermiştir. LC₅₀ değerlerinin güven aralık sınırları hassas popülasyonun güven aralık sınırları

içerisinde bulunmadığı için 6 farklı arazi popülasyonun hexythiazox'a karşı dirençli oldukları belirlenmiştir.

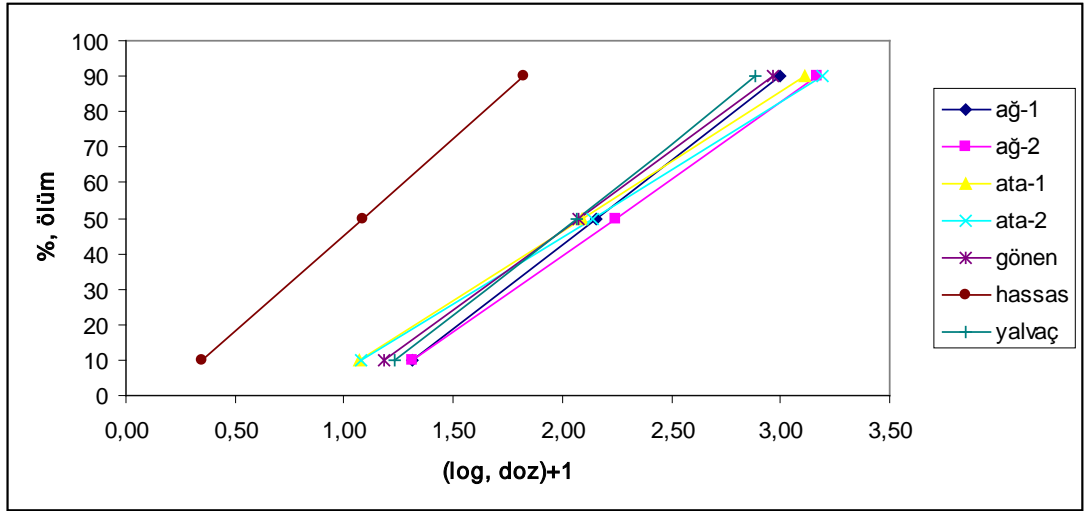
Çizelge 4.6. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının hexythiazox'a karşı belirlenen LC₅₀ değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	R**
Atabey-1	600	1.432±0.131	20.92 (14.14-29.28)	6.35
Atabey-2	600	1.413±0.117	12.16 (8.10-17.49)	3.69
Ağılköy-1	600	1.406±0.128	30.72 (15.72-54.71)	9.33
Ağılköy-2	600	1.436±0.149	27.49 (17.62-39.48)	8.35
Gönen	600	1.299±0.134	24.17 (19.30-30.11)	7.34
Yalvaç	600	1.406±0.128	32.22 (20.11-48.28)	9.79
Hassas popülasyon	604	1.601±0.135	3.29 (2.63-4.02)	-

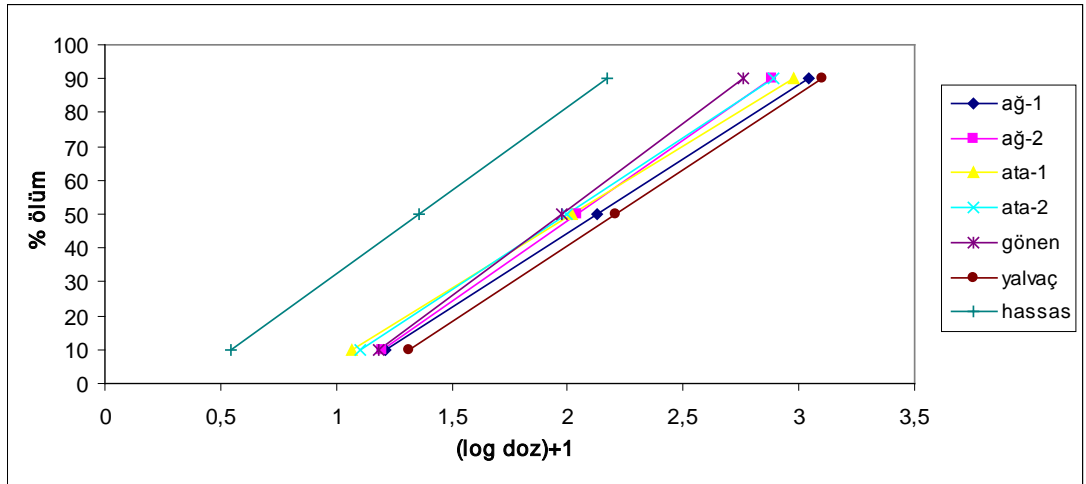
n*: denemede kullanılan birey sayısı

R**: Direnç oranı

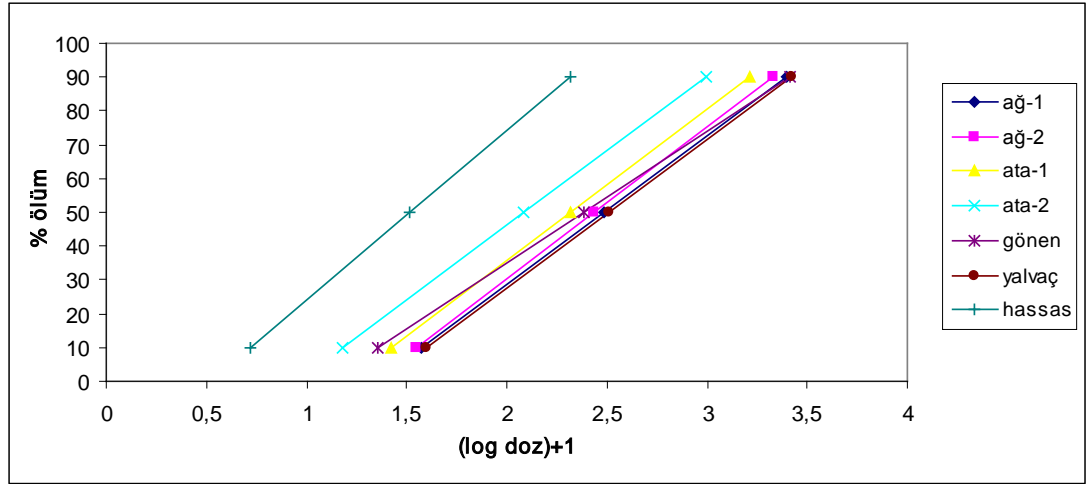
2011 yılında araziden toplanan 6 farklı *N. californicus* ve hassas popülasyonunun etoxazole, spirodiclofen ve hexythiazox'a ait logaritmik doz- % ölüm eğrileri ayrı ayrı çizilerek Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.4. Etoxazole uygulanan farklı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri



Şekil 4.5. Spirodiclofen uygulanan farklı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri



Şekil 4.6. Hexythiazox uygulanan farklı *N. californicus* popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri

Şekil 4.4'de 2011 yılında toplanan 6 farklı *N. californicus* popülasyonlarının etoxazole karşı belirlenen logaritmik doz-% ölüm eğrileri verilmektedir. Etoxazole en duyarlı olan hassas popülasyonun eğrisi grafiğin en solunda yer alırken, en dirençli popülasyon olan Ağılköy-2 popülasyonu ise grafiğin en sağında yer almıştır. Arazi popülasyonlarının hepsi benzer eğim doğruları ile grafiğin sağında yer almışlardır. Bu durum popülasyonların heterojen yapıda olduklarını göstermektedir.

Şekil 4.5.'de 2011 yılında toplanan 6 farklı *N. californicus* popülasyonlarının spirodiclofen'e karşı belirlenen logaritmik doz-% ölüm eğrileri verilmektedir. Spirodiclofen'e en duyarlı olan hassas popülasyonun eğrisi grafiğin en solunda yer alırken, en dirençli popülasyon olan Yalvaç popülasyonu ise grafiğin en sağında yer almıştır. Popülasyonlar benzer eğimlere sahiptirler ve logaritmik doz-% ölüm eğrilerinin eğim doğrularının dik olmaması sebebiyle heterojen özellik göstermektedirler.

Şekil 4.6.'da 2011 yılında toplanan 6 farklı *N. californicus* popülasyonlarının hexythiazox'a karşı belirlenen logaritmik doz-% ölüm eğrileri verilmektedir. Hexythiazox'a en duyarlı olan hassas popülasyonun eğrisi grafiğin en solunda yer alırken, en dirençli popülasyonlar olan Yalvaç ve Ağılköy-1 popülasyonları ise

grafiğin en sağında yer almıştır. Yalvaç ve Ağılıköy-1 popülasyonlarının hexythiazox'a karşı elde edilen direnç katları da bu sonucu desteklemektedir. Popülasyonların eğimleri birbirlerine benzer ve logaritmik doz- % ölüm eğrilerinin eğim doğrularının dik olmaması sebebiyle heterojen özellik göstermektedirler.

4.1.3. Seleksiyon sonuçları

Meyvecilik Araştırma İstasyon Müdürlüğünden 2008 yılında toplanılarak o tarihten itibaren Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde bulunan iklim kabinlerinde yetiştirilen *N. californicus* popülasyonu seleksiyonlar için başlangıç popülasyonu olarak kullanılmıştır. Hexythiazox ve spiromesifenle seleksiyon sonrası elde edilen popülasyonların LC₅₀ ve LC₆₀ değerleri ve direnç oranları çizelge 4.7 ve çizelge 4.8'de verilmiştir. Hexythiazox ve spiromesifen seleksiyonu sonucu elde edilen seleksiyon popülasyonlarına ait logaritmik doz-% ölüm eğrileri ise Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

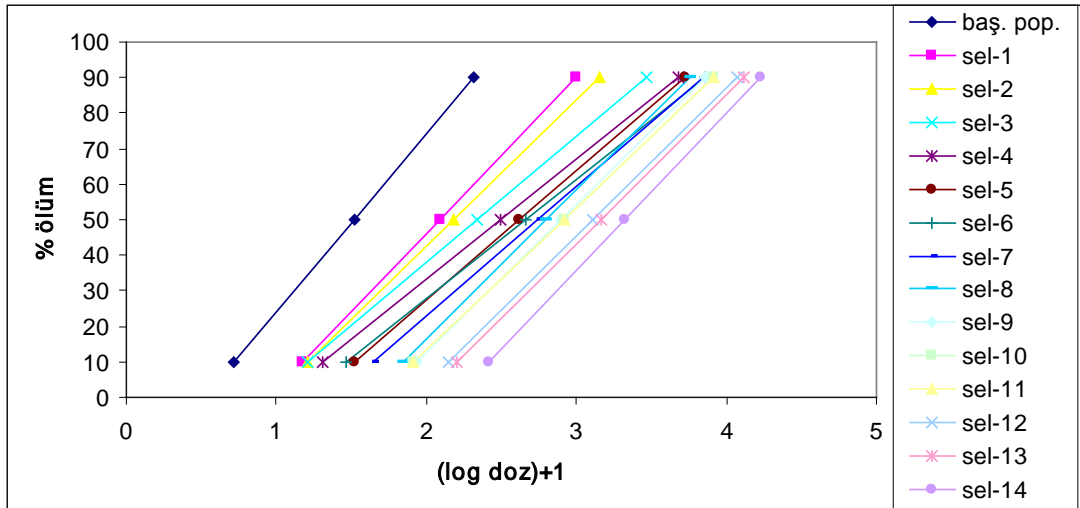
Çizelge 4.7'de görüldüğü üzere başlangıç popülasyonu (Seleksiyon-0) popülasyonu üzerine hexythiazox seleksiyon baskısının oluşması için hexythiazox ile bu popülasyon üzerine 14 seleksiyon yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelge 4.7'de verilmiştir. Seleksiyon 1'den itibaren hassasiyette bir bir azalma gözlenmiş olup, 14. seleksiyona kadar hassasiyet azalması giderek devam etmiştir. Sırasıyla başlangıç popülasyonunun LC₅₀ değerine oranla 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 ve 14. seleksiyon sonrası elde edilen direnç oranları 3.71, 4.65, 6.60, 9.46, 12.70, 13.92, 16.87, 19.17, 23.90, 24.97, 25.01, 38.91, 44.30 ve 63.85 kat olarak bulunmuştur. 63.85 kat hexythiazox direnç kazandırılan popülasyon HEX14 popülasyonu olarak isimlendirilmiştir. *N. californicus* popülasyonunda hexythiazox ile seleksiyon işlemleri 18 Ağustos 2011 yılında tamamlanmıştır. *N. californicus*'da hexythiazox direncinin stabilitesini incelemek amacıyla 23 Şubat 2012'de HEX14 popülasyonunda LC₅₀ denemesi yapılmış ve direncin 31.95 kata düştüğü belirlenmiştir (LC₅₀: 150.133 µl/100 ml su)

Çizelge 4.7. Başlangıç ve seleksiyon popülasyonlarının hexythiazox'a karşı belirlenen LC₅₀ ve LC₆₀ değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100ml (Güven aralıkları)	LC ₆₀ µl/100ml (Güven aralıkları)	R**
Başlangıç popülasyonu	604	1.601±0.135	3.29 (2.63-4.02)	4.47 (3.87-.577)	-
Seleksiyon-1	604	1.403±0.123	12.21 (9.71-15.20)	18.51 (14.87-23.37)	3.71
Seleksiyon-2	600	1.319±0.122	15.33 (11.85-19.46)	23.86 (18.80-30.62)	4.65
Seleksiyon-3	601	1.139±0.106	21.74 (15.60-30.00)	36.29 (26.42-52.71)	6.60
Seleksiyon-4	600	1.085±0.110	31.15 (18.87-49.52)	53.34 (33.95-92.41)	9.46
Seleksiyon-5	600	1.161±0.115	41.79 (22.98-72.16)	69.08 (40.78-133.28)	12.70
Seleksiyon-6	600	1.073±0.104	45.82 (24.71-85.72)	78.91 (45.14-177.30)	13.92
Seleksiyon-7	600	1.164±0.119	55.52 (35.40-83.01)	91.66 (61.30-143.68)	16.87
Seleksiyon-8	600	1.343±0.130	63.09 (41.70-90.15)	97.41 (67.61-142.30)	19.17
Seleksiyon-9	600	1.330±0.139	78.66 (41.55-127.86)	121.98 (71.93-205.12)	23.90
Seleksiyon-10	600	1.284±0.124	82.17 (55.01-116.80)	124.44 (90.59-188.56)	24.97
Seleksiyon-11	600	1.284±0.117	82.29 (55.21-117.65)	129.62 (90.52-191.79)	25.01
Seleksiyon-12	600	1.334±0.128	128.03 (77.57-196.69)	198.23 (127.88-317.77)	38.91
Seleksiyon-13	600	1.339±0.121	145.76 (90.13-224.86)	225.32 (146.51-368.09)	44.30
Seleksiyon-14	600	1.413±0.141	210.09 (118.48-334.52)	312.82 (224.56-523.12)	63.85

n*: denemede kullanılan birey sayısı

R**: Direnç oranı



Şekil 4.7. Hassas ve seleksiyon popülasyonlarının hexythiazox'a karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri

Şekil 4.7'de seleksiyon için başlangıç popülasyonu olarak kullanılan hassas popülasyonuna uygulanan hexythiazox'un 14 kez seleksiyonu elde edilen verilere göre logaritmik doz-% ölüm eğrileri verilmektedir. Çizelge 4.7 ve şekil 4.7 birlikte incelendiğinde hassas popülasyonun grafiğin en sağında, en dirençli popülasyon olan seleksiyon-14'ün (HEX14) ise grafiğin en sağında yer almıştır. Seleksiyon 4 seleksiyon 11 arasındaki seleksiyon doğruları direnç oranlarının birbirine yakın olması nedeniyle birbirlerine yakındırlar. Seleksiyon 12, 13 ve 14 ise direnç oranlarının artması sebebiyle doğrular grafiğin sağ tarafına doğru kaymıştır. Ancak başlangıç popülasyonu ve seleksiyon popülasyonları birbirlerine benzer eğime sahiptirler. Popülasyonların logaritmik doz-% ölüm eğrilerinin tam dik olmaması nedeniyle seleksiyon popülasyonlarının heterojen yapıda oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.8'de görüldüğü üzere başlangıç popülasyonu (Seleksiyon-0) popülasyonu üzerine spiromesifen direcinin oluşması için spiromesifen ile bu popülasyon üzerine 13 kez seleksiyon yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelge 4.8'de verilmiştir. Seleksiyon 1'den itibaren hassasiyette bir bir azalma gözlenmiş olup, 13. seleksiyona kadar hassasiyet azalması giderek devam etmiştir. Sırasıyla başlangıç popülasyonunun LC_{50} değerine oranla 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ve 13.

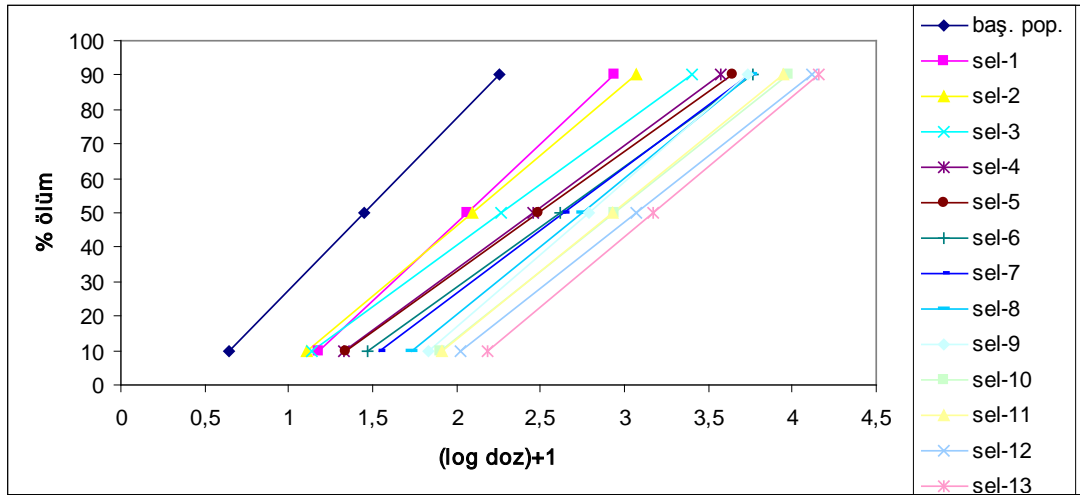
seleksiyon sonrası elde edilen direnç oranları 4.06, 4.38, 6.58, 10.12, 10.99, 14.60, 15.45, 17.92, 21.68, 30.75, 30.18, 41.51 ve 52.34 kat olarak bulunmuştur. 52.34 kat spiromesifen direnç kazandırılan popülasyon SPR13 popülasyonu olarak isimlendirilmiştir. *N. californicus* popülasyonunda spiromesifen ile seleksiyon işlemleri 30 Ağustos 2011 yılında tamamlanmıştır. *N. californicus*'da spiromesifen direncinin stabilitesini incelemek amacıyla 24 Şubat 2012'de HEX14 popülasyonunda LC₅₀ denemesi yapılmış ve direncin 27.09 kata düştüğü belirlenmiştir (LC₅₀: 76.408µl/100 ml su)

Çizelge 4.8. Başlangıç ve seleksiyon popülasyonlarının spiromesifen'e karşı belirlenen LC₅₀ ve LC₆₀ değerleri ve direnç oranları

Popülasyon	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	LC ₆₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	R**
Başlangıç popülasyonu	600	1.603±0.133	2.82 (1.98-3.81)	3.87 (2.61-5.89)	-
Seleksiyon-1	604	1.454±0.144	11.46 (8.71-14.72)	17.12 (13.39-21.87)	4.06
Seleksiyon-2	600	1.307±0.116	12.36 (9.70-15.49)	19.31 (15.41-24.49)	4.38
Seleksiyon-3	600	1.130±0.106	18.56 (11.87-28.08)	31.11 (20.74-50.62)	6.58
Seleksiyon-4	600	1.141±0.117	28.54 (17.11-44.49)	47.58 (30.43-78.47)	10.12
Seleksiyon-5	600	1.116±0.106	31.00 (20.51-45.65)	52.29 (35.77-82.30)	10.99
Seleksiyon-6	600	1.115±0.111	41.20 (27.11-60.55)	69.52 (47.48-107.93)	14.60
Seleksiyon-7	600	1.163±0.112	43.59 (28.95-63.06)	71.99 (49.78-108.72)	15.45
Seleksiyon-8	600	1.268±0.117	50.55 (35.16-83.82)	87.93 (58.54-138.47)	17.92
Seleksiyon-9	600	1.348±0.124	61.15 (47.15-77.45)	94.28 (74.38-120.10)	21.68
Seleksiyon-10	600	1.239±0.116	86.73 (58.66-124.75)	138.88 (96.89-209.04)	30.75
Seleksiyon-11	600	1.262±0.110	85.13 (62.27-115.96)	135.15 (99.79-192.86)	30.18
Seleksiyon-12	600	1.227±0.117	117.07 (73.62-179.79)	188.35 (123.61-308.60)	41.51
Seleksiyon-13	600	1.297±0.128	147.60 (78.21-250.01)	231.44 (134.84-421.26)	52.34

n*: denemede kullanılan birey sayısı

R**: Direnç oranı



Şekil 4.8. Hassas ve seleksiyon popülasyonlarının spiromesifen'e karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri

Şekil 4.8'de seleksiyon için başlangıç popülasyonu olarak kullanılan hassas popülasyonuna uygulanan spiromesifen'in 13 kez seleksiyonu elde edilen verilere göre logaritmik doz-% ölüm eğrileri verilmektedir. Çizelge 4.8 ve şekil 4.8 birlikte incelendiğinde hassas popülasyonun grafiğin en sağında, en dirençli popülasyon olan seleksiyon-13'ün (SPR13) ise grafiğin en sağında yer almıştır. Seleksiyon 9'a kadar direnç oranlarının birbirine yakın olması nedeniyle seleksiyonların ölüm eğrileri birbirine yakın bulunmuştur. Seleksiyona ait eğrilerin dik olmaması sebebiyle popülasyonların heterojen yapıda oldukları belirlenmiştir.

4.2. Sinerjist + ilaç çalışmaları sonuçları

Sinerjistler, kendi başlarına zehirli olmamalarına rağmen bir insektisit zehirliliğini arttıran bileşikler olarak tanımlanır. Kısacası zehirli olmayan bileşikler, böcek öldürücü ilaçların zehirliliğini arttırmaya katkıda bulunduğu sinerjist olarak adlandırılırlar. Bazı enzim inhibitörleri de özellikle dirençli ırklarda insektisitleri detoksifiye eden enzimleri bloke ederek iyi sinerjistler olarak davranırlar. Sinerjistik çalışmalar olası metabolik direnç mekanizmalarının belirlenmesinde ilk basamak olarak düşünülmektedir (Susurluk, 2008).

Bu çalışma, elma bahçelerinden toplanan tarla, seleksiyon sonucu oluşturulan dirençli ve hassas *N. californicus* popülasyonlarında bazı sinerjistlerin ilaçlar üzerine olan etkisi incelemek amacıyla yapılmıştır. Sinerjistlerin ilaçlar üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla monoksijenaz enzim inhibitörü piperonyl butoxide (PBO) (2000µl/l), esteraz enzim inhibitörü S-Benzyl-O,O-diisopropyl phosphorothioate (IBP) (200 µl/l) ve GST enzim inhibitörü diethylmaleate (DEM) (2000µl/l) sinerjistleri kullanılmıştır.

4.2.1. 2010 yılı arazi popülasyonları sinerjist + ilaç çalışmaları sonuçları

2010 yılında elma bahçelerinden toplanan 8 farklı arazi *N. californicus* popülasyonlarında spiromesifen direncini araştırmak için PBO, IBP ve DEM sinerjist çalışmaları yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelge 4.9 incelendiğinde tüm arazi popülasyonlarında her üç sinerjistin uygulanması sonucu elde edilen LC₅₀ değerlerinde sinerjistsiz uygulamalar sonucu elde edilen LC₅₀ değerlerine göre azalma olduğu belirlenmiştir.

Esteraz enzimini inhibe eden IBP sinerjistinin spiromesifen ile birlikte uygulanması sonucunda ise; Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sariidris popülasyonları için elde edilen sinerjistik etki oranları sırasıyla 2.62, 2.49, 2.54, <1, 3.04, 2.01, 3.36 ve 3.75 kat olarak bulunmuştur. GST enzimini inhibe eden DEM sinerjistinin spiromesifen ile birlikte uygulanması sonucunda ise; Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sariidris popülasyonları için elde edilen sinerjistik etki oranları sırasıyla 2.44, 1.85, 2.70, 1.45, 3.18, 3.82, 1.92 ve 2.13 kat olarak belirlenmiştir. MO enzimini inhibe eden PBO sinerjistinin spiromesifen ile birlikte uygulanması sonucunda ise; Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sariidris popülasyonları için elde edilen sinerjistik etki oranları sırasıyla 2.36, 1.74, 3.05, 1.43, 2.97, 2.67, 1.48 ve 3.22 kat olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.9. 2010 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarında spiromesifen ve spiromesifen+ sinerjistlerin LC₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları

İlaç	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	SR**
Eğirdir-Boğazova (Sinerjistsiz)	711	1.615±0.614	19.75 (9.95-31.08)	-
Spiromesifen+ PBO	604	1.432±0.126	8.36 (6.53-10.45)	2.36
Spiromesifen+IBP	604	1.471±0.134	7.51 (5.76-9.48)	2.62
Spiromesifen+DEM	529	1.333±0.134	8.08 (6.46-9.45)	2.44
Eyüpler-1 (Sinerjistsiz)	631	1.196±0.116	18.28 (11.52-27.00)	-
Spiromesifen+ PBO	610	1.648±0.164	10.49 (7.96-13.24)	1.74
Spiromesifen+IBP	610	1.557±0.123	7.34 (5.48-9.59)	2.49
Spiromesifen+DEM	602	1.515±0.119	9.84 (7.61-12.37)	1.85
Gelendost-1 (Sinerjistsiz)	659	1.594±0.177	16.08 (5.80-27.33)	-
Spiromesifen+ PBO	612	1.680±0.164	11.23 (7.75-15.13)	1.43
Spiromesifen+IBP	614	1.637±0.135	6.32 (5.08-7.68)	2.54
Spiromesifen+DEM	613	1.509±0.157	11.04 (5.74-17.48)	1.45
Gelendost-3 (Sinerjistsiz)	690	1.135±0.119	25.58 (14.73-41.22)	-
Spiromesifen+ PBO	626	1.400±0.120	8.59 (6.80-10.66)	2.97

Çizelge 4.9. (devam)

Spiromesifen+IBP	604	1.524±0.134	25.99 (14.12-29.07)	0,98
Spiromesifen+DEM	613	1.738±0.150	8.02 (6.40-9.80)	3.18
Gelendost-8 (Sinerjistsiz)	691	1.341±0.148	23.10 (10.23-93.65)	-
Spiromesifen+ PBO	618	1.612±0.135	8.63 (5.74-12.00)	2.67
Spiromesifen+IBP	604	1.550±0.143	7.59 (5.05-10.03)	3.04
Spiromesifen+DEM	618	1.774±0.136	6.04 (4.97-7.20)	3.82
Gökdere (Sinerjistsiz)	687	1.707±0.156	14.64 (11.28-18.24)	-
Spiromesifen+ PBO	606	1.664±0.152	9.86 (7.67-12.27)	1.48
Spiromesifen+IBP	613	1.474±0.122	7.26 (5.07-9.90)	2.01
Spiromesifen+DEM	611	1.672±0.138	7.60 (5.37-10.24)	1.92
Sarıdris (Sinerjistsiz)	696	1.578±0.179	19.71 (7.21-32.30)	-
Spiromesifen+ PBO	604	1.613±0.134	6.12 (4.29-7.05)	3.22
Spiromesifen+IBP	607	1.520±0.132	5.86 (4.59-7.07)	3.36
Spiromesifen+DEM	618	1.742±0.131	9.25 (7.22-11.57)	2.13
Eyüpler-2 (Sinerjistsiz)	704	1.718±0.272	23.83 (21.96-41.39)	-
Spiromesifen+ PBO	603	1.430±0.129	7.80 (6.00-7.94)	3.05

Çizelge 4.9. (devam)

Spiromesifen+IBP	604	1.649±0.141	6.35 (5.03-7.79)	3.75
Spiromesifen+DEM	603	1.419±0.126	8.81 (6.86-11.03)	2.70

n*: denemede kullanılan birey sayısı

SR** : Sinerjistik etki oranı

2010 yılında elma bahçelerinden toplanan 8 farklı *N. californicus* popülasyonlarında spirodiclofen direncini araştırmak için PBO, IBP ve DEM sinerjist çalışmaları yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.10'da verilmiştir. Esteraz enzim inhibitörü IBP ile yapılan çalışmalar sonucunda, Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sarıidris popülasyonları için elde edilen sinerjistik etki oranları sırasıyla 1.90, 1.84, 1.23, 1.68, 1.76, 0.97, 1.41 ve 1.26 kat olarak belirlenmiştir. GST enzimini inhibe eden DEM sinerjisti ile yapılan çalışmalar sonucunda, Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sarıidris popülasyonları için elde edilen sinerjistik etki oranları sırasıyla 1.59, 1.44, 0.85, 1.61, 1.64, 0.80, 0.93 ve 1.07 kat olarak bulunmuştur. MO enzimini inhibe eden PBO sinerjistleri ile yapılan çalışmalar sonucunda, Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sarıidris popülasyonları için elde edilen sinerjistik etki oranları sırasıyla 2.09, 2.14, 1.70, 1.44, 1.52, 1.51, 0.75 ve 1.91 kat olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarında spirodiclofen ve spirodiclofen+ sinerjistlerin LC₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları

İlaç	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	SR**
Eğirdir-Boğazova (Sinerjistsiz)	600	1.338±0.118	23.58 (18.66-29.49)	-
Spirodiclofen+PBO	602	1.648±0.142	11.27 (8.93-13.84)	2.09
Spirodiclofen +IBP	600	1.521±0.129	12.37 (9.85-15.16)	1.90
Spirodiclofen+DEM	600	1.494±0.128	14.79 (11.64-18.33)	1.59
Eyüpler-1 (Sinerjistsiz)	603	1.277±0.135	19.73 (15.43-23.83)	-
Spirodiclofen +PBO	603	1.433±0.128	9.19 (7.09-11.48)	2.14
Spirodiclofen +IBP	601	1.351±0.122	10.69 (8.22-13.42)	1.84
Spirodiclofen+DEM	601	1.636±0.136	13.67 (11.01-16.62)	1.44
Gelendost-1 (Sinerjistsiz)	603	1.391±0.125	21.46 (16.75-26.98)	-
Spirodiclofen +PBO	599	1.492±0.129	14.90 (10.27-20.49)	1.44
Spirodiclofen +IBP	609	1.593±0.132	12.70 (10.21-15.48)	1.68
Spirodiclofen+DEM	600	1.460±0.133	13.30 (10.13-16.84)	1.61
Gelendost-3 (Sinerjistsiz)	728	1.363±0.121	23.92 (16.41-33.49)	-
Spirodiclofen +PBO	606	1.783±0.162	15.65 (12.24-19.33)	1.52

Çizelge 4.10. (devamı)

Spirodiclofen +IBP	602	1.667±0.146	13.55 (10.63-16.76)	1.76
Spirodiclofen+DEM	600	1.470±0.125	14.58 (11.60-17.96)	1.64
Gelendost-8 (Sinerjistsiz)	611	1.318±0.114	14.12 (11.52-18.15)	-
Spirodiclofen +PBO	600	1.533±0.131	9.29 (7.39-11.34)	1.51
Spirodiclofen +IBP	602	1.583±0.132	14.47 (11.56-17.73)	0.97
Spirodiclofen+DEM	600	1.469±0.130	17.60 (13.75-21.98)	0.80
Gökdere (Sinerjistsiz)	598	1.597±0.138	15.66 (12.38-19.33)	-
Spirodiclofen +PBO	600	1.415±0.132	20.67 (15.84-26.24)	0.75
Spirodiclofen +IBP	600	1.480±0.128	11.10 (8.74-13.70)	1.41
Spirodiclofen+DEM	600	1.440±0.118	16.70 (13.58-20.31)	0.93
Sarıdris (Sinerjistsiz)	600	1.389±0.114	23.07 (18.82-28.24)	-
Spirodiclofen +PBO	600	1.692±0.134	12.05 (9.94-14.39)	1.91
Spirodiclofen +IBP	602	1.534±0.139	18.29 (14.15-22.95)	1.26
Spirodiclofen+DEM	600	1.423±0.130	21.39 (16.59-26.93)	1.07
Eyüpler-2 (Sinerjistsiz)	602	1.516±0.134	16.92 (13.23-21.07)	-
Spirodiclofen +PBO	600	1.662±0.145	9.92 (7.82-12.19)	1.70

Çizelge 4.10. (devam)

Spirodiclofen +IBP	601	1.533±0.128	13.66 (10.95-16.71)	1.23
Spirodiclofen+DEM	600	1.396±0.128	19.75 (15.24-24.95)	0.85

n*: denemede kullanılan birey sayısı

SR**: Sinerjistik etki oranı

2010 yılında elma bahçelerinden toplanan 8 farklı *N. californicus* popülasyonlarında hexythiazox direncini araştırmak için PBO, IBP ve DEM sinerjist çalışmaları yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.11’de verilmiştir. Esteraz enzim inhibitörü IBP ile yapılan çalışmalar sonucunda, Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sarıdris popülasyonları için elde edilen sinerjistik etki oranları sırasıyla 0.92, 1.50, 1.21, 1.40, 1.10, 1.71, 0.82 ve 2.32 kat olarak belirlenmiştir. GST enzim inhibitörü olan DEM sinerjisti ile yapılan çalışmalar sonucunda Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sarıdris popülasyonları için elde edilen sinerjistik etki oranları sırasıyla 1.32, 2.62, 1.24, 1.77, 1.81, 1.22, 0.81 ve 1.55 kat olarak belirlenmiştir. MO enzim inhibitörü olan PBO sinerjisti ile yapılan çalışmalar sonucunda Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Sarıdris popülasyonları için elde edilen sinerjistik etki oranları sırasıyla 1.84, 1.16, 1.73, 1.92, 1.66, 2.06, 1.11 ve 1.28 kat sinerjistik etki oranları belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. *Neoseiulus californicus* popülasyonlarında hexythiazox ve hexythiazox + sinerjistlerin LC₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları

İlaç	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	SR**
Eğirdir-Boğazova (Sinerjistsiz)	601	1.501±0.130	18.59 (14.68-23.06)	-
Hexythiazox +PBO	603	1.584±0.132	10.09 (8.14-12.23)	1.84
Hexythiazox +IBP	601	1.498±0.137	20.13 (15.53-25.37)	0.92
Hexythiazox+DEM	600	1.611±0.137	14.08 (11.19-17.29)	1.32
Eyüpler-1 (Sinerjistsiz)	600	1.390±0.125	24.12 (16.95-33.33)	-
Hexythiazox +PBO	603	1.521±0.140	20.62 (15.92-25.94)	1.16
Hexythiazox +IBP	601	1.484±0.125	16.08 (12.83-19.78)	1.50
Hexythiazox+DEM	601	1.446±0.127	9.19 (7.22-11.34)	2.62
Gelendost-1 (Sinerjistsiz)	607	1.273±0.117	23.94 (18.68-30.34)	-
Hexythiazox +PBO	603	1.784±0.162	12.41 (9.69-15.35)	1.92
Hexythiazox +IBP	603	1.647±0.147	17.07 (9.47-26.61)	1.40
Hexythiazox+DEM	599	1.497±0.122	13.51 (10.97-16.38)	1.77
Gelendost-3 (Sinerjistsiz)	631	1.436±.0141	26.37 (20.04-33.64)	-
Hexythiazox +PBO	603	1.632±0.140	15.83 (12.58-19.46)	1.66
Hexythiazox +IBP	605	1.408±0.137	23.93 (18.19-30.57)	1.10

Çizelge 4.11. (devam)

Hexythiazox+DEM	603	1.292±0.117	14.56 (11.29-18.30)	1.81
Gelendost-8 (Sinerjistsiz)	602	1.364±0.135	23.27 (18.05-29.42)	-
Hexythiazox +PBO	602	1.644±0.141	11.27 (8.93-13.82)	2.06
Hexythiazox +IBP	600	1.561±0.169	13.58 (10.90-16.57)	1.71
Hexythiazox+DEM	600	1.554±0.141	18.94 (14.70-23.73)	1.22
Gökdere (Sinerjistsiz)	601	1.601±0.135	12.35 (9.89-15.01)	-
Hexythiazox +PBO	600	1.429±0.121	11.05 (8.77-13.57)	1.11
Hexythiazox +IBP	600	1.497±0.125	14.97 (11.98-17.38)	0.82
Hexythiazox+DEM	600	1.422±0.127	15.18 (11.82-18.97)	0.81
Sarıdris (Sinerjistsiz)	605	1.281±0.123	25.95 (19.88-33.27)	-
Hexythiazox +PBO	602	1.596±0.134	20.27 (16.34-24.77)	1.28
Hexythiazox +IBP	602	1.583±0.137	11.14 (8.76-13.75)	2.32
Hexythiazox+DEM	601	1.517±0.133	16.72 (13.12-20.79)	1.55
Eyüpler-2 (Sinerjistsiz)	602	1.489±0.127	18.30 (14.61-22.54)	-
Hexythiazox +PBO	600	1.581±0.135	10.52 (8.06-12.43)	1.73
Hexythiazox +IBP	601	1.458±0.128	15.02 (11.94-18.50)	1.21

Çizelge 4.11. (devam)

Hexythiazox+DEM	601	1.484±0.128	14.66 (11.56-18.14)	1.24
-----------------	-----	-------------	------------------------	-------------

n*: denemede kullanılan birey sayısı

SR **: Sinerjistik etki oranı

4.2.2. 2011 yılı arazi popülasyonları sinerjist + ilaç çalışmaları sonuçları

2011 yılında elma bahçelerinden toplanan 6 farklı *N. californicus* popülasyonlarında etoxazole direncini araştırmak için PBO, IBP ve DEM sinerjist çalışmaları yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.12’de verilmiştir. 6 farklı arazi popülasyonlarında genel olarak etoxazole direnci diğer ilaçlarla arazi popülasyonları üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen oranlara göre daha yüksek bulunmuştur.

Esteraz enzim inhibitörü IBP ile yapılan sinerjist çalışmaları sonucunda, Atabey-1, Atabey-2, Ağılıköy-1, Ağılıköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonları için sırasıyla 1.61, 2.50, 1.20, 2.61, 1.15 ve 0.93 kat sinerjistik etki oranları belirlenmiştir. GST enzim inhibitörü DEM ile yapılan sinerjist çalışmaları sonucunda, Atabey-1, Atabey-2, Ağılıköy-1, Ağılıköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonları için sırasıyla 1.50, 1.25, 1.31, 1.63, 1.65 ve 1.08 kat sinerjistik etki oranları bulunmuştur. MO enzim inhibitörü PBO ile yapılan sinerjist çalışmaları sonucunda, Atabey-1, Atabey-2, Ağılıköy-1, Ağılıköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonları için sırasıyla 3.18, 3.15, 2.42, 2.45, 2.44 ve 2.31 kat sinerjistik etki oranları belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. 2011 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarında etoxazole ve etoxazole + sinerjistlerin LC₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları

İlaç	n*	Eğim±se	LC ₅₀ (Güven aralıkları)	SR**
Atabey-1 (Sinerjistsiz)	600	1.252±0.122	12.28 (7.43-19.09)	-
Etoxazole+ PBO	600	1.517±0.127	3.86 (2.59-5.44)	3.18
Etoxazole +IBP	600	1.434±0.125	7.62 (5.27-10.55)	1.61
Etoxazole +DEM	600	1.354±0.124	8.14 (5.52-11.67)	1.50
Atabey-2 (Sinerjistsiz)	600	1.212±0.109	13.73 (9.18-20.39)	-
Etoxazole + PBO	600	1.653±0.138	4.35 (3.11-5.83)	3.15
Etoxazole +IBP	600	1.380±0.115	5.49 (4.44-6.71)	2.50
Etoxazole +DEM	600	1.379±0.130	10.90 (8.29-10.95)	1.25
Ağilköy-1 (Sinerjistsiz)	600	1.522±0.139	14.22 (8.75-21.15)	-
Etoxazole + PBO	600	1.619±0.140	5.83 (3.83-8.28)	2.42
Etoxazole +IBP	600	1.513±0.139	11.04 (8.46-13.96)	1.20
Etoxazole +DEM	600	1.402±0.115	10.84 (8.85-13.24)	1.31
Ağilköy-2 (Sinerjistsiz)	600	1.383±0.126	17.44 (10.72-26.83)	-
Etoxazole + PBO	602	1.481±0.136	7.10 (4.59-10.21)	2.45
Etoxazole +IBP	601	1.656±0.135	6.67 (4.84-8.88)	2.61

Çizelge 4.12. (devam)

Etoxazole +DEM	600	1.442±0.139	10.68 (8.33-13.39)	1.63
Gönen (Sinerjistsiz)	600	1.436±0.137	11.93 (7.56-17.27)	-
Etoxazole + PBO	600	1.452±0.157	4.87 (3.46-6.60)	2.44
Etoxazole +IBP	602	1.347±0.119	10.29 (7.08-14.46)	1.15
Etoxazole +DEM	603	1.298±0.111	7.23 (5.83-8.95)	1.65
Yalvaç (Sinerjistsiz)	600	1.539±0.167	11.70 (7.96-16.29)	-
Etoxazole + PBO	601	1.443±0.128	5.06 (3.07-7.64)	2.31
Etoxazole +IBP	602	1.463±0.143	12.56 (7.36-19.30)	0.93
Etoxazole +DEM	605	1.364±0.131	10.77 (8.18-13.80)	1.08

n*: denemede kullanılan birey sayısı
SR**: Sinerjistik etki oranı

2011 yılında araziden toplanılan 6 farklı *N. californicus* popülasyonlarından spirodiclofen'e karşı Ağilköy-1 popülasyonunda 5.86 kat ve Yalvaç popülasyonunda 7.08 kat direnç oranı belirlenmiştir. Diğer dört popülasyonda ise spirodiclofen'e karşı belirlenen direnç oranları kritik direnç katsayısı olan 4 civarında kalmıştır. Bu nedenle PBO, IBP ve DEM sinerjist çalışmaları yalnızca direnç oranları diğer popülasyonlara göre daha yüksek olan Ağilköy-1 ve Yalvaç popülasyonlarında yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Ağilköy-1 popülasyonunda esteraz enzim inhibitörü IBP ile yapılan çalışmalar sonucunda 1.63 kat sinerjistik etki değeri, GST enzim inhibitörü DEM ile yapılan çalışmalar sonucunda 1.41 kat sinerjistik etki oranı, MO enzim inhibitörü olan PBO sinerjisti ile yapılan çalışmalar sonucunda ise 2.72 kat sinerjistik etki oranı

belirlenmiştir. Yalvaç popülasyonunda esteraz enzim inhibitörü IBP ile yapılan çalışmalar sonucunda, 1.37 kat sinerjistik etki oranı GST enzim inhibitörü DEM ile yapılan çalışmalar sonucunda 1.35 kat sinerjistik etki oranı MO enzim inhibitörü PBO ile yapılan çalışmalar sonucunda, 2.79 kat sinerjistik etki oranı belirlenmiştir

Çizelge 4.13. 2011 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarında spirodiclofen ve spirodiclofen+ sinerjistlerin LC₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları

İlaç	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100ml (Güven aralıkları)	SR**
Ağılköy-1 (Sinerjistsiz)	600	1.401±0.140	13.37 (8.66-19.28)	-
Spirodiclofen +PBO	600	1.600±0.137	4.91 (3.51-6.61)	2.72
Spirodiclofen +IBP	603	1.449±0.135	8.18 (4.80-12.70)	1.63
Spirodiclofen+DEM	601	1.313±0.119	9.42 (6.20-13.92)	1.41
Yalvaç (Sinerjistsiz)	600	1.436±0.125	16.16 (11.64-21.89)	-
Spirodiclofen +PBO	600	1.521±0.127	5.78 (3.80-8.40)	2.79
Spirodiclofen +IBP	604	1.449±0.118	11.74 (7.77-16.52)	1.37
Spirodiclofen+DEM	602	1.519±0.143	11.73 (8.11-16.81)	1.35

n*: denemede kullanılan birey sayısı

SR** : Sinerjistik etki oranı

2011 yılında elma bahçelerinden toplanan 5 farklı *N. californicus* popülasyonlarında (Atabey-2 hariç) etoxazole direncini araştırmak için PBO, IBP ve DEM sinerjist çalışmaları yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.14'de verilmiştir. Atabey-2 popülasyonunda hexythiazox'a karşı belirlenen 3.69 kat direnç oranı belirlenmiştir.

Bu sayı kritik direnç katsayısı olarak kabul edilen 4'den az olduğu için Atabey-2 popülasyonunda sinerjistik çalışmaları yapılmamıştır.

Esteraz enzim inhibitörü IBP ile yapılan sinerjistik çalışmaları sonucunda, Atabey-1, Ağılıköy-1, Ağılıköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonları için sırasıyla 1.35, 1.19, 1.81, 1.30 ve 1.06 kat sinerjistik etki belirlenmiştir. GST enzim inhibitörü DEM ile yapılan sinerjistik çalışmaları sonucunda, Atabey-1, Ağılıköy-1, Ağılıköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonları için sırasıyla 1.89, 1.53, 1.78, 1.34 ve 1.36 kat sinerjistik etki katları bulunmuştur. MO enzim inhibitörü PBO ile yapılan sinerjistik çalışmaları sonucunda, Atabey-1, Ağılıköy-1, Ağılıköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonları için sırasıyla 1.96, 2.12, 3.15, 2.59 ve 2.40 kat sinerjistik etki değerleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. 2011 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarında hexythiazox ve hexythiazox + sinerjistiklerin LC₅₀ değerleri ve sinerjistik etki oranları

İlaç	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	SR**
Atabey-1 (Sinerjistsiz)	600	1.432±0.131	20.92 (14.14-29.28)	-
Hexythiazox+ PBO	600	1.579±0.151	10.63 (8.10-13.46)	1.96
Hexythiazox +IBP	600	1.441±0.131	15.45 (8.85-24.42)	1.35
Hexythiazox+DEM	600	1.439±0.122	11.05 (8.16-14.57)	1.89
Ağılıköy-1 (Sinerjistsiz)	600	1.406±0.128	30.72 (15.72-54.71)	-
Hexythiazox + PBO	601	1.433±0.128	14.48 (11.32-18.31)	2.12

Çizelge 4.14. (devam)

Hexythiazox +IBP	600	1.553±0.155	25.81 (13.40-45.82)	1.19
Hexythiazox +DEM	600	1.370±0.114	19.95 (16.17-24.44)	1.53
Ağilköy-2 (Sinerjistsiz)	600	1.436±0.149	27.49 (17.62-39.48)	-
Hexythiazox + PBO	602	1.647±0.156	8.70 (5.65-12.30)	3.15
Hexythiazox +IBP	600	1.540±0.133	15.17 (10.58-20.84)	1.81
Hexythiazox +DEM	601	1.411±0.115	15.43 (11.03-21.33)	1.78
Gönen (Sinerjistsiz)	600	1.299±0.134	24.17 (19.30-30.11)	-
Hexythiazox + PBO	602	1.411±0.125	9.33 (5.21-14.80)	2.59
Hexythiazox +IBP	600	1.624±0.145	18.53 (11.89-26.72)	1.30
Hexythiazox +DEM	603	1.383±0.128	18.02 (12.61-24.82)	1.34
Yalvaç (Sinerjistsiz)	600	1.406±0.128	32.22 (20.11-48.28)	-
Hexythiazox + PBO	600	1.470±0.124	13.40 (8.55-19.81)	2.40

Çizelge 4.14. (devam)

Hexythiazox +IBP	600	1.495±0.155	30.22 (20.11-42.32)	1.06
Hexythiazox +DEM	602	1.607±0.140	23.68 (16.67-32.05)	1.36

n*: denemede kullanılan birey sayısı

SR**: Sinerjistik etki oranı

4.2.3. Seleksiyon popülasyonları sinerjist + ilaç çalışmaları sonuçları

Spiromesifen ile 13 kez seleksiyon sonucu 52.34 kat direnç kazandırılan SPR13 popülasyonunda spiromesifen ile IBP, PBO ve DEM sinerjistlerinin etkileri belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.15’de verilmiştir. Spiromesifen dirençli SPR13 popülasyonunda IBP, PBO ve DEM sinerjistlerinin sinerjistik etki oranları sırasıyla 3.75, 2.54 ve 1.93 kat olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. SPR13 popülasyonunda spiromesifen ve spiromesifen+ sinerjistlerin LC₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları

İlaç	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	SR**
SPR13 (Sinerjistsiz)	600	1.297±0.128	147.60 (78.21-250.01)	-
Spiromesifen+ PBO	600	1.765±0.149	39.35 (39.56-72.51)	3.75
Spiromesifen +IBP	600	1.385±0.119	58.11 (46.27-72.01)	2.54
Spiromesifen +DEM	600	1.481±0.129	76.46 (52.36-150.50)	1.93

n*: denemede kullanılan birey sayısı

SR**: Sinerjistik etki oranı

Hexythiazox ile 14 kez seleksiyon sonucu 63.85 kat direnç kazandırılan HEX14 popülasyonunda hexythiazox ile IBP, PBO ve DEM sinerjistlerinin etkileri

belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.16’da verilmiştir. Hexythiazox dirençli HEX14 popülasyonunda IBP, PBO ve DEM sinerjistlerinin sinerjistik etki oranları sırasıyla 1.71, 3.25 ve 1.98 kat olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. HEX14 popülasyonunda hexythiazox ve hexythiazox + sinerjistlerin LC₅₀ değerleri ve sinerjist etki oranları

İlaç	n*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (Güven aralıkları)	SR**
HEX14 (Sinerjistsiz)	600	1.297±0.128	147.60 (78.21-250.01)	-
Hexythiazox + PBO	600	1.513±0.126	85.93 (69.36-105.27)	1.71
Hexythiazox +IBP	600	1.865±0.159	45.41 (36.51-55.17)	3.25
Hexythiazox+DEM	600	1.611±0.157	74.34 (49.13-103.94)	1.98

n*: denemede kullanılan birey sayısı

SR**: Sinerjistik etki oranı

4.3. Biyokimyasal Sonuçlar

Biyokimyasal çalışmalarda, arazi popülasyonları ve seleksiyonlar sonucu elde edilen dirençli popülasyonlarda esteraz, glutation S-transferaz, P-450 monoksijenaz ve asetilkolinesteraz enzimlerinin aktiviteleri uygun metodlarla belirlenmiştir. Esteraz enzimi ayrıca poliakrilamid jel elektroforez yöntemi ile de incelenmiştir. Enzim sonuçlarından elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi tekniği ile (One-Way ANOVA) analiz edilmiştir. Popülasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır.

4.3.1. Esteraz enzim aktivitesi sonuçları

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 asetilkolinesterazlar 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).

Popülasyonların microplate assay ile toplam esteraz enzim aktiviteleri α -naftyl asetat ile girdiği reaksiyonda 10 dakikada kinetik olarak belirlenmiştir. Esteraz enzim aktivitesi mOD/min/mg protein olarak hesaplanmıştır. Popülasyonların esteraz enzimlerinin microplate reader’da kinetik olarak okunması sonucunda, elde edilen protein miktarları (mOD/min/mg protein) tek yönlü varyans analizi tekniği ile (One-Way ANOVA) analiz edilmiştir. Popülasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır.

Çizelge 4.17’de 2010 yılında araziden toplanılan 8 farklı *N. californicus* popülasyonları, Koppert popülasyonu ve hassas popülasyonun esteraz enzim miktarları ve popülasyonlar arasındaki istatistiksel farklar verilmiştir. Esteraz enzim aktivitesi en yüksek olarak Gelendost-8 popülasyonunda 10,211 mOD/min/mg protein miktarında bulunmuştur. Gelendost-8 popülasyonu Koppert popülasyonu hariç istatistiki olarak diğer popülasyonlardan farklı bulunmuştur. Gelendost-3 popülasyonu ise 7,748 mOD/min/mg protein değeri ile en düşük esteraz enzim seviyesine sahiptir ve istatistiki olarak diğer popülasyonlardan farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.17. 2010 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
Eğirdir- Boğazova	4	9.796 C	<1
Eyüpler-1	4	9.019 C	<1
Eyüpler-2	4	9.105 C	<1
Gelendost-1	4	9.025 C	<1
Gelendost-3	4	7.748 D	<1
Gelendost-8	4	10.211 A	1.03
Gökdere	4	8.679 C	<1
Sarıdris	4	9.088 C	<1
Koppert	4	9.809 AB	<1
Hassas popülasyon	4	9.856 BC	-

N: tekrerr sayısı

Çizelge 4.18’de 2011 yılında araziden toplanılan 6 farklı *N. californicus* popülasyonları ve hassas popülasyonun esteraz enzim miktarları ve popülasyonlar arasındaki istatistiksel farklar verilmiştir. Atabey-2 popülasyonu 11,788 mOD/min/mg protein değeri ile en yüksek esteraz enzim seviyesini göstermiş ve diğer popülasyonlardan istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Yalvaç popülasyonu ise 7,130 mOD/min/mg protein değeri ile en düşük esteraz enzim seviyesini göstermiş ve diğer popülasyonlardan istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Ağılıköy-2 ve Gönen popülasyonları istatistiki olarak aynı bulunmuştur. Yine hassas ve Atabey-1 popülasyonları istatistiki olarak aynı bulunmuştur. Ağılıköy-1 popülasyonu ise Ağılıköy-2, Gönen, Hassas ve Atabey-1 popülasyonları ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur.

Çizelge 4.18. 2011 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
Atabey-1	3	8.882 C	1.03
Atabey-2	3	11.788 A	1.36
Ağilköy-1	3	9.431 BC	1.09
Ağilköy-2	3	10.030 B	1.16
Gönen	3	10.837 B	1.25
Yalvaç	3	7.130 D	<1
Hassas popülasyon	4	8.615 C	-

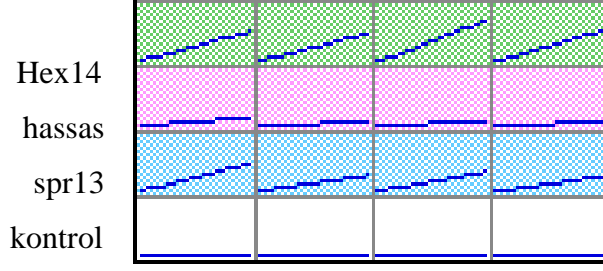
N: tekrür sayısı

Çizelge 4.19’da seleksiyonlar sonucu elde edilen hexythiazox dirençli HEX14, spiromesifen dirençli SPR13 popülasyonları ve hassas popülasyonun esteraz enzim miktarları ve popülasyonlar arasındaki istatistiksel farklar verilmiştir. Hexythiazox ile 14 kez seleksiyon sonucu 63.85 kat direnç kazandırılan HEX14 popülasyonu, spiromesifen ile seleksiyon sonucu 52.34 kat direnç kazandırılan SPR13 popülasyonu ve hassas popülasyonun esteraz enzim seviyeleri birbirlerinden istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Seleksiyonlar sonucu elde edilen HEX14 ve SPR13 popülasyonlarının aynı zamanda seleksiyonlar için başlangıç popülasyonu olarak kullanılan hassas popülasyona oranla oldukça fazla seviyede arttığı belirlenmiştir. HEX14, SPR13 ve hassas popülasyonlarının istatistiki olarak farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. HEX14, SPR13 ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının esteraz enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
SPR13	4	20.940 B	2.74
HEX14	4	24.540 A	3.22
Hassas popülasyon	4	7.620 C	-

N: tekrür sayısı



Şekil 4.9. HEX14, SPR13 ve hassas *N. californicus* popülasyonlarının esteraz enzim aktivitelerinin SoftMax programından elde edilen grafikleri

4.3.2. Poliakrilamid jel elektroforezi ile esteraz enzim sonuçları

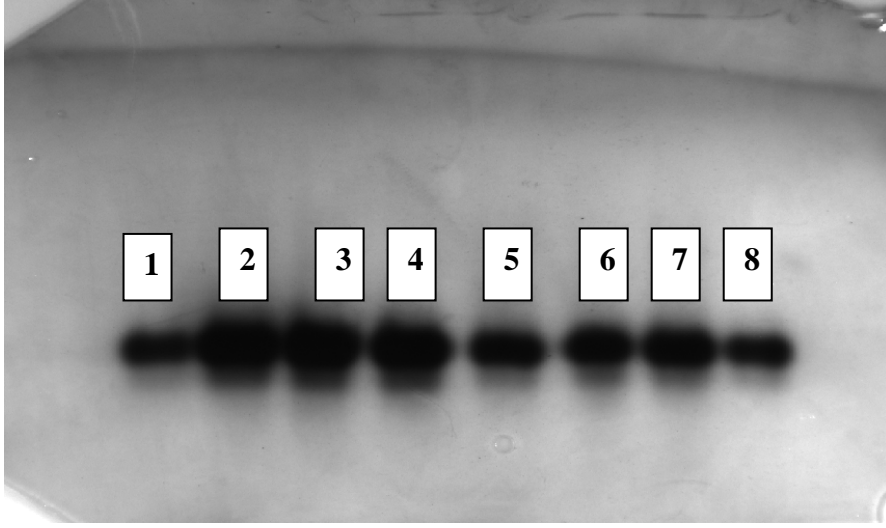
Böceklerde insektisitlere karşı gelişen direnci belirlemede biyoassay yöntemlerin yanı sıra elektroforetik yöntemler de kullanılmaktadır. Elektroforetik yöntemlerle böceklerin insektisitlere göstermiş olduğu dirençle ilgili olduğu düşünülen bazı enzimler incelenerek, böceklerdeki direnç düzeyi ile bu enzimler arasında ilişki kurulmaktadır (Tsagkarakou et al., 2002). Akarlarda elektroforez genetik farklılıkların yanında dirençli ve hassas popülasyonlardaki esteraz bantları arasındaki farklılıkları ortaya koymak için de kullanılmaktadır (Yorulmaz and Ay, 2009).



Şekil 4.10. 2010 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının esteraz izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri (1: Gelendost-8, 2: Eğirdir-Boğazova, 3: Gökdere, 4: Eyüpler-2, 5: Hassas, 6: Koppert, 7: Gelendost-1, 8: Gelendost-3, 9: Sarıdris ve 10: Eyüpler-1)

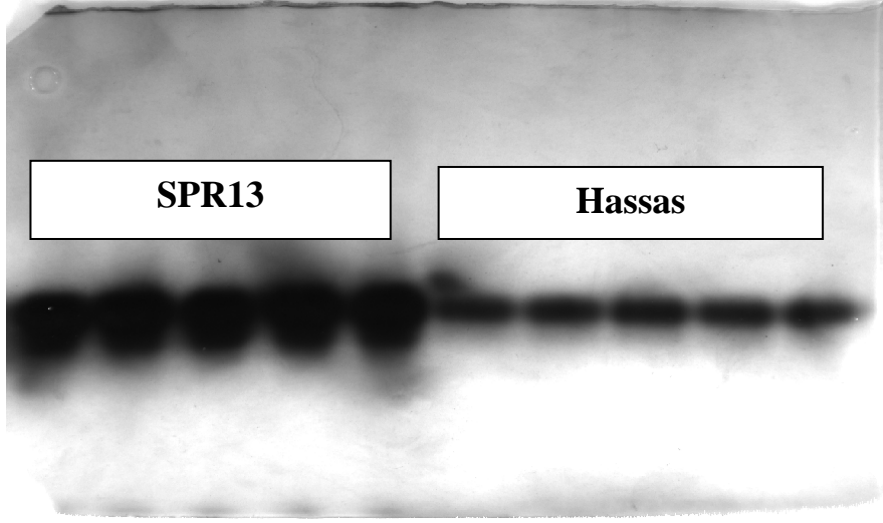
Şekil 4.10'da 2010 yılında araziden toplanılan *N. californicus* popülasyonlarının esteraz izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri görülmektedir. Poliakrilamid jel elektroforez yönteminde iki farklı yoğunluktan oluşan jel de popülasyonların spesifik olmayan esteraz enzimi bantları belirlenmiştir. Jel'lerin farklı poliakrilamid yoğunlukta olmasının amacı esteraz enziminin bantlarını molekül büyüklüğüne göre ayırmaktır. Yapılan çalışma sonrasında *N. californicus*'un tüm popülasyonlarında esteraz enzimleri tek banttan oluştuğu görülmüştür. Bu durum Tetranychidae familyası içerisinde yer alan diğer akarlardan farklılık göstermektedir. Bu familya içerisinde yer alan türlerde elektroforezde birden fazla banda rastlanmaktadır. Esteraz enzimlerinin poliakrilamid jelde oluşan bantları ve esteraz enziminin kinetik olarak okunması sonucu elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek enzim seviyesine sahip olan Gelendost-8 popülasyonunun en kalın banta sahip olduğu belirlenmiştir. En düşük esteraz enzim seviyesine sahip Gelendost-3 ve hassas popülasyonlarının diğer popülasyonlarının

bantlarına göre daha ince olduğu belirlenmiştir. Diğer popülasyonların ise bantları birbirine benzer bulunmuştur.



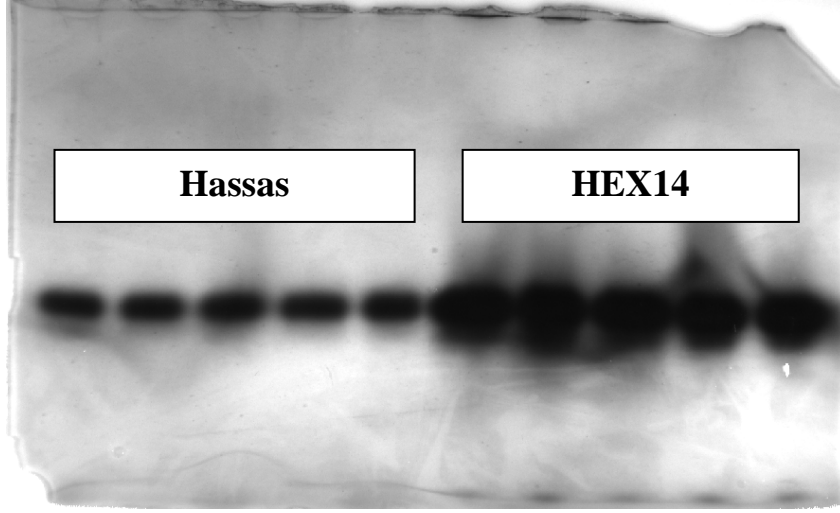
Şekil 4.11. 2011 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının esteraz izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri (1,8: Hassas, 2:Atabey-1, 3:Atabey-2, 4:Ağılköy-1, 5:Ağılköy-2, 6:Gönen, 7:Yalvaç)

Şekil 4.11’de 2011 yılında araziden toplanılan *N. californicus* popülasyonlarının esteraz izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri görülmektedir. 1 ve 8 numaralı bantta hassas popülasyona ait bantlar yer almaktadır. Hassas popülasyona ait bantlara araziden toplanan 6 farklı arazi popülasyonlarına ait bantlardan daha ince çıkmıştır. Özellikle Atabey-1, Atabey-2 ve Ağılköy-1’e ait bantlar oldukça koyu çıkmıştır. Diğer arazi popülasyonları da hassas popülasyona göre bant kalınlıkları daha yoğun bulunmuştur.



Şekil 4.12. SPR13 ve hassas popülasyonların esteraz izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri

Şekil 4.12’de spiromesifen ile 13 kez seleksiyon sonucu 52.34 kat direnç kazandırılan SPR13 ve hassas *N. californicus* popülasyonlarının esteraz izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri görülmektedir. SPR13 ve hassas popülasyonlarının esteraz enzimlerinin poliakrilamid jel elektroforezde görüntüleri yine tek bant halinde çıkmıştır. SPR13 popülasyonun elde edilen bantlarının hassas popülasyondan elde edilen bantlara göre oldukça yoğun ve kalın çıktığı belirlenmiştir. Esteraz enziminin spiromesifen ile seleksiyon sonucu elde edilen popülasyonlarda artış gösterdiği bulunmuştur.



Şekil 4.13. HEX14 ve hassas popülasyonların esteraz izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri

Şekil 4.13’de hexythiazox ile 14 kez seleksiyon sonucu 63.85 kat direnç kazandırılan HEX14 ve hassas *N. californicus* popülasyonlarının esteraz izozimlerinin PAGE elektroforez bant sistemleri görülmektedir. HEX14 ve hassas popülasyonlarının esteraz enzimlerinin poliakrilamid jel elektroforezde görüntüleri yine tek bant halinde çıkmıştır. HEX14 popülasyonun elde edilen bantlarının hassas popülasyondan elde edilen bantlara göre oldukça yoğun ve kalın çıktığı belirlenmiştir. Esteraz enziminin hexythiazox ile seleksiyon sonucu elde edilen seleksiyon popülasyonlarında arttığı belirlenmiştir.

4.3.3. Glutation S-transferaz (GST) enzim aktivitesi sonuçları

GST enzimi doğada aerobik mikroorganizmalar, bitkiler, böcekler, balıklar, kuşlar, omurgalı ve omurgasız hayvanlarda bulunmaktadır (Konanz and Nauen, 2004). GST’lar vücuda alınan yabancı bileşiklerin detoksifikasyonunda önemli bir role sahip enzimlerdir. Böceklerde GST enzimi insektisit detoksifikasyonun yanı sıra hücrel membranların oksidatif yıkımlara karşı korunmasını da sağlamaktadır (Yu, 2008). Böceklerde GST aktivitesi genellikle yapay substrat olan CDNB ile ölçülmektedir. Bu bileşik glutation ile konjugasyona girerek böceklerde test edilen tüm GST izoenzimlerini katalizlemektedir.

Çalışmamızda arazi, seleksiyon ve hassas popülasyonların her birine ait GST enzim aktiviteleri kinetik olarak belirlenmiş 5 dk'daki toplam enzim aktivitesi belirlenmiştir. Popülasyonların GST enzimlerinin microplate reader'da kinetik olarak okunması sonucunda, elde edilen protein miktarları (mOD/min/mg protein) tek yönlü varyans analizi tekniği ile (One-Way ANOVA) analiz edilmiştir. Popülasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır.

Çizelge 4.20 2010 yılında araziden toplanan 8 farklı *N. californicus* popülasyonları, Koppert firmasından elde edilen popülasyon ve hassas popülasyonunun GST enzim seviyeleri görülmektedir. 1.74 mOD/min/mg protein değeri ile Eğirdir-Boğazova popülasyonu en yüksek GST enzim aktivitesine sahipken, Gelendost-3 popülasyonu ise 1.23 mOD/min/mg protein değeri ile en düşük GST enzim aktivitesi göstermiştir. Yüksek GST enzim aktivitesine sahip olan Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Eyüpler-2 ve Gökdere popülasyonları istatistiki olarak diğer gruplardan farklı bulunmuştur. Gelendost-8 ve Sarıdris popülasyonları hassas popülasyonla aynı grup içerisinde yer alırken; Gelendost-1, Koppert ve Gelendost-3 popülasyonları düşük GST enzim aktiviteleri ile istatistiki olarak farklı bir grubu oluşturmaktadırlar.

Çizelge 4.20. 2010 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
Eğirdir- Boğazova	3	1.74 A	1.32
Eyüpler-1	3	1.51 A	1.15
Eyüpler-2	3	1.50 A	1.14
Gelendost-1	3	1.24 C	<1
Gelendost-3	3	1.23 C	<1
Gelendost-8	3	1.36 AB	1.03
Gökdere	3	1.49 A	1.13
Sarıdris	3	1.42 AB	1.08
Koppert	3	1.25 C	<1
Hassas popülasyon	3	1.31 B	-

N: tekerrür sayısı

Çizelge 4.21’de 2011 yılında araziden toplanan *N. californicus* popülasyonları ile hassas popülasyonun GST enzim aktivitesinin sayısal değerleri ve grafikleri yer almaktadır. Çizelge 4.21 incelendiğinde, Gönen popülasyonunun GST enzim aktivitesinin 3.47 mOD/min/mg protein değeri ile hassas ve diğer arazi popülasyonlarından daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Gönen popülasyonu hassas ve diğer arazi popülasyonlarından istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Atabey-1, Atabey-2, Ağilköy-1, Ağilköy-2 ve Yalvaç popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri hassas popülasyonun GST enzim aktivitesiyle benzer bulunmuş ve bu popülasyonlar istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almışlardır.

Çizelge 4.21. 2011 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
Atabey-1	3	2.76 B	1.33
Atabey-2	3	2.37 B	1.14
Ağilköy-1	3	2.48 B	1.19
Ağilköy-2	3	2.25 B	1.08
Gönen	3	3.47 A	1.67
Yalvaç	3	2.89 B	1.39
Hassas popülasyon	3	2.07 B	-

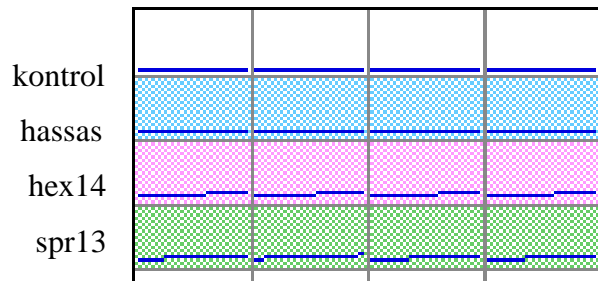
N: tekerrür sayısı

Çizelge 4.20’de spiromesifen ile seleksiyon sonucu elde edilen SPR13, hexythiazox ile seleksiyon sonucu elde edilen HEX14 ve hassas popülasyonun GST enzim seviyelerine ait veriler ve grafikler yer almaktadır. SPR13 popülasyonunda hassas popülasyona göre 3.09 kat, HEX14 popülasyonunda ise hassas popülasyona göre 2.35 kat GST enzim seviyesi belirlenmiştir. Hexythiazox ile 14 kez seleksiyon sonucu 63.85 kat direnç kazandırılan HEX14 popülasyonu, spiromesifen ile seleksiyon sonucu 52.34 kat direnç kazandırılan SPR13 popülasyon istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer alırken; hassas popülasyonun farklı bir grup içerisinde yer aldığı bulunmuştur.

Çizelge 4.22. HEX14, SPR13 ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının GST enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
SPR13	4	6.96 A	3.09
HEX14	4	5.29 A	2.35
Hassas popülasyon	4	2.25 B	-

N: tekerrür sayısı



Şekil 4.14. HEX14, SPR13 ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının GST enzim aktivitelerinin SoftMax programından elde edilen grafikleri

4.3.4. Sitokrom P450 monooksijenaz (MO) enzim aktivitesi sonuçları

P450 enzimi böceklerde hormon, asit, steroid ya da vücuda alınan pestisit gibi maddelerin anabolizması ve katabolizmasını düzenleyen önemli metabolik bir sistemdir (Feyereisen, 1999). Böceklerde bulunan P450 enziminin büyüme, gelişme, beslenme, pestisitlere karşı direnç ve tolerans gibi fonksiyonel görevleri bulunmaktadır (Pottelberge et al., 2008). Ayrıca P450 20-hydroxyecdysone ve juvenil hormonu gibi bazı böcek hormonlarının ve feromenlerinin sentezi içinde gerekmektedir. Bu nedenle P450 enzim inhibitörleri hormon sentezini dolaylı olarak etkiledikleri için, böceklerin morfoloji, gelişme ve yaşam sürelerinde değişikliklere yol açarlar (Soderlund, 1997). Ancak yapay substratlarla bu enzimin ölçülmesi arthropodlarda esteraz veya GST aktivitesinin ölçümleri ile karşılaştırıldığında daha zor olmaktadır.

Çalışmamızda arazi, seleksiyon ve hassas popülasyonların her birine ait MO enzim aktiviteleri kinetik olarak belirlenerek 15 dk'daki toplam enzim aktivitesi belirlenmiştir. Popülasyonların MO enzimlerinin microplate reader'da kinetik olarak okunması sonucunda, elde edilen protein miktarları (mOD/min/mg protein) tek yönlü varyans analizi tekniği ile (One-Way ANOVA) analiz edilmiştir. Popülasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır.

Çizelge 4.23'de 2010 yılında araziden toplanılan 8 farklı *N. californicus* popülasyonları, Koppert ve hassas *N. californicus* popülasyonunun P450 monooksijenaz (MO) enzim seviyeleri verilmiştir. Ancak sadece 2010 yılı enzim okumaları için -80 °C'de stoklanan akar sayısı yeterli olmamıştır. Bu nedenle yalnızca MO enzimi için elde edilen değerlerde bazı popülasyonların tek tekerrürden oluşması sonucu elde edilen bilgiler yeterli ölçüde güvenilir bulunmamış, bu nedenle de istatistiki olarak analizleri yapılamamıştır. Fakat elde edilen değerler çizelge 4.23'de görülmesi amacıyla verilmiştir.

Çizelge 4.23. 2010 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının MO enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein
Eğirdir- Boğazova	1	0.0003
Eyüpler-1	2	0.0001
Eyüpler-2	2	0.0005
Gelendost-1	2	0.0009
Gelendost-3	2	0.0001
Gelendost-8	2	0.0003
Gökdere	2	0.0001
Sarıdris	2	0.0036
Koppert	2	0.0002
Hassas popülasyon	1	0.0004

N: tekerrür sayısı

Çizelge 4.24’de 2011 yılında araziden toplanılan 6 farklı *N. californicus* popülasyonları ve hassas popülasyonun P450 monooksijenaz (MO) enzim aktivitesine ait veriler ve grafik verilmiştir. Ağilköy-1 popülasyonunda 0.0695 mOD/min/mg protein değeri ile enyüksek düzeyde MO enzimi bulunmuştur. Ağilköy-1 popülasyonu istatistiki olarak diğer popülasyonlardan farklı bulunmuştur. Atabey-2, Gönen, Yalvaç ve hassas popülasyonlarda MO enzim aktivitesi orta seviyese ve benzer ölçülerde bulunmuştur. Atabey-1 ve Ağilköy-2 popülasyonlarında da en az seviyede MO enzim aktivitesi bulunmuş ve bu iki popülasyonda istatistiki olarak farklı bir grubu oluşturmuşlardır.

Çizelge 4.24. 2011 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının MO enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
Atabey-1	3	0.0299 C	<1
Atabey-2	3	0.0494 B	1.24
Ağilköy-1	3	0.0695 A	1.74
Ağilköy-2	3	0.0223 C	<1
Gönen	3	0.0445 B	1.11
Yalvaç	3	0.0439 B	1.10
Hassas popülasyon	3	0.0398 B	-

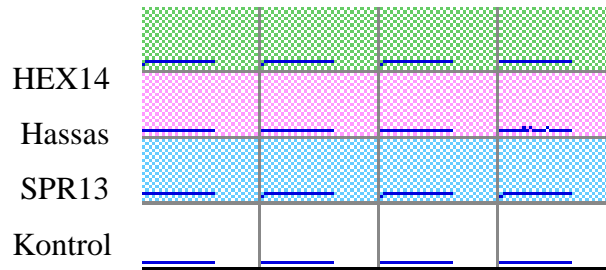
N: tekerrür sayısı

Çizelge 4.25’de spiromesifen ile seleksiyon sonucu elde edilen SPR13, hexythiazox ile seleksiyon sonucu elde edilen HEX14 ve hassas popülasyonlarının MO enzim seviyelerine ait veriler ve grafikler yer almaktadır. HEX14 ve SPR13 popülasyonlarında hassas popülasyona göre daha yüksek düzeyde MO enzimi bulunmuştur. Hexythiazox ile 14 kez seleksiyon sonucu 63.85 kat direnç kazandırılan HEX14 popülasyonu, spiromesifen ile seleksiyon sonucu 52.34 kat direnç kazandırılan SPR13 popülasyon istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer alırken; hassas popülasyonun farklı bir grup içerisinde yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. SPR13, HEX14 ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının MO enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
SPR13	4	0.0163 A	2.17
HEX14	4	0.0152 A	2.02
Hassas popülasyon	3	0.0075 B	-

N: tekrür sayısı



Şekil 4.15. SPR13, HEX14 ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının MO enzim aktivitelerinin SoftMax programından elde edilen grafikler

4.3.5. Asetilkolinesteraz (AChE) enzim aktivitesi sonuçları

Asetilkolinesteraz (AChE), dokularda serbest veya fosfolipidlerle birleşik halde bulunan lipotrofik etkiye sahip asetilkolini hidrolizleyen nonspesifik bir enzimdir. Asetilkolin (ACh) sinir uçlarından etkilendiği organa veya sinir ucundan ikinci bir sinir hücreğine, sinir implusu taşıma görevini yapmaktadır. Ayrıca sinir ve kas hücreleri boyunca biyoelektriksel akımın oluşmasını da sağlayan biyolojik önemi büyük olan bir esterdir. Organizmaya verilen organik fosforlu, karbamatlı, klorlu veya diğer bazı kimyasal maddeler asetilkolinin reseptörlerle birleşmesini önlerler (Alon et al., 2008). Bunlar sinir ve kasların birleşme yerindeki taşıyıcıları çeşitli şekillerde etkilerler. AChE’i inhibe ederek ACh’in sinirlerle kasların birleşme bölgelerinde uzun süre kalarak kasların sinirlere cevabını geciktirirler. Bu bileşiklerin yaygın kullanımı böceklerde çeşitli dirençli bireylerin gelişmesini sağlarken, organizmada dengesiz kas ve sinir fonksiyonlarına neden olur.

Organofosfatlılar ve karbamatlılar asetilkolin'in analogu olarak çalışırlar ve asetilkolinin aktif bölgesine bağlanırlar (Anazawa et al., 2003).

Asetilkolin hidroliz olmasına rağmen insektisitler, enzim-substrat kompleksi olarak sabit kalırlar. Bu insektisitler asetilkolinesteraz inhibisyonuyla sinir impulslarının transmisyonunu bloke eder ve asetilkolin reseptörlerinin uyuşmasına neden olurlar (Hollingworth and Dong, 2008). Sinapsislerdeki artan asetilkolin konsantrasyonu ve daha fazla uyarılmış merkezi sinir sistemi böceklerde ölüme yol açmaktadır (Çakır ve Yamanel, 2005).

Çalışmamızda arazi, seleksiyon ve hassas popülasyonların her birine ait AChE enzim aktiviteleri kinetik olarak bulunarak 20 dk'daki toplam enzim aktivitesi belirlenmiştir. Popülasyonların AChE enzimlerinin microplate reader'da kinetik olarak okunması sonucunda, elde edilen protein miktarları (mOD/min/mg protein) tek yönlü varyans analizi tekniği ile (One-Way ANOVA) analiz edilmiştir. Popülasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır.

Çizelge 4.26'da 2010 yılında araziden toplanılan 8 farklı *N. californicus* popülasyonları, Koppert ve hassas *N. californicus* popülasyonunun asetilkolinesteraz (AChE) enzim seviyeleri verilmiştir. Çizelge 4.26'da görüldüğü üzere 0.045 mOD/min/mg ve 0.033 mOD/min/mg protein değerleri ile Sariidris ve Eyüpler-2 popülasyonları en yüksek seviyede AChE enzim aktivitesini göstermişler ve istatistiki olarak farklı bir grup içerisinde yer almışlardır. Hassas ve Eyüpler-1 popülasyonları ise en düşük AChE enzim aktivitesini göstermişler ve istatistiki olarak farklı bir grup içerisinde yer almışlardır. Eğirdir-Boğazova, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Koppert popülasyonları ise orta seviyede AChE enzim aktivitesi göstermişlerdir.

Çizelge 4.26. 2010 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının AChE enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
Eğirdir- Boğazova	4	0.026 B	1.85
Eyüpler-1	3	0.010 C	<1
Eyüpler-2	3	0.033 A	2.35
Gelendost-1	4	0.019 BC	1.35
Gelendost-3	3	0.024 B	1.71
Gelendost-8	3	0.019 BC	1.35
Gökdere	4	0.024 B	1.71
Sarıdris	4	0.045 A	3.21
Koppert	4	0.025 B	1.78
Hassas popülasyon	4	0.014 C	-

N: tekerrür sayısı

Çizelge 4.27’de 2011 yılında araziden toplanılan 6 farklı *N. californicus* popülasyonları ve hassas popülasyonun asetilkolinesteraz (AChE) enzim aktivitesine ait veriler verilmiştir. 2011 yılına ait arazi popülasyonlarında 0.0243 mOD/min/mg protein ve 0.0237 mOD/min/mg protein değerleriyle Atabey-1 ve Ağılıköy-2 popülasyonlarında en yüksek AChE enzim aktivitesi bulunmuş ve bu iki popülasyon istatistiki olarak diğer popülasyonlardan farklı bulunmuştur. Atabey-2, Ağılıköy-1, Gönen ve Yalvaç popülasyonlarındaki AChE enzim aktivitesi hassas popülasyonla benzer düzeyde bulunmuş ve bu popülasyonlar istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almışlardır.

Çizelge 4.27. 2011 yılı *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının AChE enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
Atabey-1	3	0.0243 A	1.10
Atabey-2	3	0.0211 B	<1
Ağilköy-1	3	0.0217 B	<1
Ağilköy-2	3	0.0237 A	1.07
Gönen	3	0.0217 B	<1
Yalvaç	3	0.0222 B	1.00
Hassas popülasyon	3	0.0220 B	-

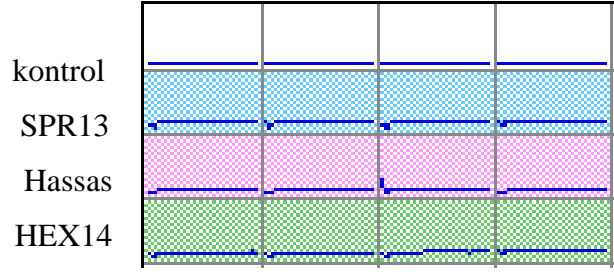
N: tekrür sayısı

Çizelge 4.28’de spiromesifen ile seleksiyon sonucu elde edilen SPR13, hexythiazox ile seleksiyon sonucu elde edilen HEX14 ve hassas popülasyonun AChE enzim seviyelerine ait veriler yer almaktadır. HEX14 ve SPR13 popülasyonlarında hassas popülasyona göre daha yüksek düzeyde AChE enzimi bulunmuştur. Hexythiazox ile 14 kez seleksiyon sonucu 63.85 kat direnç kazandırılan HEX14 popülasyonu, spiromesifen ile seleksiyon sonucu 52.34 kat direnç kazandırılan SPR13 popülasyonu ve hassas popülasyonun her üçü de istatistiki olarak farklı harflerle adlandırılmışlardır.

Çizelge 4.28. SPR13, HEX14 ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının AChE enzim aktiviteleri

Popülasyon	N*	mOD/min/mg protein	Enzim oranı
SPR13	3	0.0383 B	2.50
HEX14	3	0.0505 A	3.34
Hassas popülasyon	3	0.0151 C	-

N: tekrür sayısı



Şekil 4.16. SPR13, HEX14 ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının AChE enzim aktivitelerinin SoftMax programından elde edilen grafikleri

4.4. Çoklu direnç sonuçları

Spiromesifen dirençli SPR13 popülasyonunun spiroadiclofen, etoxazole, hexythiazox, propargite, clofentezine ve milbectin'e karşı oluşturduğu çoklu direnç sonuçları ve LC₅₀ değerleri çizelge 4.29'da verilmiştir. SPR13 popülasyonunun spiroadiclofen, etoxazole, hexythiazox, propargite, clofentezine ve milbectin'e karşı oluşturduğu çoklu direnç sonuçları sırasıyla, 12.36, 11.80, 5.52, 16.65, 15.61 ve 9.10 kat olarak belirlenmiştir. SPR13 popülasyonunda 16.65 kat çoklu direnç oranıyla propargite karşı en yüksek direnç oranı belirlenirken, 5.52 katla hexythiazox'a karşı en düşük çoklu direnç oranı belirlenmiştir. Ancak SPR13 popülasyonunda 6 ilaca karşı belirlenen çoklu direnç oranları kritik direnç katsayı olan 4'ün üzerindedir. Hatta propargite ve clofentezine'de 16.65 ve 15.61 şeklinde yüksek oranda çoklu direnç belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. SPR13 popülasyonunun diğer ilaçlara karşı oluşturduğu LC₅₀ değerleri ve direnç oranları

İlaç	Popülasyon	N*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (güven aralığı)	R**
Spirodiclofen	SPR13	600	1.506±0.147	28.19 (21.58-33.83)	12.36
	Hassas	600	1.572±0.133	2.28 (1.82-2.79)	-
Etoxazole	SPR13	602	1.468±0.148	14.29 (9.08-20.489)	11.80
	Hassas	600	1.739±0.141	1.21 (0.99-1.45)	-
Hexythiazox	SPR13	601	1.424±0.123	18.18 (13.01-24.51)	5.52
	Hassas	604	1.601±0.135	3.29 (2.63-4.02)	-
Propargite	SPR13	602	1.431±0.136	63.77 (40.88-93.36)	16.65
	Hassas	600	1.517±0.122	3.83 (2.69-5.26)	-
Clofentezine	SPR13	600	1.401±0.170	25.45 19.76-32.72	15.61
	Hassas	602	1.671±0.135	1.63 (1.18-2.18)	-
Milbectin	SPR13	602	1.406±0.103	72.23 (39.70-119.88)	9.10
	Hassas	600	1.798±0.144	7.93 (6.09-10.06)	-

*N: Birey sayısı

**R: Çoklu direnç oranı

Hexythiazox dirençli HEX14 popülasyonunun spirodiclofen, etoxazole, spiromesifen, propargite, clofentezine ve milbectin'e karşı oluşturduğu çoklu direnç sonuçları ve LC₅₀ değerleri çizelge 4.30'da verilmiştir. HEX14 popülasyonunun spirodiclofen, etoxazole, spiromesifen, propargite, clofentezine ve milbectin'e karşı oluşturduğu çoklu direnç sonuçları sırasıyla, 8.12, 14.41, 17.96, 17.48, 12.67 ve 11.22 kat olarak belirlenmiştir. HEX14 popülasyonunda 17.96 kat çoklu direnç oranıyla spiromesifen'e karşı en yüksek direnç oranı belirlenirken, 8.12 katla spirodiclofen'e karşı en düşük çoklu direnç oranı belirlenmiştir. Özellikle

spiromesifen ve propargite karşı 17.96 ve 17.48 kat ile yüksek oranda çoklu direnç geliştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.30. HEX14 popülasyonunun diğer ilaçlara karşı oluşturduğu LC₅₀ değerleri ve direnç oranları

İlaç	Popülasyon	N*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (güven aralığı)	R**
Spirodiclofen	HEX14	600	1.288±0.111	18.53 (14.81-22.93)	8.12
	Hassas	600	1.572±0.133	2.28 (1.82-2.79)	-
Etoxazole	HEX14	602	1.316±0.117	17.44 (12.39-24.08)	14.41
	Hassas	600	1.739±0.141	1.21 (0.99-1.459)	-
Spiromesifen	HEX14	601	1.371±0.123	50.67 (39.50-63.73)	17.96
	Hassas	604	1.603±0.133	2.82 (1.98-3.81)	-
Propargite	HEX14	602	1.408±0.138	66.97 (44.18-99.77)	17.48
	Hassas	600	1.517±0.122	3.83 (2.69-5.26)	-
Clofentezine	HEX14	600	1.657±0.149	20.66 (13.40-29.47)	12.67
	Hassas	602	1.671±0.135	1.63 (1.18-2.18)	-
Milbectin	HEX14	602	1.525±0.160	89.02 (66.79-114.09)	11.22
	Hassas	600	1.798±0.144	7.93 (6.09-10.06)	-

*N: Birey sayısı

**R: Çoklu direnç oranı

4.5. Direnç kalıtım sonuçları

Hassas ve dirençli bireyler arasında yapılan resiprokal çaprazlamalar sonucu elde edilen F1 döllerinde direnç genlerinin baskın veya çekinik, F2 döllerinde ise direncin monogenik ya da poligenik olması konusunda bize bilgi vermektedir. Direnç

mekanizmalarının tanımlanması, belirlenmesi ve direnci izleme metodlarından oluşan genetik çalışmalar direnç yönetim stratejilerinin temellerini oluşturmaktadır.

Spiromesifen dirençli ve hassas *N. californicus* popülasyonları arasında yapılan resiprokal çaprazlamalar sonucu elde edilen F1 ve F2 döllerine ait LC₅₀ değerleri, direnç oranları ve dominantlık dereceleri belirlenmiş ve sonuçlar çizelge 4.31’de verilmiştir. Sonuçları incelemek gerekirse, spiromesifen için hassas ve dirençli SPR13 popülasyonlarının LC₅₀ değerleri sırasıyla 2.82 ve 147.60 µl/100 ml su olarak bulunmuştur (Çizelge 4.31). S♀XR♂ ve R♀XS♂ tipi resiprokal çaprazlamalarda F1 dişilerinin LC₅₀ değerleri birbirinden farklı olup 76.89 ve 81.54 µl/100 ml su olarak bulunmuştur (Çizelge 4.31). S♀XR♂ ve R♀XS♂ çaprazlamalarından elde edilen her iki F1 dişilerinde formülden hesaplanan baskınlık dereceleri ise eksik (tam olmayan) baskın (0.67 ve 0.70) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.31. Resiprokal F1 ve F2 dişilerinde spiromesifen’e karşı belirlenen LC₅₀ değerleri, direnç oranları ve dominantlık dereceleri

Popülasyon	Genotip	N*	Eğim±se	LC ₅₀ µl/100 ml (güven aralığı)	RR**	D***
Hassas	S	604	1.603±0.133	2.82 (1.98-3.81)	-	
SPR13	R	600	1.297±0.128	147.60 (78.21-250.01)	52.34	
F1	S♀XR♂	602	1.615±0.132	76.89 (55.16-103.85)	27.26	0.67
F1	R♀XS♂	603	1.457±0.119	81.54 (56.62-112.74)	28.91	0.70
F2	SR♀X S♂	601	1.662±0.135	42.15 (34.30-54.93)	14.94	
F2	RS♀X R♂	600	1.348±0.128	79.41 (55.12-111.18)	28.15	

*N: Birey sayısı

**RR: Direnç oranı

***D: Dominantlık derecesi

Dirençten sorumlu olan lokus sayılarını belirlemek için direkt ve dolaylı bazı modeller kullanılmaktadır. Geriye dönük olan çaprazlamalar, direncin monogenik modelini belirlemek için direkt test olarak kullanılmaktadır. Monogenik model için kullanılan bu direkt testte gözlenen ve beklenen tepkiler x²’ye göre hesaplanmaktadır

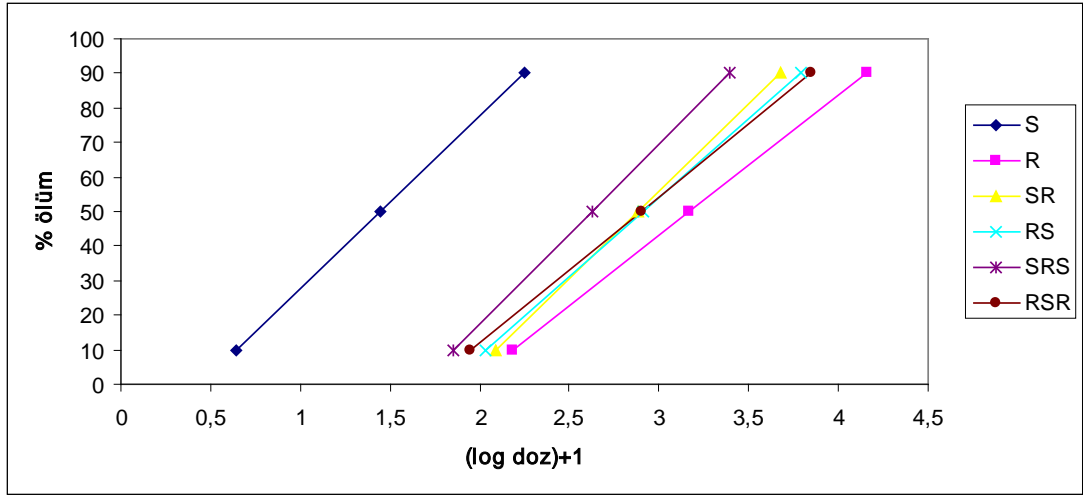
(Sokal and Rohlf, 1995). Serbestlik derecesi 1'e göre olan bir x^2 dağılımı ile yapılan karşılaştırmada test sonuçları $p < 0.05$ ise hipotez geri çevrilir yani direncin kalıtımında monogenik hipotez red edilir. Poligenik hipotez kabul edilir. Bu hipoteze göre direnç özelliği pek çok gen tarafından kontrol edilmektedir. $p > 0.05$ olduğunda ise monogenik hipotez kabul edilir. Direnç özelliğinin tek bir lokusta ve major bir gen tarafından kontrol edildiği varsayılmaktadır.

Spiromesifen için yapılan çalışmada serbestlik derecesi 1'e göre olan x^2 testine göre F2 dişileri için (R X S)F1 (♀) ve R (♂) arasında yapılan çaprazlamada 9.3750, 18.75, 37.50, 75, 150, 300 ve 600 $\mu\text{l}/100\text{ ml}$ su'da monogenik hipotez kabul edilir ($p > 0.05$) (Çizelge 4.32). Elde edilen sonuçlar spiromesifen direncinin tek bir lokustaki major bir genin kontrolünde olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.32. SPR13 popülasyonu ile yapılan $RS_{\text{♀}}XR_{\text{♂}}$ çaprazlamasında gözlenen ve beklenen ölüm oranları, x^2 ve tek gen hipotezini belirlemek için kullanılan p değerleri

Doz	Ölüm oranı (%)			
	Gözlenen	Beklenen	ax^2	p değeri
9.3750	10.7	10.7	0	1
18.75	26.7	27.35	0.015	0.902
37.50	41.3	39.3	0.101	0.751
75	54.7	50.7	1.254	0.263
150	69.3	64	0.438	0.508
300	85.3	81.3	0.196	0.658
600	100	96.65	0.116	0.733

$$ax^2 = (\text{Gözlenen ölüm oranı} - \text{beklenen ölüm oranı})^2 / \text{beklenen ölüm oranı}$$



Şekil 4.17. *Neoseiulus californicus*'un SPR13 ve hassas popülasyonlarında ve iki popülasyon arasındaki resiprokal çaprazlamalardan elde edilen F1 ve F2 dişilerinde spiromesifen için gözlenen doza bağlı ölüm oranı eğrileri

Resiprokal F1 dişilerinden ($S_{\text{♀}} \times R_{\text{♂}}$ ve $R_{\text{♀}} \times S_{\text{♂}}$) elde edilen doz-ölüm eğrilerinin ebeveyn dişi ve erkeğe ait doz-ölüm eğrilerinin arasında yer aldığı görülmektedir (Şeki 4.17). Resiprokal F2 dişilerinden ($SR_{\text{♀}} \times S_{\text{♂}}$ ve $RS_{\text{♀}} \times R_{\text{♂}}$) elde edilen doz-ölüm eğrileri incelendiğinde ise yine eğrilerin ebeveyn dişi ve erkeğe ait doz-ölüm eğrilerinin arasında yer aldığı fakat, SRS tipi çaprazlamadan elde edilen eğrinin hassas popülasyon eğrisine daha yakın iken RSR tipi çaprazlamadan elde edilen eğrinin de dirençli popülasyon eğrisine (R) daha yakın olduğu belirlenmiştir. (Şekil 4.17). SPR13, hassas, F1 ve F2 popülasyonlarının eğimleri birbirlerine benzer bulunmuştur. Ayrıca doz-ölüm eğrilerinden anlaşılacağı üzere popülasyonlar heterojen yapıdadırlar.

Hexythiazox dirençli ve hassas *N. californicus* popülasyonları arasında yapılan resiprokal çaprazlamalar sonucu elde edilen F1 ve F2 döllerine ait LC_{50} değerleri, direnç oranları ve dominantlık dereceleri belirlenmiş ve sonuçlar çizelge 4.33'de verilmiştir. Sonuçları incelemek gerekirse, hexythiazox için hassas ve dirençli HEX14 popülasyonlarının LC_{50} değerleri sırasıyla 3.29 ve 210.09 $\mu\text{l}/100 \text{ ml}$ su olarak bulunmuştur (Çizelge 4.33). $R_{\text{♀}} \times S_{\text{♂}}$ ve $S_{\text{♀}} \times R_{\text{♂}}$ tipi resiprokal çaprazlamalarda F1 dişilerinin LC_{50} değerleri birbirinden farklı olup 138.34 ve 75.89

$\mu\text{l}/100\text{ ml}$ su olarak bulunmuştur (Çizelge 4.33). $R_{\text{♀}}X S_{\text{♂}}$ ve $S_{\text{♀}}X R_{\text{♂}}$ çaprazlamalarından elde edilen her iki F1 dişilerinde formülden hesaplanan baskınlık dereceleri ise eksik (tam olmayan) baskın (0.80 ve 0.51) olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.33. Resiprokal F1 ve F2 dişilerinde hexythiazox'a karşı belirlenen LC_{50} değerleri, direnç oranları ve dominantlık dereceleri

Popülasyon	Genotip	N*	Eğim \pm se	LC_{50} $\mu\text{l}/100\text{ ml}$ (güven aralığı)	RR**	D***
Hassas	S	604	1.601 \pm 0.135	3.29 (2.63-4.02)	-	
HEX14	R	600	1.413 \pm 0.141	210.09 (118.48-334.52)	63.84	
F1	$R_{\text{♀}}X S_{\text{♂}}$	602	1.357 \pm 0.121	138.94 (110.24-174.10)	42.23	0.80
F1	$S_{\text{♀}}X R_{\text{♂}}$	603	1.834 \pm 0.153	75.89 (61.45-91.79)	23.06	0.51
F2	$S R_{\text{♀}}X S_{\text{♂}}$	601	1.719 \pm 0.119	81.43 (66.63-98.09)	24.75	
F2	$R S_{\text{♀}}X R_{\text{♂}}$	600	1.482 \pm 0.148	156.23 (120.39-197.67)	47.48	

*N: Birey sayısı

**RR: Direnç oranı

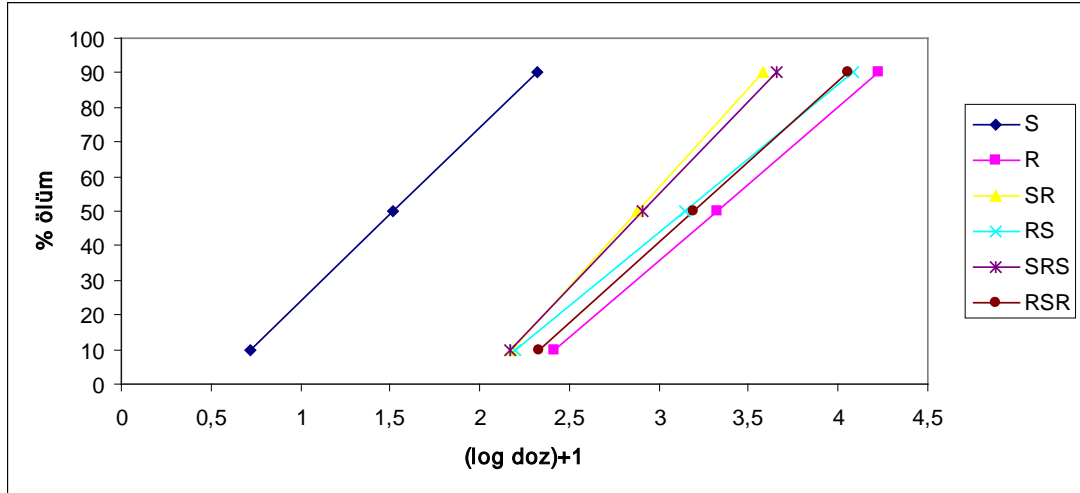
***D: Dominantlık derecesi

Hexythiazox için yapılan çalışmada serbestlik derecesi 1'e göre olan χ^2 testine göre F2 dişileri için (R X S)F1 (♀) ve R (♂) arasında yapılan çaprazlamada 15.62, 31, 62.5, 125, 250, 500 ve 1000 $\mu\text{l}/100\text{ ml}$ su'da monogenik hipotez kabul edilir ($p > 0.05$) (Çizelge 4.33). Elde edilen sonuçlar spiromesifen direncinin tek bir lokustaki major bir genin kontrolünde olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.34. HEX14 popülasyonu ile yapılan $RS_{\text{♀}}XR_{\text{♂}}$ çaprazlamasında gözlenen ve beklenen ölüm oranları, x^2 ve tek gen hipotezini belirlemek için kullanılan p değerleri

Doz	Ölüm oranı (%)		ax^2	p değeri
	Gözlenen	Beklenen		
15.62	12	12.65	0.033	0.856
31	28	27.35	0.015	0.813
62.5	44	46	0.086	0.769
125	60	62	0.064	0.800
250	76	78	0.051	0.821
500	90.7	91.85	0.014	0.906
1000	100	100	0	1

$$ax^2 = (\text{Gözlenen ölüm oranı} - \text{beklenen ölüm oranı})^2 / \text{beklenen ölüm oranı}$$



Şekil 4.18. *Neoseiulus californicus*'un HEX14 ve hassas popülasyonlarında ve iki popülasyon arasındaki resiprokal çaprazlamalardan elde edilen F1 ve F2 dişilerinde hexythiazox için gözlenen doza bağlı ölüm oranı eğrileri

Resiprokal F1 dişilerinden ($S_{\text{♀}}XR_{\text{♂}}$ ve $R_{\text{♀}}XS_{\text{♂}}$) elde edilen doz-ölüm eğrilerinin ebeveyn dişi ve erkeğe ait doz-ölüm eğrilerinin arasında yer aldığı görülmektedir (Şeki 4.18). Resiprokal F2 dişilerinden ($SR_{\text{♀}}XS_{\text{♂}}$ ve $RS_{\text{♀}}XR_{\text{♂}}$) elde edilen doz-

ölüm eğrileri incelendiğinde ise yine eğrilerin ebeveyn dişi ve erkeğe ait doz-ölüm eğrilerinin arasında yer aldığı fakat, SR♀XS♂ tipi çaprazlamadan elde edilen eğrinin hassas popülasyon eğrisine daha yakın iken RS♀XR♂ tipi çaprazlamadan elde edilen eğrinin de dirençli popülasyon eğrisine (R) daha yakın olduğu saptanmıştır (Şekil 4.18). HEX14, hassas, F1 ve F2 popülasyonlarının eğimleri birbirlerine benzer bulunmuştur. Ayrıca doz-ölüm eğrilerinden anlaşılacağı üzere popülasyonlar heterojen yapıdadırlar.

4.6. Dirençli ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının ovipozisyon süreleri, ömür uzunlukları ile bıraktığı günlük ve toplam yumurta sayıları sonuçları

Hexythiazox dirençli HEX14 ve hassas *N. californicus* bireylerinin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, bıraktıkları günlük ve toplam yumurta sayıları ve buna bağlı olarak saptanan ergin ömürleri Çizelge 4.35’de verilmiştir. Dirençli popülasyonda hassas popülasyona göre ovipozisyon süresinin yaklaşık beş gün, ergin ömrünün ise yaklaşık üç gün arttığı belirlenmiştir. Hexythiazox dirençli HEX14 popülasyonu ve hassas popülasyonu karşılaştırıldığında postovipozisyon süresi hariç preovipozisyon, ovipozisyon, ortalama yumurta sayısı/dişi ve ergin ömrü değerleri istatistiki olarak farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.35. Hexythiazox dirençli HEX14 ve hassas *Neoseiulus californicus* dişilerinin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon süreleri, ergin ömrü ve dişi başına bırakılan ortalama yumurta sayısı (Gün, Ort. ± S.H)

Popülasyon	n	Preovipozisyon	Ovipozisyon	Postovipozisyon	Ortalama yumurta sayısı / dişi	Ergin ömrü
HEX14	50	0.9±0.03a	19.1±0.14a	0.0±0.00	36.4±0.51a	24.1±0.14a
Hassas	50	0.4±0.07b	14.6±0.23b	0.0±0.00	28.8±0.40b	21.6±0.23b

Sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (P<0.05).

Spiromesifen dirençli SPR13 ve hassas *Neoseiulus californicus* bireylerinin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, bıraktıkları günlük ve toplam

yumurta sayıları ve buna bağlı olarak saptanan ergin ömürleri Çizelge 4.36’da verilmiştir. Dirençli popülasyonda hassas popülasyonla karşılaştırıldığında ovipozisyon süresinin yaklaşık dört gün, ergin ömrünün ise yaklaşık bir gün arttığı belirlenmiştir. Spiromesifen dirençli SPR13 popülasyonu ve hassas popülasyonu karşılaştırıldığında postovipozisyon süresi hariç preovipozisyon, ovipozisyon, ortalama yumurta sayısı/dişi ve ergin ömrü değerleri istatistiki olarak farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Spiromesifen dirençli SPR13 ve hassas *Neoseiulus californicus* dişilerinin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon süreleri, ergin ömrü ve dişi başına bırakılan ortalama yumurta sayısı (Gün, Ort. \pm S.H)

Popülasyon	n	Preovipozisyon	Ovipozisyon	Postovipozisyon	Ortalama yumurta sayısı / dişi	Ergin ömrü
SPR13	50	0.8 \pm 0.05a	13.7 \pm 0.32a	0.0 \pm 0.06	36.0 \pm 0.90a	19.7 \pm 0.30a
Hassas	50	0.3 \pm 0.06b	12.7 \pm 0.23b	0.0 \pm 0.00	29.3 \pm 0.54b	18.8 \pm 0.22b

Sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (P<0.05).

4.7. Dirençli ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının yaşam çizelgelerinin oluşturulması

Hexythiazox ve spiromesifen direncinin *Neoseiulus californicus*’un ergin öncesi dönemlerinin gelişme sürelerine, ölüm oranlarına etkisi ve ergin öncesi dönemlerini tamamlayarak ergin hale gelen avcı akarın preovipozisyon, ovipozisyon ve postovipozisyon süreleri ile bırakılan yumurta sayılarına etkisinin incelendiği denemelerden elde edilen verilerden yararlanılıp, hassas *Neoseiulus californicus*’dan elde edilen verilerle karşılaştırılarak hexythiazox ve spiromesifen dirençli *Neoseiulus californicus* popülasyonları için ayrı ayrı yaşam çizelgeleri hazırlanmıştır.

Avcı akarın yaşam çizelgelerinde kullanılan en önemli parametreler olan; “net üreme gücü (R_o)”, “kalıtsal üreme yeteneği (r_m)”, “popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT)” ve ortalama döl süresi (T_o)” hesaplanarak Çizelge 4.37 ve 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.37 incelendiğinde, bir dişinin ovipozisyon süresince bıraktığı toplam dişi sayısını gösteren parametre “net üreme gücü (R_o)” ve popüasyon artışını gösteren en önemli parametrelerden biri olan “kalıtsal üreme yeteneği (r_m)” değerlerinin HEX14 ve hassas popülasyon arasındaki farkı istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.37. Hexyiazox dirençli HEX14 ve hassas *Neoseiulus californicus*'un net üreme gücü (R_o), kalıtsal üreme kapasitesi (r_m), ortalama döl süresi (T) değerleri, popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT), üreme gücü sınırı (λ) ve eşey oranları

Popülasyon	R_o (dişi/dişi)	r_m (dişi/dişi/gün)	DT(gün)	λ (birey/dişi/gün)	T(gün)	Eşey oranı $\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$
HEX14	35.0±0.055a	0.35 ± 0.01a	1.92	1.43	9.8	0.68
Hassas	23.6±0.056b	0.31 ± 0.01b	2.16	1.37	9.8	0.66

Sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($P<0.05$).

Çizelge 4.38 incelendiğinde, bir dişinin ovipozisyon süresince bıraktığı toplam dişi sayısını gösteren parametre “net üreme gücü (R_o)” ve popüasyon artışını gösteren en önemli parametrelerden biri olan “kalıtsal üreme yeteneği (r_m)” SPR13 ve hassas popülasyon arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.38. Spiromesifen dirençli SPR13 ve hassas *Neoseiulus californicus*'un net üreme gücü (R_0), kalıtsal üreme kapasitesi (r_m), ortalama döl süresi (T) değerleri, popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT), üreme gücü sınırı (λ) ve eşey oranları

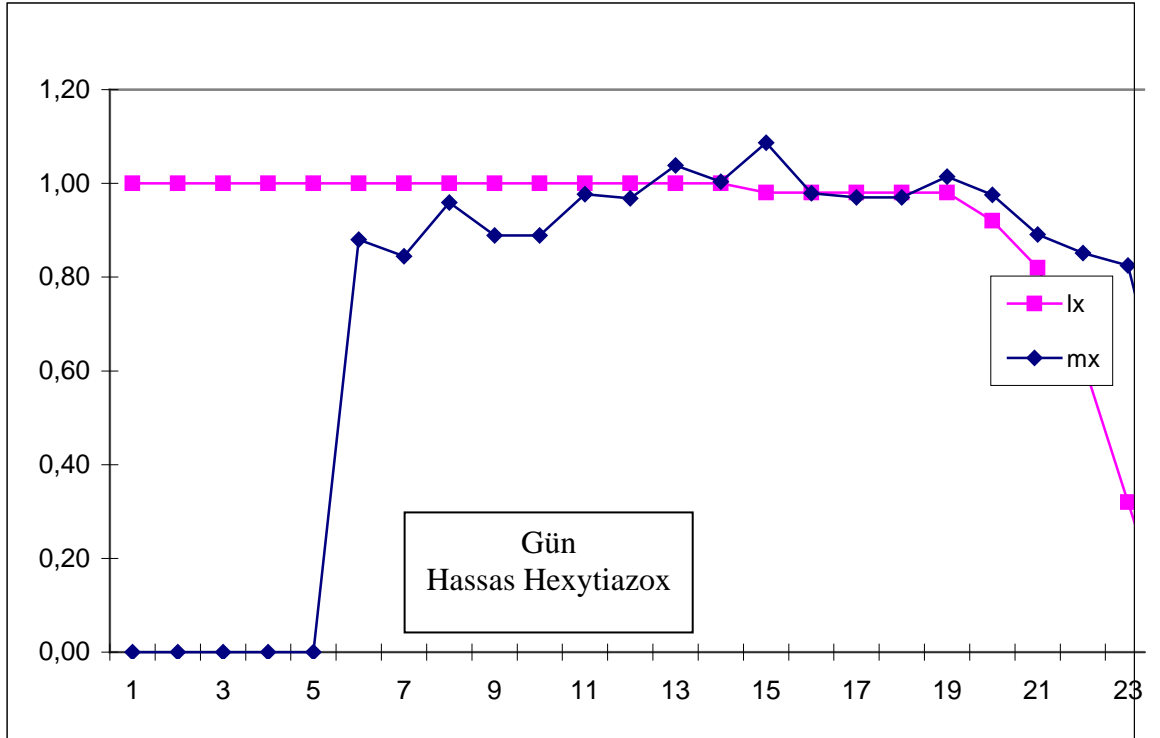
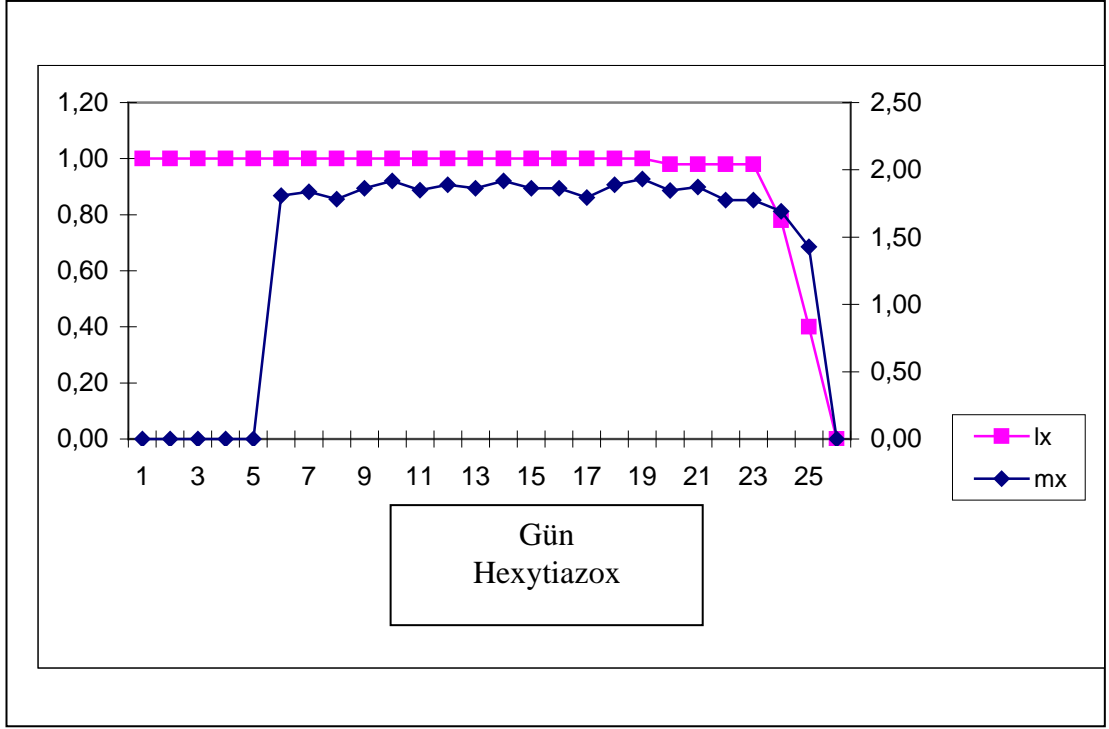
Popülasyon	R_0 (dişi/dişi)	r_m (dişi/dişi/gün)	DT(gün)	λ (birey/dişi/gün)	T(gün)	Eşey oranı $\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$
SPR13	26.5±0.094a	0.32±0.01a	2.07	1.39	9.8	0.73
Hassas	19.4±0.064b	0.30±0.02b	2.27	1.35	9.7	0.66

Sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ($P < 0.05$).

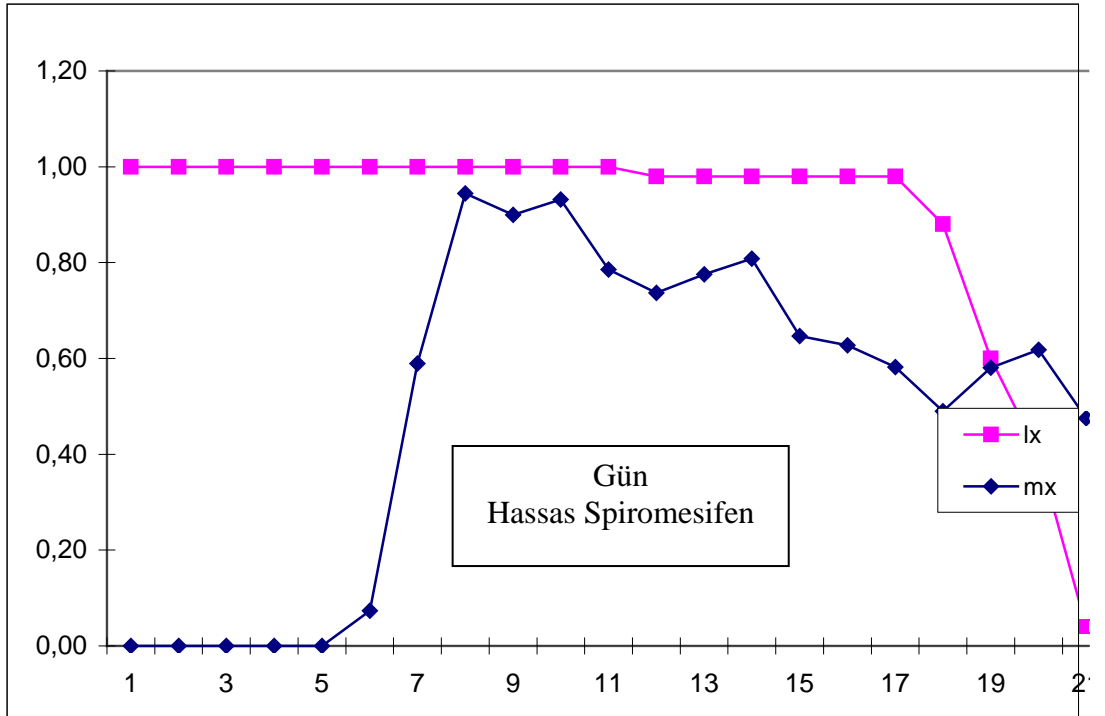
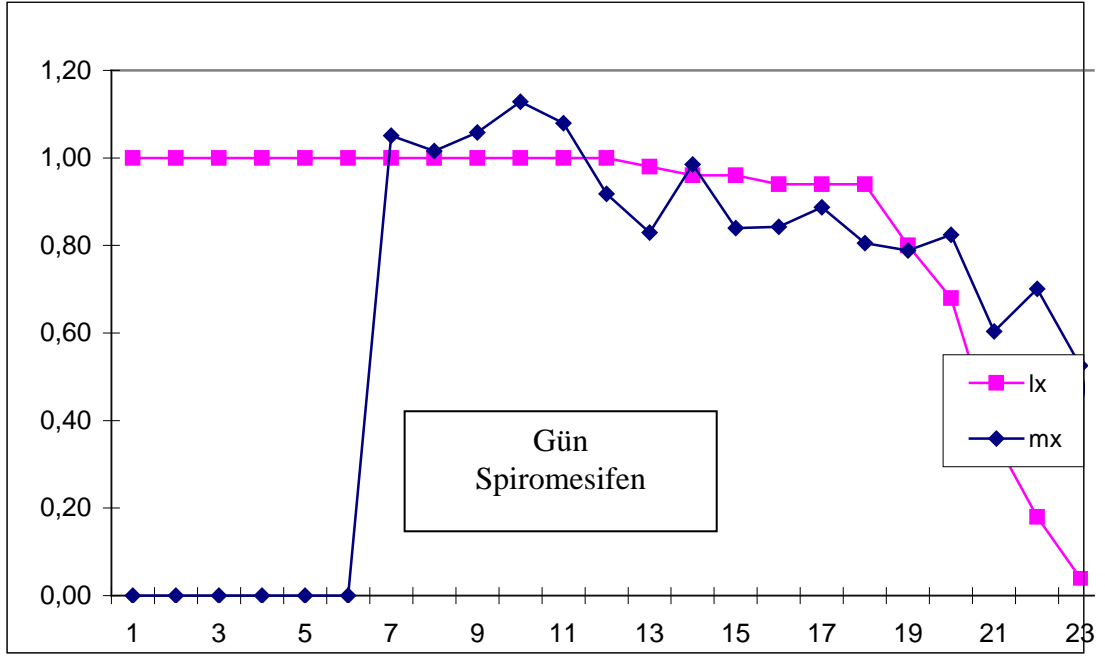
Sonuç olarak; elde edilen tüm veriler göz önüne alındığında, hexythiazox ve spiromesifen gibi yaygın kullanılan iki akar site karşı direnç geliştirilen avcı akar *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının ve hassas popülasyonun tüm biyolojik dönemlerinin gelişme süreleri ve ergin dişilerin bırakmış olduğu dişi yavru sayıları belirlenmiştir. Böylece hexythiazox ve spiromesifen direncinin *Neoseiulus californicus* dişilerinin üreme kapasitesi üzerine etkileri belirlenmiştir.

HEX14 ve hassas popülasyon ile yapılan çalışma sonucunda elde edilen verilere göre hexythiazox direncinin *Neoseiulus californicus*'un preovipozisyon, ovipozisyon, ergin ömrü, net üreme gücü ve kalıtsal üreme kapasitesi gibi yaşam çizelgesi parametrelerinde olumlu bir etki gösterdiği ve HEX14 ile hassas popülasyon arasındaki yapılan karşılaştırmada değerlerin istatistik olarak farklı buldukları belirlenmiştir. SPR13 ve hassas *N. californicus* popülasyonları arasında yapılan karşılaştırmada da benzer sonuçlar bulunmuştur.

Bu sonuçlar göz önüne alındığında, zararlı akar türlerinin önemli bir avcısı olan ve özellikle kapalı üretim alanlarında biyolojik mücadelede sıkça kullanılan *N. californicus*'da hexythiazox ve spiromesifen ile dirençli popülasyonlarında dirençsiz popülasyona göre bırakılan yumurta sayıları, ergin ömrü, net üreme gücü ve kalıtsal üreme kapasitesi değerleri gibi yaşam çizelgesi parametrelerinde artış görülmüştür.



Şekil 4.19. HEX14 ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının yaşam eğrisi ve dişi başına bırakılan dişi yavru sayısı



Şekil 4.20. SPR13 ve hassas *Neoseiulus californicus* popülasyonlarının yaşam eğrisi ve dişi başına bırakılan dişi yavru sayısı

Şekil 4.19'da HEX14 ve hassas *N.californicus* popülasyonlarının yaşam eğrisi ve dişi başına bırakılan dişi yavru sayısı grafikleri verilmiştir. Hexythiazox dirençli HEX14

popülasyonu ile hassas popülasyon karşılaştırıldığında, HEX14 popülasyonunun yaşam süresi ve ve dişi başına bırakılan yavru sayısının hassas popülasyona göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.20’de ise spiromesifen dirençli SPR13 ve hassas *N.californicus* popülasyonlarının yaşam eğrisi ve dişi başına bırakılan dişi yavru sayısı grafikleri verilmiştir. Yine SPR13 popülasyonunun da hassas popülasyona göre yaşam süresinin ve dişi başına bırakılan yumurta sayısının daha fazla olduğu belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada da zararlı kırmızıörümceklerin önemli ve etkili bir avcısı olan *N. californicus*'un arazi ve laboratuvar koşullarında bazı ilaçlara karşı direnç geliştirme özellikleri ve direnç mekanizmaları biyoassay ve biyokimyasal yöntemlerle belirlenmiştir. Direncin avcı akarın bazı biyolojik özellikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Isparta'da yoğun elma üretimi yapılan alanlardan toplanan 14 farklı *N. californicus* popülasyonlarının spiromesifen, spiroadiclofen, hexythiazox ve etoxazole karşı duyarlılık düzeyleri biyoassay ve biyokimyasal yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. Denemeye alınan tüm ilaçlarda arazi popülasyonlarının tamamında LC₅₀ değerlerine göre duyarlılık kaybı bulunmuştur. *N. californicus* popülasyonlarında spiromesifen'e karşı 4.35 - 7.61 kat; spiroadiclofen'e karşı 4.10 - 8.48 kat, etoxazole karşı 9.66 - 14.41 kat; hexythiazox'a karşı ise 3.75 - 9.79 arasında değişen oranlarda direnç belirlenmiştir. Tüm arazi popülasyonlarının LC₅₀ değerlerinin güven aralık sınırları hassas popülasyonun güven aralık sınırları içerisinde bulunmadığı için *N. californicus*'un arazi popülasyonların spiromesifen, spiroadiclofen, hexythiazox ve etoxazole karşı belirli oranlarda dirençli oldukları bulunmuştur. Sökeli (2005), Isparta ili ve çevresindeki elma üretimi yapılan alanlardan toplanan *T. urticae* popülasyonlarında propargite, chlorpyrifos ve abamectin için sırasıyla <1.0-1.046, 2.341-40.206 ve <1.0-1.387 kat direnç belirlemişlerdir. Suh et al. (2006), sera ve elma bahçesinden toplanan *T. urticae* popülasyonlarında fenpyroximate ve pyridaben direnç oranlarını saptamışlardır. Yorulmaz vd. (2010), elma bahçelerinden topladıkları 13 adet *T. urticae* popülasyonunda cyhexatin'e karşı 1.24-3.36 kat, propargite karşı ise 1.23-3.18 kat arasında değişen direnç tespit etmişlerdir. Mugo et al. (2011), chlorpyrifosa karşı *E. kenya*'nın popülasyonlarında 1-10 kat arasında değişen direnç bulmuşlardır. Tirello et al. (2012), bağ alanları ve elma bahçelerinden toplanan dört farklı *K. aberrans* popülasyonlarında 1.85-6.83 arasında değişen katlarda chlorpyrifos direnci belirlemişlerdir.

N. californicus'un arazi popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri incelendiğinde, popülasyonların belirlenen eğimleri küçük değere sahip oldukları için hassas popülasyonda dahil olmak üzere tüm popülasyonların heterojen yapıda oldukları belirlenmiştir. Hassas popülasyon grafiğın solunda yer alırken popülasyonların çoğu denemeye alınan ilaçlar için çizilen logaritmik doz-% ölüm grafiklerinde grafiğın sağıında yer almışlardır. Logaritmik doz-% ölüm doğrusunun eğimi toksikanta karşı ölümün ölçüsüdür. Popülasyondaki bireylerin genetik özelliklerindeki varyasyon miktarı ne kadar az ise doz artışına karşı ölüm sayısı o ölçüde artacaktır veya azalacaktır. Eğer eğim dik ise dozda hafif bir değışme ölümde büyük bir değışmeye neden olur (Ay, 2001). *N. californicus*'un arazi popülasyonlarının heterojen yapıda olması sebebiyle birim dozda meydana gelen değışmede az ölüm artışı meydana gelecektir. Dolayısıyla bu popülasyonların üzerindeki ilaçların seleksiyon baskısı devam ettikçe duyarlılık kaybının artacağı anlamına gelmektedir. Bu tür popülasyonlar tarlada ilaçlara maruz bırakıldıkça direnç oranı yükselebilir.

Benzer çalışmalar incelenecek olursa, Thistlewood et al. (1992), yaptıkları çalışmada elma bahçelerinden topladıkları avcı akar *A. fallacies*'de daldırma yöntemine göre P8 ve GBI popülasyonlarında LC₅₀ değerleri 5.5 ve 46.6 ppm belirlemişlerdir. Daldırma yöntemine göre her iki popülasyonda da doz-ölüm regresyon eğrisi benzer eğimlerle linear olarak bulunmuştur. Petri kabı metoduna göre ise P8 popülasyonunu LC₅₀ değeri 2.8 ppm doz-ölüm regresyon eğrisi linear olarak belirlenmiştir. Ancak GBI popülasyonunda LC₅₀ değeri 12.7 ppm ve popülasyonun %66'sının hassas %33'ünün ise dirençli bireylerden oluştuğı bulunmuştur. Cloyd (2006), *N. californicus* ve *P. persimilis*'de chlorfenapyr, spiromesifen ve bifenazate akarisitlerinin lethal etkilerini petri kabı-ilaçlama kulesi metodu kullanarak belirledikleri çalışmada, chlorfenapyr, spiromesifen ve bifenazate *N. californicus* üzerinde toksik bir etki göstermezken; *P. persimilis* bireyleri üzerine zararlı olmuştur. Barbar et al. (2007) *T. exhilaratus* için dimethomorph + mancozeb'e karşı 1.37 kat, chlorpyrifos-ethyl'e karşı 19.77 kat direnç gelişimi, *T. phialatus* ise her iki ilaca karşı direnç gelişimi belirlemişlerdir. Bonafos et al. (2007) bağ alanlarından topladıkları *T. pyri* ve *A. andersoni*

popülasyonlarının deltamethrin, lamda-cyhalothrin ve chlorpyrifos-ethyl'e karşı orta düzeyden yüksek düzeye kadar değişen oranlarda dirençli bulmuşlardır.

Spiromesifen ve hexythiazox ilaçları ile hassas popülasyonda seleksiyon yapılmış ve elde edilen dirençli popülasyonlarda spiromesifen ve hexythiazox direnç karakterleri biyoassay ve biyokimyasal yöntemlerle belirlenmiştir. Hexythiazox ile yapılan 14 seleksiyon sonunda direnç 1 kattan 63.85 kata (HEX14 popülasyonunda), spiromesifen ile yapılan 13 seleksiyon sonunda direnç 1 kattan 52.34 kat (SPR13 popülasyonunda) yükselmiştir. Seleksiyon çalışmaları ile ilgili benzer çalışmalar incelenecek olursa, Croft et al. (1976) yaptıkları çalışmada seleksiyon sonucunda 75 kat azinphosmethyl ve 120 kat diazinon dirençli *A. fallacis* popülasyonu oluşturmuşlardır. Sato et al. (2000) *A. womersleyi* methidathion ile laboratuvarında 4 kez seleksiyon sonrası direncinin 311 kat arttığını belirlemişlerdir. Auger et al. (2005) yaptıkları çalışmada, mancozeb ile 10 kere seleksiyon yaptıkları *T. pyri*'in popülasyonunda hassas popülasyona göre direncin 73 kat arttığını rapor etmişlerdir. Sayyed et al. (2010), laboratuvar koşullarında deltamethrin ile seleksiyon sonrası 896 kat deltamethrin dirençli *C. carnae* popülasyonu oluşturmuşlardır. Bu çalışmalarda bizim çalışmamızla benzer olarak doğal düşmanların laboratuvar koşullarında direnç geliştirilebileceğini göstermektedir.

Seleksiyon popülasyonlarının logaritmik doz-% ölüm eğrileri incelendiğinde başlangıç popülasyonu olarak kullanılan hassas popülasyonun grafiğinin en solunda HEX14 ve SPR13 popülasyonlarının ise dirençli olmaları sebebiyle grafiğinin sağında yer aldıkları belirlenmiştir. Seleksiyon popülasyonlarının benzer eğim değerleri ve yatık eğim eğrilerine sahip olmaları nedeniyle heterojen yapıda oldukları görülmektedir. Özellikle HEX14 ve SPR13 popülasyonlarının heterojen yapıda popülasyonlar olmaları nedeniyle üzerlerinde hexythiazox ve spiromesifen baskısına devam edilirse duyarlılık kaybının artacağı ve daha dirençli hale gelecekleri tahmin edilebilir. Avcı akar *N. californicus*'da ilaçlara karşı seleksiyon ve direnç mekanizmasını belirlemeye yönelik çalışmalar dünyada ve ülkemizde yapılmamıştır. Ancak sonuçlar göz önüne alındığında avcı akar *N. californicus*'ın elma bahçelerinde

akarlara karşı kullanılan spiromesifen ve hexythiazox'a karşı laboratuvar koşullarında yüksek oranda direnç geliştirdiği görülmektedir.

2010 ve 2011 yıllarında elma bahçelerinden toplanan avcı akar popülasyonlarında esteraz enzimi hassas popülasyona göre <1-1.36 kat, GST enzimi <1-1.67 kat, AChE enzimi <1-3.21 arasında değişmiştir. P450 enzimi ise sadece 2011 yılı popülasyonlarında değerlendirilmiştir ve <1-1.74 kat arasında bulunmuştur. Esteraz enziminin elektroforetik incelemesinde ise elma bahçelerinden toplanan *N. californicus*'un arazi popülasyonları ile hassas popülasyonun esteraz enzimi yaklaşık ya aynı düzeyde olmuştur, ya da bantlar biraz daha koyu boyanmıştır. Spiromesifen ile seleksiyon yapılan SPR13 popülasyonunda başlangıç popülasyonuna göre 2.74 kat, GST 3.09 kat, P450 2.17 kat ve AChE 2.50 artmıştır. Hexythiazox ile seleksiyon sonucu elde edilen HEX14 popülasyonunda ise başlangıç popülasyonuna göre esteraz 3.22 kat, GST 2.35 kat, P450 2.02 kat ve AChE 3.34 kat artmıştır.

Sinerjistler ile yapılan çalışmalarda ise 2010 ve 2011 yılı popülasyonlarında spirodiclofen ile ilgili sinerjistik oranlar, IBP için 0.97-1.90 kat, DEM için 0.80-1.76 kat, PBO için 0.75-3.18 kat arasında değişmiştir. Arazi popülasyonlarından sadece Gelendost-8 popülasyonunda spirodiclofen+IBP'nin sinerjistik etkisi 1'in altında çıkmış ve diğerlerinin oranı 1'in üzerinde bulunmuştur. Spirodiclofen+IBP'nin 1'in üzerinde sinerjistik etki gösterdiği popülasyonlarda da güven aralığına göre sadece Eğirdir-Boğazova, Gelendost-1 ve Eyüpler-1 popülasyonunda sinerjistik etki önemli derecede farklı bulunmuştur. IBP sinerjistinin inhibitörü olduğu esteraz enzimi miktarı bu üç popülasyonda hassas popülasyonla istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. Kumral et al. (2011), yaptıkları çalışmada Avrupa kırmızıörümceği *P. ulmi* ve avcısı *S. gilvifrons* parathion-methyl ve bifenthrin direnciyle karboksilesteraz ve GST enzim aktivitelerini araştırdıkları çalışmada, *P. ulmi* ve avcısı *S. gilvifrons*'da parathion-methyl direnci, karboksilesteraz enzim seviyesi ve AChE hassasiyetini benzer bulmuşlar ve avcının arazi koşullarında ilaçlara karşı direnç geliştirebileceği belirtilmiştir.

Spirodiclofen+DEM'in birlikte uygulanması sonucu belirlenen sinerjistik oranı Gelendost-8, Gökdere ve Eyüpler-2 popülasyonlarında 1'in altında bulunmuş ve bu

popülasyonlar (Ağılköy-1 hariç) diğer popülasyonlara göre en düşük direnç oranına sahip olmuşlardır. Spirodiclofen+DEM'in sinerjistik oranı 1'in üzerinde çıkan popülasyonlarda sadece Eğirdir-Boğazova'da güven aralıklarına göre DEM'in sinerjistik etkisi önemli bulunmuştur. Eğirdir-Boğazova popülasyonu spirodiclofen'e en yüksek direnç (8.48 kat) gösteren popülasyondur (Gelendost 3 hariç, 8.60 kat). DEM sinerjistikinin inhibitörü olduğu GST enzimi de en yüksek oranda Eğirdir-Boğazova popülasyonunda belirlenmiştir.

Spirodiclofen+PBO'nun sinerjistik etkisi Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Gelendost-8, Sarıidris, Eyüpler-2, Ağılköy-1 ve Yalvaç popülasyonlarında güven aralıklarına göre önemli bulunmuştur. Ancak Eğirdir-Boğazova, Eyüpler 1, Gelendost 8, Sarıidris ve Eyüpler-2 popülasyonlarının P450 enzimlerinin sonuçları değerlendirmeye alınmamıştır. Yalvaç popülasyonun P450 enzim aktivitesi hassas popülasyonunkine göre hafif yüksek çıkmasına rağmen istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. Ağılköy-1 popülasyonun P450 enzim aktivitesi ise hassas popülasyona göre önemli derecede yüksek çıkmıştır. Spirodiclofen'e en yüksek direnç gösteren popülasyonlar sırasıyla Ağılköy 1 ve Yalvaç popülasyonlarıdır. Kang et al. (2006), *B. tabaci*'nin tarla popülasyonunda methamidophos ve dichlorvos için yüksek carboxylesteraz (CAE) ve asetilkolinesteraz (AChE) aktivitesi belirlemişlerdir. *B. tabaci*'nin tarla popülasyonunda PBO ile 9 insektisit; TPP ile imidacloprid, fenvalerate, phoxim, chlorpyrifos, methamidophos' un; DEM ile avermectin ve methamidophos' un birlikte uygulanmaları sonucunda yüksek sinerjistik oranı bulmuşlardır. Bizim çalışmamıza benzer olarak arazi popülasyonlarında PBO sinerjistik etkisi yüksek çıkmıştır.

Elma bahçelerinden 2010 ve 2011 yılında toplanan *N. californicus* popülasyonlarının AChE enzim aktiviteleri ve direnç oranları birlikte değerlendirildiğinde, 2010 yılında AChE enzim aktivitesi hassas popülasyon ve Eyüpler-1 popülasyonun da en az seviyede bulunmuş ve aynı grup içerisinde yer almıştır. *N. californicus*'un diğer arazi popülasyonlarında ise yüksek bulunmuş ve bunlar ile istatistiki olarak farklı grupta yer almıştır. Sarıidris ve Eyüpler-2 popülasyonlarında en yüksek AChE enzim aktivitesine sahip olmuşlar ve istatistiki olarak farklı grupta yer almıştır. Elma

bahçelerinden 2011 yılında toplanan popülasyonlardan ise Atabey 1 ve Ağlıköy-2 popülasyonlarında hassas popülasyona göre yüksek AChE aktivitesi belirlenmiş ve istatistiki olarak hassas ve diğer popülasyonlardan farklı grup oluşturmuşlardır. Hassas popülasyon ile *N. californicus*'un diğer popülasyonları ise AChE aktivitesi bakımından istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde spirodiclofen'e yüksek direnç gösteren popülasyonlarda yüksek AChE aktivitesi belirlenmiştir. Örneğin en yüksek enzim aktivitesine sahip Sarıidris ve Eyüpler-2 popülasyonunda (sırasıyla 3.21, 2.35 kat) sırasıyla en yüksek ikinci spirodiclofen direnci (8.29) ve beşinci spirodiclofen direnç oranına sahiptir. Anber and Overmeer (1988), *A. potentillae*'de substrat olarak acetylthiocholine kullanarak S ve A ırklarında 0.71 kat ve 0.35 kat asetilkolinesteraz enzimi belirlemişlerdir.

Hexythiazox ilacı ile IBP sinerjisinin sinerjistik oranları 0.82-2.32 kat, DEM sinerjisinin 0.81-2.62 kat, PBO sinerjisinin 1.11-3.15 kat arasında değişmiştir. Hexythiazox+IBP'nin birlikte uygulanması sonucu elde edilen sinerjistik oranları güven aralıklarına göre Gelendost-8 ve Sarıidris popülasyonlarında önemli bulunmuştur (sırasıyla 1.71 ve 2.32 kat). *N. californicus*'un diğer arazi popülasyonlarında ise hexythiazox+IBP sinerjistik oranı sinerjistsiz uygulamaya göre önemli bulunmamıştır. Gelendost-8 ve Sarıidris popülasyonları hexythiazox'a karşı 4. ve 5. sırada yüksek direnç oranlarına sahiptirler. Gelendost-8 popülasyonu 2010 yılı popülasyonları içinde en yüksek esteraz enzimi aktivitesine sahiptir ve hassas dahil diğer popülasyondan farklı bir grup içerisinde yer almıştır. Sarıidris popülasyonu ise esteraz enzimi aktivitesi bakımından hassas popülasyonla aynı grup içerisinde yer almıştır.

Hexythiazox+DEM'in birlikte uygulanması sonucu belirlenen sinerjistik oranları güven aralıklarına göre değerlendirildiğinde, sinerjistsiz uygulamaya göre Eyüpler-1, Gelendost-1 ve Gelendost-3 popülasyonlarında sinerjistik etki önemli bulunmuştur (sırasıyla 2.62, 1.77ve 1.81). DEM sinerjisinin inhibitörü olduğu GST enzimi aktivitesi Eyüpler-1 popülasyonunda en yüksek seviyede belirlenmiş ve istatistiki olarak hassas popülasyondan farklı olmuştur. Gelendost-1 ve Gelendost-3 popülasyonlarında ise GST enzimi hassas popülasyona göre düşük çıkmıştır ve

istatistiki olarak farklı grupta yer almışlardır. Booth et al. (2007), tarla ve laboratuvar koşullarında, lambda-cyhalothrin ve dimethoate'nin *R. padi* ve afitin predatörü olan *M. tasmaniae* üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, kolinesteraz enzimi dimethoate direncini etkilerken; GST enziminin lambda-cyhalothrin ve dimethoate üzerine etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Hexythiazox+PBO'nun birlikte uygulanması sonucu belirlenen sinerjistik oranları güven aralıklarına göre değerlendirildiğinde sinerjistsiz uygulamaya göre Eğirdir-Boğazova, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost -8, Atabey-1, Ağılıköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonlarında sinerjistik etki önemli bulunmuştur. Eğirdir-Boğazova, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8, Atabey-1, Ağılıköy-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonlarında hexythiazox+PBO sinerjistik oranları sırasıyla 1.84, 1.92, 1.66, 2.06, 1.96, 3.15, 2.59 ve 2.40 kat bulunmuştur. Eğirdir-Boğazova, Gelendost-1, Gelendost-3, Gelendost-8 popülasyonlarının P450 enzimleri değerlendirilememiştir. Gönen ve Yalvaç popülasyonlarında P450 enzim seviyesi hassas popülasyonla aynı bulunmuş ve bu popülasyonlar istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. Ancak Atabey-1 ve Ağılıköy-2 popülasyonlarında P450 enzim seviyesi hassas popülasyona göre daha düşük çıkmıştır. Enzim seviyesindeki bu sonuçlar PBO sinerjisti ile yapılan çalışmalarla uyum göstermemektedir. Kim et al. (2006), 240 kat pyridaben dirençli *T. urticae*'de fenpyroximate için 373 kat, acrinathrin için 329 kat, benzoximate için 84 kat direnç tespit belirlenmiştir. Sinerjistik çalışmalarında PBO'nin pyridaben direnci üzerinde büyük etkisi olduğu saptanmıştır.

Hexythiazox ile 14 kez seleksiyon sonucu elde edilen HEX14 popülasyonunda hassas (başlangıç) popülasyona göre esteraz enziminin 3.22 kat, P450 enziminin 2.02 kat, GST enziminde 2.35 kat ve AChE enziminde 3.34 kat yükselmiştir. Hexythiazox+ IBP, hexythiazox+ PBO ve hexythiazox+ DEM yapılan çalışmalar sonucunda sırasıyla 3.25 kat, 1.71 kat ve 1.98 kat sinerjistik etki oranları bulunmuştur. Güven aralıklarına göre sadece hexythiazox+IBP'nin sinerjistik etkisi önemli bulunmuştur. Ayrıca HEX14 popülasyonunun elektroferez bantlarının hassas popülasyonunun elektroferez bantlarına göre kalınlaştığı belirlenmiştir. Rauch and Nauen (2003), 13 kat spirodiclofen dirençli *T. urticae*'nin popülasyonunda 1.2 kat

karboxilesteraz, 1.2 kat GST ve 2.1 kat monooxygenaz enzim aktivitesinin arttığını belirlemişlerdir. Kwon et al.(2010), 3568 kat monocrophos dirençli (AD) ve hassas (PyriF) *T. urticae* popülasyonlarında P450 monoksigenaz enzim aktivitesi arasında fark olmadığını belirlemişlerdir. Asetilkolinesteraz enzim aktivitesinde ise AD popülasyonunda hassas popülasyonla karşılaştırıldığında 90.6 kat AChE enzim aktivitesi belirlemişlerdir. Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında, HEX14 popülasyonunda hexythiazox direnç gelişiminde özellikle esteraz enzimi önemlidir; ancak AChE, GST ve P450 enzimlerindeki artış göz önüne alındığında hexythiazox direncinde bu enzimlerin de rolü olabileceği düşünülmektedir. Hexythiazox direncinde asıl esteraz enziminin etkili olması sebebiyle IBP'nin dışındaki sinerjistler LC₅₀ değerini düşürmesine rağmen güven aralıklarına göre sinerjistsiz uygulama ile PBO ve DEM uygulamalarının farklılıkları önemli bulunmamıştır. Ancak hexythiazox seleksiyonu sonucu bütün enzimlerdeki artış önemli derecede olmuştur. Ancak arazi popülasyonlarında olduğu gibi düşük hexythiazox direncinde bu ilişkileri ortaya koymak çok zordur. Buna ilaveten hexythiazox direncinde ilave mekanizmalarda olabileceği düşünülmektedir.

Spiromesifen ilacı ile IBP sinerjistinin birlikte uygulanması sonucu belirlenen sinerjistik oranı 0.98-3.75 kat, DEM sinerjisti için 1.85-3.82 kat, PBO sinerjisti için 1.43-3.22 kat arasında değişmiştir. Spiromesifen-IBP sinerjistik oranı güven aralıklarına göre Eğirdir-Boğazova, Eyüpler-1, Gelendost-8, Gökdere, Sariidris ve Eyüpler-2 popülasyonların da önemli bulunmuştur (sırasıyla 2.62, 2.49, 3.04 2.01, 3.36 ve 3.75 kat). IBP'nin inhibitörü olduğu esteraz enzimi sadece Gelendost-8 popülasyonunda hassas'a göre önemli derecede yüksektir. Esteraz enzim aktivitesi diğer popülasyonlarda istatistiki olarak ise hassas popülasyonla aynı grup içerisinde yer almıştır. Esteraz enziminin elektroforetik bant yapıları da benzer olmuştur. Bu popülasyonların spiromisifen'e direnç oranları da 4.35-7.09 kat arasında değişmiştir.

Spiromesifen+DEM uygulamasında sinerjistik oran güven aralığına göre Eğirdir-Boğazova, Gelendost-3, Gelendost-8, Gökdere ve Eyüpler-2'de sinerjistsiz uygulamaya göre önemli bulunmuştur. DEM sinerjistinin inhibitörü olduğu GST enzimi Eğirdir-Boğazova, Gelendost-8, Gökdere ve Eyüpler-2 popülasyonlarında

hasas popülasyona göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Ancak Gelendost-3 popülasyonunda esteraz enzim aktivitesi hassas popülasyona göre daha az çıkmıştır ve istatistiki olarak farklı bir grup içerisinde yer almıştır. Bu popülasyonların direnç oranları 4.35-7.61 kat arasında değişmiştir. Fournier et al. (1987), yaptıkları çalışmada, methidathion dirençli ve hassas *P. persimilis* popülasyonlarında yaptıkları Sonuç olarak, methidathion dirençli *P. persimilis*'de methidathion direnci üzerinde GST enziminin etkili olduğunu bulmuşlardır.

Spiromisifen+PBO uygulamasında sinerjistik oran güven aralığına göre Gelendost-3, Sariidris ve Eyüpler-2 popülasyonlarında sinerjistsiz uygulamaya göre önemli bulunmuştur. Ancak PBO sinerjistinin inhibitörü olduğu P450 enzimi *N. colifornicus*'un 2010 yılı arazi popülasyonları için değerlendirmeye alınamamıştır. Fakat bu popülasyonların spiromisifen'e en fazla direnç gösteren popülasyonlar olduğunu belirtmek gerekir. Sato et al. (2007) methidathion dirençli *A. womersleyi*'de cytochrome P450 genini inceledikleri çalışmada CYP4-d geni ile monooxygenaz aktivitesi arasında önemli derecede korelasyon bulmuşlardır.

Spiromisifen ile 13 kez seleksiyon sonucu elde edilen SPR13 popülasyonunda hassas popülasyona göre esteraz enziminin 2.74 kat, P450 enziminin 2.17 kat, GST enziminde 3.09 kat ve AChE enziminde 2.50 kat artmıştır. Bu enzimlerin artışı başlangıç popülasyonuna göre önemli derece olmuştur. Ayrıca SPR13 popülasyonunun elektroforez bantlarının hassas popülasyonunun elektroforez bantlarına göre kalınlaştığı belirlenmiştir. Esteraz enziminin inhibitörü olan IBP sinerjisti ile SPR13 popülasyonunda yapılan çalışmalar sonucunda 2.54 kat sinerjistik etki oranı bulunmuş ve güven aralığına göre de önemli olmuştur. P450 enzim seviyesindeki artışı enzimin inhibitörü olan PBO sinerjisti ile yapılan çalışmalarda da desteklemektedir. Çünkü SPR13 popülasyonunda PBO sinerjisti ile yapılan çalışmalar sonucunda 3.75 kat sinerjistik etki belirlenmiştir güven aralığına göre de önemli bulunmuştur. GST enzim inhibitörü SPR13 popülasyonunda DEM sinerjistiyle yapılan çalışmalarda da 1.93 kat sinerjistik etki bulunmasına rağmen sonuçlar güven aralığına göre önemli bulunmamıştır.

Pottelberge et al. (2009), 274 kat spirodiclofen direnci geliştirilen *T. urticae* popülasyonunda spirodiclofen ve PBO, DEF sinerjistleri ile yapılan çalışma sonucunda dirençli *T. urticae* popülasyonunda P450 monoksijenaz, esteraz ve GST enzimlerinin direnç gelişiminde rol oynadığı bulunmuştur. Sato et al. (2006) 177 kat methidathion dirençli ve hassas *Amblyseius womersleyi*'de monoksijenaz aktivitesinin dirençli popülasyonda hassas popülasyona göre 3.60 kat arttığını belirlemişlerdir Sayyed et al. (2010), 896 kat deltamethrin dirençli *C. carnae* popülasyonunda esteraz ve monoksijenaz enzim seviyelerinin arttığını belirlemişlerdir.. Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında, SPR13 popülasyonunda bütün enzimlerdeki artış önemli derecede olmuştur. Bütün sonuçlar bir arada düşünüldüğünde spiromisefen direnç gelişiminde öncelikle esteraz, P450 ve AChE enzimlerinin rol oynadığı ve GST enziminin de rol oynayabileceği tahmin edilmiştir. Ancak bu ilişki *N. californicus*'un arazi popülasyonlarındaki düşük enzim düzeylerinde tam net olarak görülmemektedir.

Etoxazole ilacı ile sadece *N. californicus*'un 2011 yılı arazi popülasyonlarında çalışılmıştır. Etoxazole+IBP sinerjistinin sinerjistik oranı güven aralığına göre, Atabey-2 ve Ağilköy-2 popülasyonlarında önemli bulunmuştur (sırasıyla 2.50 ve 2.61 kat). IBP'nin inhibitörü olduğu esteraz enzimi aktivitesi Atabey-2 popülasyonunda en yüksek seviyede olmuştur ve istatistiki olarak diğerlerinden farklı olmuştur, Ağilköy 2 popülasyonunda da hassas popülasyona göre yüksek çıkmıştır, Bu popülasyonların esteraz enzim bantları da diğerlerine göre kalın çıkmıştır. Ayrıca Atabey-2 ve Ağilköy-2 popülasyonlarının direnç oranları en yüksek düzeydedir (sırasıyla 11.34-14.41 kat).

Etoxazole+DEM sinerjistinin sinerjistik oranları güven aralığına göre sinerjistsiz uygulama ile karşılaştırıldığında aradaki fark bütün *N. californicus*'un 2011 yılı arazi popülasyonları için önemsiz çıkmıştır. Etoxazole ilacının uygulandığı 2011 yılı *N. californicus* popülasyonlarının GST enzimleri Gönen popülasyonu hariç diğer popülasyonlarda hassas popülasyonla istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır.

Etoxazole+PBO sinerjisinin birlikte uygulanması sonucu belirlenen sinerjistik oranlar güven aralığına göre sinerjistsiz uygulama ile karşılaştırıldığında aradaki fark bütün *N. californicus*'un 2011 yılı arazi popülasyonlarının tamamında önemli bulunmuştur. PBO'nun inhibitörü olduğu P450 enzim sadece Ağilköy-1, popülasyonunda hassas popülasyona göre önemli derecede yüksek çıkmıştır, Atabey-2, Gönen ve Yalvaç popülasyonlarında ise hassas popülasyonla aynı seviyede bulunmuştur. Atabey-1 ve Ağilköy-2 popülasyonlarında ise hassas popülasyonun P450 enzim aktivitesine göre daha az çıkmıştır ve istatistiki olarak farklı grupta yer almıştır. Sato et al. (2001) *A. womersleyi*'de monooksijenaz inhibitörleri olan piperonyl butoxide ve 2-propynyl 2,3,6-trichlorophenyl'in methidathion dirençli ırkta yüksek derecede sinerjistik etki gösterdiğini ve oksidatif metabolizmasının arttığını ortaya koymuşlardır.

Elma bahçelerinden 2011 yılında toplanan *N. californicus* popülasyonlarının AChE enzim aktivitesi incelendiğinde, Atabey-1 ve Ağilköy-2 popülasyonlarında diğer popülasyonlara göre önemli ölçüde yüksek çıkmıştır ve istatistiki olarak farklı bir grup oluşturmuştur. Atabey-1 ve Ağilköy-2 hariç 2011 yılı diğer arazi popülasyonlarının hassas popülasyonla AChE enzimi aynı seviyede olmuştur ve istatistiki olarak da aynı grup içerisinde yer almışlardır. Bu sonuçlara göre *N. californicus*'da etoxazole direnç mekanizmasında GST enzim aktivitesinin bir rolü olmadığı tahmin edilmiştir. Ancak *N. californicus*'da etoxazole direnç mekanizmasında estera, P450 ve AChE enzimlerinin rolü olabilir. Bunların seleksiyon çalışmaları ile incelenmesinde yarar olacağı düşünülmektedir.

SPR13 popülasyonunun spirodiclofen, etoxazole, hexythiazox, propargite, clofentezine ve milbectin'e karşı oluşturduğu çoklu direnç sonuçları sırasıyla, 12.36, 11.80, 5.52, 16.65, 15.61 ve 9.10 kat olarak belirlenmiştir. Croft et al. (1976), 75 kat azinphosmethyl ve 120 kat diazinon dirençli *A. fallacis* popülasyonunda parathion ve dimethoate karşı yüksek seviyede; azinphosethyl, malathion, phosmet, methyl parathion, fenitrothion, fenthion, demeton ve phosphamidon'e karşı orta seviyede ve carbophenothion, phosalone, ethion'e karşı az seviyede çoklu direnç geliştirdiğini belirlemişlerdir. Sato et al. (2000) 311 kat methidathion dirençli *A. womersleyi*'de

acephate ve malathion'a karşı sırasıyla 20.4 ve 13.1 kat çoklu direnç belirlemiştir. HEX14 popülasyonunun spirodiclofen, etoxazole, spiromesifen, propargite, clofentezine ve milbectin'e karşı oluşturduğu çoklu direnç sonuçları sırasıyla, 8.12, 14.41, 17.96, 17.48, 12.67 ve 11.22 kat olarak belirlenmiştir. Anber and Overmeer (1988), *A. potentillae*'nin tarla popülasyonunda 781 kat propoxur, 311 kat paraoxon, 61 kat tetrachlorvinphos, 21 kat omethoate ve 19 kat azinphos-methy direnci bulmuşlardır. Sato et al. (2004), fenpyroximate dirençli *T.urticae* popülasyonunun dimethoate ve pyridaben'e karşı çoklu direnç geliştirdiğini; propargite, abemectin, milbectin, fenprothrin ve cyhexatin'e karşı ise geliştirmedini belirlemiştir. Bonofos et al. (2008) 13 *T. pyri* popülasyonunda laboratuvar koşullarında deltamethrin ve chlorpyrifos'a karşı hassasiyetin azaldığını bulmuşlardır. Ayrıca *T. pyri* popülasyonlarındaki duyarlılık azalmasının önemli olduğunu ve deltamethrin ve chlorpyrifos-ethyl arasında çapraz direnç olmadığını bildirmişlerdir.

Zararlı kırmızıörümceklerde çoklu direnç gelişimi istenmeyen bir durumdur. Çünkü çoklu direnç oluşumu ile bir zararlı aynı grup ya da farklı gruptan birçok ilaca karşı direnç geliştirebilir ve özellikle tarla koşullarında direncin yönetimi zorlaşır. Ancak doğal düşmanların çoklu direnç geliştirmesi tarla koşullarında istenilen bir durum haline dönüşebilir. *N. californicus*'un direnç mekanizmasının belirlemeye yönelik yapılan bu çalışmada, avcı akarın farklı ilaçlara karşı direnç geliştirebildiği görülmektedir. Avcı akar *N. californicus*'da ilaçlara karşı seleksiyon ve direnç oluşturma çalışmaları dünyada ve ülkemizde yapılmamıştır. Ancak seleksiyon ve çoklu direnç sonuçları göz önüne alındığında avcı akarda elma bahçelerinde akarlar karşı kullanılan birçok ilaca karşı direnç geliştirdiği görülmektedir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, spiromesifen ve hexythiazox'a direnç geliştiren *N. californicus* popülasyonlarının yoğun ilaç kullanılan elma bahçelerinde hayatta kalma olasılıkları daha yüksek olacağı düşünülmektedir.

SPR13 ve hassas popülasyon arasında yapılan $R_{\text{♀}}X_{\text{♂}}S_{\text{♂}}$ ve $S_{\text{♀}}X_{\text{♂}}R_{\text{♂}}$ çaprazlamalarından elde edilen her iki F1 dişilerinde formülden hesaplanan baskınlık dereceleri ise eksik (tam olmayan) baskın (0.67 ve 0.70) olarak bulunmuştur. $RS_{\text{♀}}X_{\text{♂}}R_{\text{♂}}$ çaprazlamasından elde edilen F2 bireylerinde yapılan ki kare test

sonuçlarına göre spiromesifen direncinin tek bir lokustaki major bir genin (monogenik) kontrolünde olabileceğini belirlenmiştir. Croft et al. (1976), 75 kat azinphosmethyl ve 120 kat diazinon dirençli *A. fallacis* popülasyonunda direncin dominant olduğu ve tek bir genle kontrol edildiğini bulmuşlardır. SPR13, hassas, resiprokal F1 ve F2 bireyelerine ait logaritmik doz-% ölüm grafiğinde popülasyonların tamamının benzer eğimlerle heterojen yapıda oldukları belirlenmiştir. Sato et al. (2004), fenpyroximate dirençli *T. urticae* popülasyonunda direnç kalıtımının monogenik olduğunu belirlemişlerdir. Auger et al. (2005), 73 kat mancozeb dirençli ve hassas *T. pyri* 'in popülasyonlarında çaprazlamalar sonucunda dominant olmadığını belirlemişlerdir.

HEX14 ve hassas popülasyon arasında yapılan $R_{\text{♀}}X_{\text{S}}^{\text{♂}}$ ve $S_{\text{♀}}X_{\text{R}}^{\text{♂}}$ çaprazlamalarından formülden hesaplanan baskınlık dereceleri ise eksik (tam olmayan) baskın (0.80 ve 0.51) olarak bulunmuştur. $RS_{\text{♀}}X_{\text{R}}^{\text{♂}}$ çaprazlamasından elde edilen ki kare test sonuçlarına göre F2 bireyelerinden elde edilen bilgiye göre hexythiazox direncinin monogenik olduğu belirlenmiştir. HEX14, hassas, resiprokal F1 ve F2 bireyelerine ait logaritmik doz-% ölüm grafiğinde popülasyonların tamamının benzer eğimlerle heterojen yapıda oldukları belirlenmiştir. Kostianen and Hoy (1995), azinphosmethyl dirençli ve hassas *A. finlandicus* popülasyonlarında F1 döllerinden elde edilen bilgiye göre azinphosmethyl direncinin tam dominant olduğunu belirlemişlerdir. Uesugi et al. (2002), 483 kat chlorfenapyr ve 100 kat etoxazole dirençli *T. urticae* popülasyonlarında chlorfenapyr direncinin tam dominant, etoxazole direncinin ise tam çekinik olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca F2 döllerinden elde edilen sonuçlarda ise, chlorfenapyr ve etoxazole dirençlerinin tek bir gen tarafından kontrol edildiği belirlemişlerdir. Sayyed et al. (2010), 896 kat deltamethrin dirençli *C. carnae* popülasyonunda direncin dominant olduğunu bulmuşlar ve deltamethrin direncinin birden fazla gen tarafından yönetildiğini belirlemişlerdir.

Hexythiazox dirençli HEX14 popülasyonunun hassas popülasyonu karşılaştırıldığında postovipozisyon süresi hariç preovipozisyon, ovipozisyon, ortalama yumurta

sayısı/dişi ve ergin ömrü değerleri istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Spiromesifen dirençli SPR13 popülasyonu ve hassas popülasyonu karşılaştırıldığında da benzer şekilde postovipozisyon süresi hariç preovipozisyon, ovipozisyon, ortalama yumurta sayısı/dişi ve ergin ömrü değerleri istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Önemli yaşam çizelgesi parametreleri olan bir dişinin ovipozisyon süresince bıraktığı toplam dişi sayısını gösteren parametre “net üreme gücü (R_o)” ve popülasyon artışını gösteren en önemli parametrelerden biri olan “kalıtsal üreme yeteneği (r_m)” değerlerinin HEX14, SPR13 ve hassas popülasyon arasındaki farkı istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, spiromesifen hexythiazox dirençlerinin *N. californicus*’un biyolojik özellikleri üzerinde olumlu etkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Doğa koşullarında dirençli avcı akarların dirençli olmayan avcı akarlara göre ovipozisyon süreleri, yumurta sayıları ve ergin ömrü gibi değerler bakımından daha etkili ve aktif olacağı söylenebilir. Bu durum avcı akarın daha uzun süre etkili bir şekilde biyolojik savaşında kullanımı anlamına gelmektedir. Fitzgerald and Solomon (2000), yaptıkları çalışmada, organofosfor dirençli ve hassas *T. pyri* popülasyonlarında preovipozisyon sürelerinin farklı olduğunu, ovipozisyon ve postovipozisyon süreleri arasında ise fark olmadığını belirlemişlerdir. Dirençli popülasyonda bırakılan yumurta sayısının hassas popülasyona göre arttığını bulmuşlardır. Bizim yaptığımız çalışmada da dirençli popülasyonlarda hassas popülasyona göre bırakılan yumurta sayısında artış belirlenmiştir. Gotoh *et al.* (2004), *N. californicus*’ da 19.4 günlük ovipozisyon süresi boyunca ortalama 41.6 adet yumurta bıraktığı ve kalıtsal üreme yeteneğinin (r_m) sıcaklık artışına bağlı olarak attığını, 20, 25 ve 30 °C de sırasıyla 0.173, 0.274, 0.340 dişi / dişi / gün olduğunu belirtmişlerdir. Hamedi *et al.* (2010), fenpyroximate’nin sublethal konsantrasyonlarının avcı akar dişilerinin ömür uzunluğu ve doğurganlık oranlarını etkilediklerini bulmuşlardır. Pahtan *et al.* (2010), insektisit dirençli *C. carnae* popülasyonunda üreme oranı, büyüme indeksi, yumurta sayısı ve popülasyonun ikiye katlanma süresi parametrelerinin hassas popülasyona göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Hamedi *et al.* (2011), abamectin’in *Pü*. plumifer*’in ömür uzunluğu ve doğurganlık oranlarını etkiledikleri bulmuşlardır. Park *et al.* (2011), *Neoseiulus*

womersleyi ve *Phytoseiulus persimilis*'de fenpyroximate ve pyridaben ile yapılan ilaçlamalar sonucunda kalıtsal üreme yeteneği (Ro) ve popülasyonun ikiye katlanma süresinde (λ) konsantrasyonlara bağlı olarak azalma belirlemiştir.

Dünyada ve ülkemizde zararlılarla tarımsal savaş çalışmalarında ilaçlar vazgeçilmez unsurlardır. Diğer savaşım yöntemleri ilaç kullanımı ile desteklenmediği takdirde zararlılardan dolayı verimde ve ürün kalitesinde azalmalar meydana gelmektedir. Fakat ilaçların çevrede yarattığı sorunlar da büyük boyutlarda olup günümüzün önemli konularındandır. Bilinçsizce kullanılan kimyasallar doğal dengenin bozulmasına, faydalı böceklerin yok olmasına, zararlıların ise doğal dengenin bozulmasından dolayı artış göstermesine yol açmaktadır. Ülkemizde ve dünyada bu nedenlerden dolayı doğal düşmanların önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle kullanılan kimyasalların doğal düşmanlar üzerindeki etkilerini belirlemek son derece önemlidir. İlaçların doğal düşmanlar üzerindeki yan etkilerinin yanı sıra predatör ve parazitoidlerin kimyasallara karşı direnç kazandığı bilinmektedir. Çünkü yoğun ilaç uygulanan alanlarda bulunan doğal düşmanlar hedef olmamalarına rağmen uygulanan kimyasallardan dolayı olarak etkilenmektedir. Bir şekilde ilaçlara karşı direnç kazanan doğal düşmanların özellikle direnç yönetim programları içerisinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, *N.californicus*'un arazi ve seleksiyon sonucu elde edilen popülasyonlarında bazı ilaçlara karşı direnç gelişimi ve direnç mekanizmaları belirlenmiştir. Özellikle ilaçların çok yoğun olarak kullanıldıkları alanlarda direnç geliştirmiş *N. californicus*'un kullanımının savaşımında daha etkili sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir. Direnç gelişimi zararlılarda istenmeyen bir durum olup, yararlı popülasyonlarda ise yoğun ilaç kullanılan alanlarda daha uzun süre hayatta kalacakları düşünüldüğü için istenilen bir durum haline dönüşmekte ve bu tür doğal düşmanların direnç yönetim programları içerisinde yer alabilmektedirler. Ancak laboratuvar koşullarında oluşturulmuş bu tür doğal düşmanların doğaya salım ve uyum çalışmalarının da mutlaka yapılması gerekmektedir. Ayrıca yapılan bu çalışma, *N. californicus*'da direnç mekanizmasının belirlenmesi adına dünyada ve ülkemizde yapılan ilk çalışma olması yönünden de önem kazanmaktadır. Bu tür

alışmalar *N. californicus*'da ilerde yapılacak olan diğer çalışmalara da altyapı hazırlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Ali, FS. and El-Laithy, AYM., 2005. Biology of the predatory mites *Neoseiulus californicus* (McG.) and *Phytoseiulus persimilis* A.-H. (Acari: Phytoseiidae) fed on *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus cucurbitacearum* (Sayed). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 15: 85-88.
- Alon, MF., Nauen R., Morin, S., 2008. Organophosphates resistance in the B-biotype of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) is associated with a point mutation in an Acel-type acetylcholinesterase and overexpression of carboxylesterase. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 38: 940-949.
- Alptekin, S., 2009. İnektisitlere dirençli *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera:Aphididae) popülasyonlarında asetilkolinesteraz geni ve sodyum kanalı geninde meydana gelen mutasyonların incelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 38 s.
- Altıhan, R. ve Uygun, R., 1999. Bazı tarımsal savaş ilaçlarının avcı böcek *Scymnus levaillanti* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)'ye etkileri. Türkiye 4.Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 553-562, Adana.
- Alzoubi, S. and Çobanoğlu, S., 2008. Toxicity of some pesticides against *T. urticae* and its predatory mites under laboratory conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science, 3:(1), 30-37.
- Ahmad, M., Rafiq, M., Arif, MI., Sayyed, AH., 2011. Toxicity of some commonly used insecticides against *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). Pakistan J. Zool., 43(6): 1161-1165.
- Anazawa, Y., Tomita, T., Aiki, Y., Kozaki, T., Konoa, Y., 2003. Sequence of a cDNA encoding acetylcholinesterase from susceptible and resistant two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Insect Biochemistry and Molecular Biology 33: 509-514.
- Anber, HAI. and Overmeer, WPJ., 1988. Resistance to organophosphates and carbamates in the predacious mite *Amblyseius potentillae* (Garman) due to insensitive acetylcholinesterase. Pesticide Biochemistry and Physiology, 31(1): 91-98.
- Anonim, 2011a. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr> (erişim tarihi: 28.12.2011).
- Anonim, 2011b. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr> (erişim tarihi: 23.12.2011).
- Anonymous, 2010a.<http://www.alanwood.net/pesticide/structures/spirodiclofen.gif>. Erişim Tarihi: 10.08.2011.

- Anonymous, 2010b. www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/Specs/docs/Pdf/hexythiazox. Erişim Tarihi: 23.10.2011.
- Anonymous, 2010c. <http://www.alanwood.net/pesticide/structures/spiromesifen.gif>. Erişim Tarihi: 12.08.2011.
- Anonymous, 2010d. www.epa.gov/opprd001/factsheets/etoxazole.pdf. Erişim Tarihi: 23.10.2011.
- Auger, P., Kreiter, S., Mattioda, H., Duriatti, A., 2004. Side effects of mancozeb on *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) in vineyards: results of multi-year field trials and a laboratory study. *Experimental and Applied Acarology*, 33: 203-213.
- Auger, P., Bonafos, R., Kreiter, S., Delorme, R., 2005. A genetic analysis of moncozeb resistance in *Typhlodromus pyri* (Acari:Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 37: 83-91.
- Ay, R., 2001. *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae)'nin değişik popülasyonlarının bazı ilaçlara karşı duyarlılıkları üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktor Tezi, 72 s.
- Ay, R. ve Gürkan, M., O., 2005. *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae)'nin değişik popülasyonlarının iki selektif akar site karşı duyarlılıkları ve duyarlılık mekanizmaları üzerinde araştırmalar. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (2): 217-223.
- Ay, R. ve Sökeli, E., 2005. Böceklerde direnç yönetimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 1-4.
- Baan, HE., Kujipers, LAM., Overmeer, WPJ., Oppenorth, FJ., 1985. Organophosphorus and carbamate resistance in the predacious mite *Typhlodromus pyri* due to insensitive acetylcholinesterase. *Experimental and Applied Acarology*, 1(1): 3- 10.
- Baffi, MA., Pereira, CD., Souza, GR., Bonetti, AM., Ceron, CB., Goullart, LR., 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.
- Barbar, Z., Tixier, MS., Kreiter, S., 2007. Assessment of pesticide susceptibility for *Typhlodromus exhilaratus* and *Typhlodromus phialatus* strains (Acari:Phytoseiidae) from vineyards in the south of France. *Exp. Appl. Acarol*, 42:95–105.
- Başpınar, H. ve Uygun, N., 1990. Doğu Akdeniz bölgesi turuncgil bahçelerinde yaygın olarak kullanılan bazı insektisitlerin *Cryptolaemus montrouzieri* Muls.

ve *Coccinella septempunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae)'ya etkileri. Türkiye 2. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 283-288, İzmir.

- Birch, LC., 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol., 17:15-26.
- Blaeser, P., Lieonart i Sitjar, M. and Sengonca, C., 2002. Laboratory studies on the development, longevity and reproduction of four *Amblyseius* predatory mite fed with *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 54: 307-311.
- Blümel, S., Pertl, C., Bakker, FM., 2000. Comparative trials on the effects of two fungicides on a predatory mite in the laboratory and in the field. Entomologia Experimentalis et Applicata, 97: 321-330.
- Bonafos, R., Serrano, E., Auger, P. and Kreiter, S., 2007. Resistance to deltamethrin, lambda-cyhalothrin and chlorpyrifos-ethyl in some populations of *Typhlodromus pyri* Scheuten and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acari:Phytoseiidae) from vineyards in the south-west of france. Crop Protection 26: 169–172.
- Bonafos, R., Vignes, V., Serrano, E., Auger, P., 2008. Resistance monitoring to deltamethrin and chlopyrifos-ethyl in 13 populations of *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari:Phytoseiidae) from vineyards in the southwest of france. Crop Protection, 27: 855-858.
- Booth, LH., Wratten, SD., Kehrli, P., 2007. Effects of reduced rates of two insecticides on enzyme activity and mortality of an aphid and its lacewing predator. J. Econ. Entomol., 100(1): 11-19.
- Bostanian, NJ. and Akalach, M., 2006. The effect of indoxacarb and five other insecticides on *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) and nymphs of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). Pest Management Science, 62: 334-339.
- Bostanian, NJ., Hardman, JM., Thistlewood, HA., Racette, G., 2010. Effects of six selected orchard insecticides on *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. Pest Manag. Sci., 66: 1263–1267.
- Bostanian, NJ., Thistlewood, HM., Hardman, JM., Racette, G., 2009. Toxicity of six novel fungicides and sulphur to *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology, 47: 63-69.
- Bowie, MH., Worrner, SP., Krips, OE., Penman, DR., 2001. Sublethal effects of esfenvalerate residues on pyrethroid resistant *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) and its prey *Panonychus ulmi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). 25: 311-319.

- Bradford, MM., 1976. A rapid and sensitiv method for the quantitation of microgramm quantities of protein utilizing the principle of protein – dye b inding. *Anal. Biochem.*, 72: 248-254.
- Bulut, HS. ve Madanlar, N., 2004. Bazı doğal pestisitlerin laboratuvarıda *Phytoseiulus persimilis* a.-h. (Acarina: Phytoseiidae)'e yan etkileri. *Türk. Entomol. Derg.*, 28(2): 115-121.
- Canlas, LJ., Amano, H., Ochiai, N. and Takeda, M., 2006. Biology and predation of the Japanese strain of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari:Phytoseiidae). *Syst. Appl. Acarol.*, 11: 141-157.
- Cardwel, G., Hoy, E., Marjorie, A., 1985. Short-term effects of permethrin and fenvalerate on oviposition by *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Economic Entomology*, 78(4): 955-959.
- Castagnoli, M. and Simoni, S., 1991. Influenza della temperature sull'incremento delle popolazioni di *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari:Phytoseiidae). *Redia*, 74: 621-640.
- Castagnoli, M. and Falchini, L., 1993. Suitability of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) as prey for *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Redia*, 76: 273-279.
- Castagnoli, M. and Liguori, M., 1994. Utilizzazione del polline per l'allevamento massale di *Amblyseius californicus* (McGregor) e *Typhlodromus exilaratus* Ragusa (Acari: Phytoseiidae). In Convegno 'Lotta biologica', Acireale 1991. G. Viggiani (ed.), pp. 139–144. Ist. Sper. Pat. Veg. Roma.
- Castagnoli, M., Simoni, S. and Pintucci, M., 1995. Response of a laboratory strain of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acarina: Phytoseiidae) to semi-natural outdoor conditions. *Redia*, 78: 273-282.
- Castagnoli, M. and Simoni, S., 1999. Effect of long-term feeding history on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 23: 217-234.
- Castagnoli, M., Liguori, M. and Simoni, S., 1999. Effect of two different host plants on biological features of *Neoseiulus californicus* (McGregor). *Internat. J. Acarol.*, 25: 145–150.
- Castagnoli, M., Angeli, G., Liguori, M., Forti, D., Simoni, S., 2002. Side effects of botanical insecticides on predatory mite *Amblyseius andersoni* (Chant). *Journal of Pest Science*, 75: 122-127.

- Castagnoli, M., Liguori, M., Simoni, S., Duso, C., 2005. Toxicity of some insecticides to *T. urticae*, *N. californicus* and *Tydeus californicus*. *BioControl*, 50, 611-622.
- Cedola, CV. and Sanchez, NE., 2003. Effect of tomato pubescence on development, survival and fecundity of *Tetranychus urticae* Koch and *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Acarologia*, 43: 255-260.
- Cloyd, AR., 2006. Compatibility of three miticides with the predatory mites *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari:Phytoseiidae). *Hort Science*, 41 (3): 707-710.
- Croft, BA., Brown, AWA. and Hoying, SA., 1976. Organophosphorus-resistance and its inheritance in the predaceous mite *Amblyseius fallacis*. *Journal Economic Entomology*, 69(1): 64-68.
- Çakır, Ş. ve Yamanel, Ş., 2005. Böceklerde insektisitlere direnç. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi*, 6(1): 21-29.
- Çakmak, İ. and Çobanoğlu, S., 2006. *Amblyseius californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Phytoseiidae), a new record for the Turkish fauna. *Turk. J. Zool.*, 30: 55-58.
- Demircan, V., Yılmaz, H. ve Binici, T., 2005. Isparta ilinde elma üretim maliyeti ve gelirinin belirlenmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(2) : 71 – 80.
- Denholm, I., Devonshire, AL., Hollomon DW., 1992. Resistance 91, Achievements and developments in combating pesticide resistance. Elsevier science publishers, 367p. England.
- Duso, C., Malagnini, V., Pozzebon, A., Castagnoli, M., Liguori, M., Simoni, S., 2008. Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to mediterranean populations of *T. urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari Tetranychide, Phytoseiidae). *Biological Control*, 47: 16-21.
- El-Laithy, AYM. and El-Sawi, SA., 1998. Biology and life table parameters of the predatory mite *Neoseiulus californicus* fed on different diet. *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 105: 532-537.
- Ersin, F. ve Madanlar, N., 2006. Sera Sebzelelerinde Kullanılan Bazı Pestisitlerin Avcı Akar *Phytoseiulus persimilis* A.-H. (Acarina: Phytoseiidae)'e Laboratuvar Koşullarında Etkileri Üzerine Araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 30 (1): 67-80.
- Escudero, LA. and Ferragut, F., 2005. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider

- mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*, 32: 378-384.
- Fitzgerald, J.D. and Solomon, M.G., 2000. Differences in biological characteristics in organophosphorus-resistant strains of the phytoseiid mite *Typhlodromus pyri*. *Experimental and Applied Acarology*, 24: 735–746.
- Feyereisen, 1999. Insect P450 enzymes. *Annu. Rev. Entomol.*, 44: 507–33.
- Fournier, D., Cuany, A., Pralavorio, M., Bride, J.M., Berge, J.B. 1987. Analysis of methidathion resistance mechanisms in *Phytoseiulus persimilis* A.H. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 28(2): 271-278.
- Georghiou, G.P., 1969. Genetics of resistance to insecticides in house flies and mosquitoes. *Exp. Parasitol.* 26: 224–255.
- Giray, H., 1977. Böceklerin insektisitlere karşı dayanıklılığı. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 1 (1): 29-38.
- Gotoh, T., Yamaguchi, K. and Mori, K., 2004. Effect of temperature on life history of the predatory mite *Amblyseius californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 32: 15–30.
- Gotoh, T., Tsuchiya, A. and Kitashima, Y., 2006. Influence of prey on developmental performance, reproduction and prey consumption of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 40: 189-204.
- Hamamura, T., 1986. Studies on the biological control of Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida by the chemical resistant predacious mite, *Amblyseius longispinosus* (Evans) in tea fields (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Bulletin of the National Research Institute of Tea*, 21: 121-202.
- Hamed, N., Fathipour, Y., Saber, M., 2010. Sublethal effects of fenpyroximate on life table parameters of the predatory mite *Phytoseius plumifer*. *BioControl*, 55:271–278.
- Hamed, N., Fathipour, Y., Saber, M., 2011. Sublethal effects of abamectin on the biological performance of the predatory mite, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 53:29–40.
- Hollingworth, R.M. and Dong, K., 2008. The biochemical and molecular genetic basis of resistance to pesticides in arthropods. (Global pesticide resistance in arthropods, Ed: Whaloon, M.E., Mota-Sanchez, D. And Hollingworth, R.M.), 40-90, Cromwell, UK.

- Holt , KM., Opit, GP., Nechols, JR., Margolies, DC., 2006. Testing for non-target effects of spinosad on twospotted spider mites and their predator *Phytoseiulus persimilis* under greenhouse conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 38: 141-149.
- Hoskins, WM., 1960. Use of the dosage-mortality curve in quantitative estimation of insecticide resistance. *Miscellaneous Publication of the Entomological Society of America*, 2(1): 85-91.
- Hoskins, WM. and Gordon, HT., 1956. Arthropod resistance to chemicals. *Annual Review of Entomology*, 1: 89-122.
- Hoy, MA., Westgard, PH., Hoyt, SC., 1983. Release and evaluation of a laboratory-selected, pyrethroid-resistant strain of the predaceous mite *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) in southern oregon pear orchards and a Washington apple orchard. *Journal of Economic Entomology*, 76 (2): 383-388.
- Howe, RW, 1953. The rapid determination of the intrinsic of increases of an insect population . *Annals of Applied Biology*, 40: 134-151.
- Irigaray, FJ. and Zalom, FG., 2006. Side effects of five new acaricides on the predator *Galendromus occidentalis* (acari, phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 38: 229-305.
- Irigaray, F.J., Zalom, F.G., Thompson, P.B., 2007. Residual Toxicity of Acaricides to *Galendromus occidentalis* and *Phytoseiulus persimilis* Reproductive Potential. *Biological Control*, 40: 153-159.
- James, DG., 2003. Toxicity of imidacloprid to *Galendromus occidentalis*, *Neoseiulus fallacis* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) from hops in Washington State, USA. *Experimental and Applied Acarology*, 31: 275-281.
- Kang, C., Y., Wu, G., Miyata, T., 2006. Synergism of enzyme inhibitors and mechanisms of insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (HOM., Aleyrodidae). *J. Appl. Entomol.*, 130(6-7): 377-385.
- Kasap, İ., 2005. Elma bahçelerinde kullanılan bazı tarımsal savaş ilaçlarının daldırma yöntemi ile avcı akar *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) (Acarina: Phytoseiidae) üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (2): 149-152.
- Karaca, İ., Uygun, N. ve Şenal, D., 1996. Bazı tarımsal savaş ilaçlarının *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae)'a etkileri üzerine araştırmalar. *Türkiye 3. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, 648-655, 24-28 Eylül 1996, Ankara.

- Kazak, C. ve Şekeroğlu, E., 1996. Bazı tarımsal savaş ilaçlarının daldırma yöntemi ile avcı akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-henriot (Acarina: Phytoseiidae)'e etkilerinin belirlenmesi. Türkiye 3. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 639-647, 24-28 Eylül 1996, Ankara.
- Kavousi, A. and Talebi, K., 2003. Side-effects of three pesticides on the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology, 31: 51-58.
- Kılınçer, N., Çobanoğlu, S., Gürkan, MO., 1990. Bazı pestisitlerin doğal düşmanlardan *Trichogramma turkeiensis* Kostadinov ve *Phytoseiulus Persimilis* A.-H.'e laboratuvar koşullarında yan etkileri. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi, 26-29 Eylül, Ankara, 273-281.
- 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.
- Kim, YJ., Park, HM., Cho, JR., Ahn, YJ., 2006. Multiple resistance and biochemical mechanisms of pyridaben resistance in *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae). Journal of Economic Entomology, 99(3): 954-958.
- Kim, SS. and Yoo, SS., 2002. Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the twospotted spider mite, *T. urticae*. BioControl, 47: 563-573.
- Konanz, S. and Nauen, R., 2004. Purification and partial characterization of a glutathione S-transferase from the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 79(2): 49-57.
- Kostiainen, T. and Hoy, MA., 1995. Laboratory evaluation of a laboratory-selected organophosphate-resistant strain of *Amblyseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) for possible use in finnish apple orchards. Biocontrol Science and Technology, 5: 297- 311.
- Kumral, NA., Gencer, NS., Susurluk, H., Yalcin, C., 2011. A comparative evaluation of the susceptibility to insecticides and detoxifying enzyme activities in *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Panonychus ulmi* (Acarina:Tetranychidae). International Journal of Acarology, 37(3): 255-268.
- Kumral, NA. ve Susurluk, H., 2007. Sentetik piretroitli pestisitlere dirençli bir *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) popülasyonunun hayat tablosu parametrelerine azadirachtin'in etkisi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (81): 23-30.

- Kuştutan, O., 2008. Avcı Akar *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae)'un Bazı Biyolojik Özelliklerinin Laboratuvar Koşullarında Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, BK-YL 2008-0005.
- Kwon, DH., J Clark, JM., Lee, SH., 2010. Cloning of a sodium channel gene and identification of mutations putatively associated with fenpropathrin resistance in *Tetranychus urticae*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 97 (2): 93-100.
- Lebdi-Grissa, K., van Impe, G. and Lebrun, P., 2005. Biological parameters and demography of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) under different temperature conditions. Acarologia, 45: 13-22.
- Leeuwen, TV., 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, TV., Tirry, L., Nauen, R., 2006. Complete maternal inheritance of bifentazate 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, 28 p., Berkeley.
- Ma, WL. and Laing, JE., 1973. Biology, potential for increase and prey consumption of *Amblyseius chilensis* (Dosse) (Acarina: Phytoseiidae). Entomophaga, 18: 47–60.
- McMurtry, JA. and Croft, BA., 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annu. Rev. Entomol., 42: 291–321.
- Mesa, NC., Braun, AR. and Belotti, AC., 1990. Comparison of *Mononychellus progresivus* and *Tetranychus urticae* as prey for five species of phytoseiid mites. Exp. Appl. Acarol., 9: 159-158.
- Mochizuki, M., 1990. A Strain of the predatory mite *Amblyseius longispinosus* (EVANS) resistant to permethrin, developing in the tea plantation of shizuoka prefecture (Acarina : Phytoseiidae). Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, 34(2): 171-174.
- Mugo, HM., El-Banhawy, EM., Irungu, LW., Ndegwa, PN., Mburu, DN., 2011. Resistance of predacious mite, *Euseius kenya* (Acari: Phytoseiidae) to chlorpyrifos (Dursban) in kenyan coffee farms. Jagst Vol. 13(1): 53-64.

- Nadimi, A., Kamali, K., Arbabi, M., Abdoli, F., 2008. Side-effects of three Acaricides on the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) under laboratory conditions. *Munis Entomology & Zoology* 3 (2): 556-567.
- Nadimi, A., Kamali, K., Arbabi, M., Abdoli, F., 2009. Selectivity of three miticides to spider mite predator, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae) under laboratory conditions. *Agricultural Science in China*, 8 (3): 326-331.
- Nauen, R. and Smagghe, G., 2006. Rapid report mode of action of etoxazole. *Pest. Manag. Sci.*, 62:379–382.
- Oomen, PA., Romeijn, G.- Wiegers, GL., 1991. Side effect of 100 pesticides on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*, collected and evaluated according to the eppo guideline. *Bull. oepp/eppo bull.* 21:701-712.
- Öncüer, C. ve Durmuşoğlu, E., 2008. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, No:28, 464s. Aydın.
- Park, JJ., Kim, M., Lee, JH., Shin, K., Lee, SE., Kim, JG., Cho, K., 2011. Sublethal effects of fenpyroximate and pyridaben on two predatory mite species, *Neoseiulus womersleyi* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari, Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 54:243–259.
- Pathan, AK., Sayyed, AH., Aslam, M., Razaq, M., Jilani, G., Saleem, MA., 2008. Evidence of field-evolved resistance to organophosphates and pyrethroids in *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ. Entomol.* 101(5): 1676-1684.
- Pathan, AK., Sayyed, AH., Aslam, M., Razaq, M., Jilani, G., Saleem, MA., 2010. Resistance to pyrethroids and organophosphates increased fitness and predation potential of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ. Entomol.* 103(3): 823-834.
- Polettei, M., Maia, AHN., Omoto, C., 2007. Toxicity of neonicotinoid insecticides to *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari:Phytoseiidae) and their impact on functional response to *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae). *Biological Control*, 40: 30-36.
- Pottelberge, SV., Leeuwen, TV., Amermaet, KV., Tirry, L., 2008. Induction of cytochrome P450 monooxygenase activity in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and its influence on acaricide toxicity. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 91: 128–133.
- 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.

- Pozzebbon, A., Duso, C., Pavanetto, E., 2002. Side effects of some fungicides on phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in North-Italian vineyards. *Journal of Pest Science*, 75: 132-136.
- Rauch, N. and Nauen, R., 2003. Spirodiclofen resistance risk assessment in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): a biochemical approach. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 74: 91-101.
- Rencken, C. and Pringle, KL., 1998. Developmental biology of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acarina: Phytoseiidae), a predator of tetranychid mites, at three temperatures. *African Entomology*, 6: 41-45.
- Rhodes, EM. and Liburd, OE., 2005. Predatory mite, *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Arachnida: Acari: Phytoseiidae). EENY-359, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://creatures.ifas.ufl.edu>
- Rock, GC., Yeargan, DR., Rabb, RL., 1971. Diapause in the phytoseiid mite, *Neoseiulus fallacis* (T.). *Journal of Insect Physiology*, 17 (9): 1651-1659.
- Rose RL, Barbhuiya, R., Roe, G., Rock, E., Hodgson, 1995. Cytochrome p-450-associated insecticide resistance and the development of biochemical diagnostic assays in *Heliothis virescens*. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 51: 178–191.
- Sato, EM., Miyata, T., Kawai, A., Nakano, O., 2000. Selection for resistance and susceptibility to methidathion and cross resistance in *Amblyseius wormersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae). *App. Entomol. Zool.* 35(3):393-399.
- Sato, EM., Miyata, T., Kawai, A., Nakano, O., 2001. Methidathion resistance mechanisms in *Amblyseius wormersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 69: 1–12.
- Sato, EM., Miyata, T., Silva, M-D., Raga, A., Filho, SFM., 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, EM., Tanaka, T. and Miyata, T., 2006. Monooxygenase Activity in Methidathion Resistant and Susceptible Populations of *Amblyseius wormersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae). *Experimental Applied Acarology*, 39: 13-24.
- Sato, EM., Tanaka, T., Miyata, T., 2007. A cytochrome p450 gene involved in methidathion resistance in *Amblyseius wormersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae).

- Sato, ME., Silva, MZ., Raga, A., Cangani, KG., Veronez, B., Nicastro, RL., 2011. Spiromesifen toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus californicus*. *Phytoparasitica*, 39:437–445.
- Sayyed, AH., Pahtan, AK., Faheem, U., 2010. Cross-resistance, genetics and stability of resistance to deltamethrin in a population of *Chrysoperla carnea* from Multan, Pakistan. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 98: 325–332.
- Smith, FF., Henneberry, TJ., Boswell, AL., 1963. The pesticide tolerance of *Typhlodromus fallacis* (Garman) and *Phytoseiulus persimilis* A.H. with some observations on the predator efficiency of *P. persimilis*. *Journal of Economic Entomology*, 56(3): 275-278.
- Soderlund, DM., 1997. Molecular mechanisms of insecticide resistance. (Molecular mechanisms of resistance to agrochemicals, Volume Ed: Sjut, V., Chemistry of Plant Protection, Ed: Ebing, V.), 13: 21-73, Springer Germany.
- Sohrabi, F., Shishehbor, P., Saber, M., Mosaddegh, MS., 2012. Lethal and sublethal effects of buprofezin and imidacloprid on the whitefly parasitoid *Encarsia inaron* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Crop Protection*, 32 : 83-89.
- Sokal, RR. and Rohlf, FJ., 1995. *Biometry*, 3rd edition. W.H Freeman and Co., New York, NY, 887 pp.
- Suh, E., Koh, S., H., Lee, J., H., Shin, K., I., Cho, K., 2006. Evaluation of resistance pattern to fenpyroximate and pyridaben in *Tetranychus urticae* collected from greenhouses and apple orchards using lethal concentration-slope relationship. *Experimental and Applied Acarology*, 38: 151-165.
- Stara, J., Qurednickova, J., Kocourek, F., 2010. Laboratory evaluation of the side effects of insecticides on *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae), *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae), and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). *Journal Pest Science*, DOI 10.1007/s10340-010-0322-5.
- Stumpf, N. and Nauen, R., 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 72: 111-121.
- 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.
- Strawn, AJ., 1978. Differences in response to four organophosphates in the laboratory of strains of *Aphytis melinus* and *Comperiella bifasciata* from citrus groves

with different pesticide histories. Thesis (M.S.), University of California, Riverside, 117pp.

- Susurluk, H., 2008. İki benekli Kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acarina:Tetranychidae)'de Piretroid İnsektisitlere Karşı Oluşan Direncin Moleküler Karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Thistlewood, HMA., Pree, DJ., Crawford, L.A. 1992. Comparison of slide dip and petri dish assays for measuring resistance to permethrin in *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae). Journal of Economic Entomology, 85(6): 2051-2057.
- Tirello, P., Pozzebon, A., Duso, C., 2012. Resistance to chlorpyrifos in the predatory mite *Kampimodromus aberrans*. Exp. Appl. Acarol., 56:1-8.
- Toros, S., Maden, S., Sözeri, S., 2001. Tarımsal savaşım yöntem ve ilaçları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1520, 406s, Ankara.
- Thistlewood, HMA., Pree, DJ., Crawford, LA., 1992. Comparison of slide dip and petri dish assays for measuring resistance to permethrin in *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae). Journal of Economic Entomology, 85(6): 2051-2057.
- Tsagkarakou, A., Pasteur, N., Cuany, A., Chevillon, C., Navajas, M., 2002. Mechanisms of resistance to organophosphates in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from Greece. Insect Biochemistry and Molecular Biology 32: 417-424.
- Tsokalis, H. and Ragusa, S., 2008. Effects of a mixture of vegetable and essential oils and fatty acid potassium salts on *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 70: 276-282.
- Toyoshima, S. and Hinomoto, N., 2004. Intraspecific variation of reproductive characteristics of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). Applied Entomology and Zoology, 39: 351-355.
- Turgut, C., 2004. Pestisitler ve uygulama tekniği ders notları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, Aydın.
- Uesugi, R., Goka, K., Osakabe, MH., 2002. Genetic basis of resistances to chlorfenapyr and etoxazole in the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol., 95(6): 1267-1274.
- Uzun, S., Önder, P. ve Akten, T., 1990. İzmir ve manisa illeri kiraz bahçelerinde kullanılan insektisitlerin *Trichogramma cacoeciae* March. (Hym: Trichogrammatidae)'ye etkileri üzerine araştırmalar. Türkiye 2. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 289-298. İzmir.

- 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 S. ve Ay R., 2010. Akar ve böceklerde pestisitlerin detoksifikasyonunda rol oynayan enzimler. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2): 137-148.
- Yorulmaz S. ve Ay R., 2010. Isparta ili elma bahçelerinden toplanan avcı akar *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) popülasyonlarının spiromesifen'e karşı duyarlılık düzeylerinin ve sinerjistlerinin belirlenmesi. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Kitabı, sayfa:129, Kahramanmaraş.
- Yorulmaz S., Kaplan P., Boztürk D., Çobanoğlu S., Ay R., 2010. Isparta ili elma bahçelerinden toplanan *Tetranychus urticae* koch. (acarina: tetranychidae) popülasyonlarının cyhexatin ve propargite karşı duyarlılıklarının belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 5 (1): 17-23.
- Yu, SJ., 2008. The toxicology and biochemistry of insecticides. CRC Pres Taylor-Francis Group, 250 pp.
- Watson, TF, 1964. Influence of host plant condition on population increase of *Tetranychus telarius* (L.) (Acarina:Tetranychidae). Hilgardia, 35, 273-322.
- Winer, BJ., Brown, DR. and Michels, KM., 1991. Statistical principles in experimental design. Third edition, ISBN 0-07-070982-3, New York, 552 pp.

EKLER

EK.1

Elektroforez yönteminde kullanılan çözeltilerin hazırlanması

A. % 7.5' lik poliakrilamid jel'in hazırlanması

1. Stok akrilamid solüsyonu, 30g akrilamid ve 0.8g bis-akrilamid tartılır, saf su ile hacmi 100 ml' ye tamamlanır. Whatman 1 nol filtreden süzildükten sonra koyu renkli bir şişeye konrak +4 °C saklanabilir.

2. Yoğun jel buffer: 1.5 M Tris-HCL, Ph: 8

18.5 g Tris base yaklaşık 80 ml saf su'da çözündürülür ve pH 8.8'e HCL ile ayarlandıktan sonra hacim 100 ml'ye tamamlanır ve +4 °C'de saklanır.

3. Seyreltik jel buffer: 0.5 M Tris-HCL Ph: 6.8

6 g Tris base yaklaşık 80 ml saf suda çözündürülür ve pH 6.8'e HCL ile ayarlandıktan sonra hacim 100 ml'ye tamamlanır ve +4 °C'de saklanır.

4. % 10 Amonyum persulfate çözeltisi

10 g Amonyum persulfate 100 ml saf su'da çözündürülür ve +4 °C'de en fazla 7 gün saklanabilir.

Yukarıda açıklanan çözeltiler hazırlandıktan sonra, aşağıda açıklanan miktarlarda karıştırılarak % 7.5'lik poliakrilamid jel hazırlanır.

7.5 ml stok akrilamid

7.5 ml Yoğun jel buffer

14.85 ml saf su

150 µl % 10 amonyumpersulfate

15 µl TEMED

Taze olarak hazırlanan bu çözelti, el oluşturmak için hemen kullanılmalıdır.

% 3.5'lik poliakriamid jelin hazırlanması:

1.5 ml stok akrilamid

3 ml seyreltik jel buffer

7.4 ml saf su

100 µl % 10' luk amonyum persulfate

15 µl TEMED karıştırılarak % 3.5'lik poliakrilamid jel hazırlanır. Bu çözelti taze hazırlanmalı ve hemen kullanılmalıdır.

B. Elektrot Buffer (Glycine buffer, pH: 8.3)

3 g Tris base ve 14.4 glycine saf suda çözdürülür ve hacim 1 l'ye tamamlanır. Son hacmin pH' sı 8.3'e ayarlanmalıdır.

C. Boya Solusyonu

Bunun için önce % 1 aseton içeren 0.2 M fosfat buffer hazırlanmalıdır.

1) 0.2 M fosfat buffer (pH: 6.5)

Fosfat buffer için öncelikle A ve B şeklinde iki çözelti hazırlanmalıdır.

a) 0.2 M NaH_2PO_4 için 31.21 g NaH_2PO_4 tartılır, 1 l'ye % 1 aseton içeren saf su ile tamamlanır.

b) 0.2 M Na_2HPO_4 için, 71.64 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ tartılır, 1 l'ye % 1 aseton içeren saf su ile tamamlanır.

c) 62.5 ml A çözeltisi 37.5 B çözeltisi ile karıştırılır ve pH kontrol edilir ve son hacim % 1 aseton içeren saf su ile 200 ml'ye tamamlanır.

2) % 0.02 (w/v) α -naphthylacetat çözeltisi:

% 0.04g α -naphthylacetat tartılarak 200 ml 0.2 M fosfat buffer içerisinde çözdürülür ve whatman kağıdı ile süzülür.

3) % 0.4 (w/v) Fast blue BB salt çözeltisi:

0.4 g fast blue salt tartılır ve 2 nolu çözeltinin 100ml'si içerisinde çözdürülür. Bu çözelti hazırlanınca whatman kağıdında süzülür ve taze olarak kullanılır.

D. Fikzasyon sıvısı:

70 ml' lik asetik asit 1 l saf su ile tamamlanır.

EK. 2

Microplate reader'da esteraz enziminin kinetik olarak okunmasında kullanılan çözeltiler

1) 0.1 M sodium fosfat buffer (pH: 7.5)

Sodium fosfat buffer hazırlamak için öncelikle A ve B şeklinde iki çözelti hazırlanmalıdır.

a) 13.9 gr NaH_2PO_4 tartılır ve 500 ml destile suda çözülerek A çözeltisi hazırlanır.

b) 53.65 gr $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tartılır ve 1 lt destile suda çözülerek B çözeltisi hazırlanır.

0.248 ml A çözeltisi ve 252 ml B çözeltisi karıştırılarak 0.1 M pH: 7.5 sodium fosfat buffer hazırlanır.

2) 0.2 M sodium fosfat buffer (pH: 6)

Öncelikle A ve B şeklinde iki çözelti hazırlanmalıdır.

a) 27.8 gr NaH_2PO_4 tartılır ve 1lt destile suda çözülerek A çözeltisi hazırlanır.

b) 71.7 gr $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tartılır ve 1 lt destile suda çözülerek B çözeltisi hazırlanır.

87.7 ml A çözeltisi ve 12.3 ml B çözeltisi karıştırılır ve son hacim destile su ile 200 ml'ye tamamlanır.

EK. 3

Microplate reader'da GST enziminin kinetik olarak okunmasında kullanılan çözeltilerin hazırlanması

1) 0.05 M Tris HCL Buffer (pH: 7.5)

0.5 gr Tris base ve 3.175 gr Tris hidroximetil tartılır. Karışım 500 ml destile suda eritilerek pH HCl ile 7.5 ayarlanır.

2) GSH

0.0368 gr glutathion tartılır 10 ml Tris HCl buffer da çözülür.

3) CDNB

0.242 gr CDNB tartılır ve 10 ml ethanol'de çözülür. Bu çözeltiden 10 µl alınarak 990 µl Tris HCL buffer içerisinde çözülür.

EK.4

Microplate reader'da MO enziminin kinetik olarak okunmasında kullanılan çözeltilerin hazırlanması

1) 0.05 M Tris-HCl + % 1.15 KCl + 1mM EDTA pH (7.7)

0,60507 GR. Tris HCL tartılır. 0,0292 gr. EDTA VE % 1.15 GR KCL tartılarak toplam hacim 100 ml. suya tamamlanır. Ph: 7.7'ye ayarlanır.

2) 2mM *p*-nitroanisole (PNOD)

61 MG. PNOD tartılarak ethanol kullanılarak 400mM. Stok solüsyon hazırlanır. 125 µl. Stok solüsyondan alınarak 25 ml sıcak sodyum fosfat buffer (ph:7.8) içerisinde çözdürülür.

3) 9.6 mM NADPH

0.004 gr. NADPH tartılarak 500 µl. sodyum fosfat buffer (ph:7.8) içerisinde çözdürülür.

EK.5

Microplate reader'da AChE enziminin kinetik olarak okunmasında kullanılan çözeltilerin hazırlanması

1) 0.1 M sodium fosfat buffer (pH: 7.5)

Sodium fosfat buffer hazırlamak için öncelikle A ve B şeklinde iki çözelti hazırlanmalıdır.

a) 13.9 gr NaH_2PO_4 tartılır ve 500 ml destile suda çözülerek A çözeltisi hazırlanır.

b) 53.65 gr $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tartılır ve 1 lt destile suda çözülerek B çözeltisi hazırlanır.

0.248 ml A çözeltisi ve 252 ml B çözeltisi karıştırılarak 0.1 M pH: 7.5 sodium fosfat buffer hazırlanır.

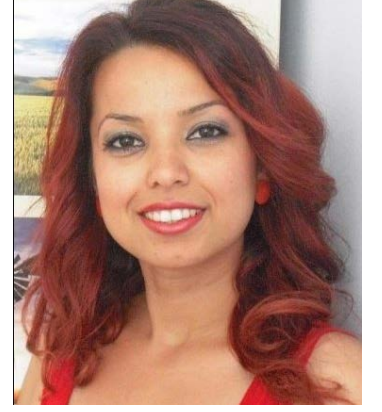
2) 15 mM. Acetylcholine iodide (ATChI)

0.040966 gr. ATChI tartılarak 10 ml. saf su içerisinde çözdürülür.

3) 15 mM. 2-nitrobenzoic acid (DTNB)

0.059452 gr. DTNB tartılarak 0.1 M ph: 7.8 olan fosfat buffer içerisinde çözdürülür.

ÖZGEÇMİŞ



Adı ve Soyadı: Sibel YORULMAZ

Doğum Yeri ve Yılı :ADANA-21.10.1981

Medeni Hali :Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise :1995-1998 Şehit Temel Cingöz Lisesi/ADANA

Lisans :2000-2004 Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Bölümü-Bitki Koruma Programı

Yüksek Lisans: 2005-2008 Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı

Görevi ve Çalıştığı Kurum

Arş. Gör. :2005-(devam ediyor) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı

Yayımlar:

Yorulmaz, S. ve Ay, R., 2006. Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların Entomoloji Alanındaki Kullanım Olanakları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(2): 53-59.

Yorulmaz, S. ve Ay, R., 2007. Chlorpyrifos ile Selekte Edilmiş *Tetranychus urticae* Koch (Acarina:Tetranychidae) Popülasyonunun Direnç Karakterinin İncelenmesi. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Kitabı. 27-29 Ağustos, Isparta, Sözlü Bildiri, sayfa: 63.

Ay, R., Yaşar, B., Demirözer, O., Aslan, B., **Yorulmaz, S.**, Kaya, M., Karaca, İ., 2007. Isparta İli Elma Bahçelerinde Yaygın Kullanılan Diazinon, Parathion-methly ve Methidathion Kalıntı Düzeylerinin GC ile Belirlenmesi. Türkiye II. Bitki Koruma Kongre Bildiri Kitabı.27-29 Ağustos, Isparta, Poster Bildiri, sayfa: 204.

Ay, R., Yaşar, B., Demirözer, O., Aslan, B., **Yorulmaz, S.**, Kaya, M., Karaca, İ., 2007. Isparta İli Elma Bahçelerinde Yaygın Kullanılan Diazinon, Parathion-methly ve Methidathion Kalıntı Düzeylerinin GC ile Belirlenmesi. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi, Poster Bildiri, 27-29 Ağustos, Isparta.

- Yorulmaz, S.** and Ay, R., 2008. Determination of the Resistance Characteristic of the *Tetranychus urticae* Koch (Acarina:Tetranychidae) Population Selected with Propargite. Integrative Acarology Proceedings oh the 6th European Association of Acarolgists Congress, 483-489, 21-25 July, Fransa.
- Ay, R. and **Yorulmaz, S.**, 2008. The Evaluation of the Esterase and Glutathion S-Transferase Enzymes in Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina:Tetranychidae)Selected with Bifenthrin. Integrative Acarology Proceedings oh the 6th European Association of Acarolgists Congress, 419-424, 21-25 July, Fransa.
- Ay, R. ve **Yorulmaz, S.**, 2009. Bifenthrin'e Dirençli *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'de Çoklu Direnç, Direnç Kalıtımı ve Sitokrom P450 Aktivitesinin Belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 49(2): 67-78.
- Yorulmaz,S.** and Ay, R., 2009. Multiple resistance, detoxifying enzyme activities and inheritance of abamectin resistance of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). T. J. of Agriculture and Forestry, 33 (4): 393-402.
- Ay, R. ve **Yorulmaz, S.**, 2009. Bifenthrin ile Seleksiyon Yapılmış *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina:Tetranychidae)'nin Çoklu Direnç, Direnç Kalıtımı ve Sitokrom P450 Enzim Aktivitesinin İncelenmesi. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri Kitabı, sözlü bildiri, sayfa:24 15- 18 Temmuz 2009, VAN.
- Yorulmaz, S.**, Kaplan, P., Boztürk, D., Çobanoğlu, S., Ay, R., 2009. Isparta İli Elma Bahçelerinden Toplanan *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina:Tetranychidae) Ppopülasyonlarının Cyhexatin ve Propargite Karşı Duyarlılıklarının Belirlenmesi. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Kitabı, sözlü bildiri, sayfa:26, 15-18 Temmuz 2009, VAN.
- Yorulmaz, S.**, Kaplan, P., Boztürk, D., Çobanoğlu, S., Ay, R. 2010. Isparta Elma Bahçelerinden Toplanan *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina:Tetranychidae) Popülasyonlarının Propargite ve Chyexatin'e Karşı Duyarlılıklarının Belirlenmesi. SDÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(1): 17-23.
- Yorulmaz, S.** ve Ay, R., 2010. Akar ve Böceklerde Pestisitlerin Detoksifikasyonunda Rol Oynayan Enzimler. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2): 137-148.
- Ay, R. and **Yorulmaz, S.** 2010. Inheritance and detoxification enzyme levels in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) strain selected with chlorpyrifos. Journal of Pest Science, 83 (2): 85-93.

Yorulmaz, S. ve Ay, R., 2011. Isparta İli Elma Bahçelerinden Toplanan Avcı Akar *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) Popülasyonlarının Spiromesifen'e Karşı Duyarlılık Düzeylerinin ve Sinerjistlerinin Belirlenmesi. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Kitabı, sayfa:129, 28-30 Haziran, 2011, KAHRAMANMARAŞ.