

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇİÇEK THRİPSİ, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (THYSANOPTERA:
THRIPIDAE)'İN 5 İNSEKTİSİD: ABAMECTİN, CYPERMETHRİN,
ENDOSULFAN, MALATHİON VE METHOMYL'E OLAN DUYARLILIĞI
ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Fatih DAĞLI

150424

DOKTORA TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

2004

**ÇİÇEK THRİPSİ, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (THYSANOPTERA:
THRIPIDAE)'İN 5 İNSEKTİSİD: ABAMECTİN, CYPERMETHRİN,
ENDOSULFAN, MALATHİON VE METHOMYL'E OLAN DUYARLILIĞI
ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Fatih DAĞLI

DOKTORA TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**Bu tez 99.02.121.17 proje numarası ile Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma
Projeleri Yönetim Birimi Tarafından Desteklenmiştir**

2004

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇİÇEK THRİPSİ, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (THYSANOPTERA:
THRIPIDAE)'İN 5 İNSEKTİSİD: ABAMECTİN, CYPERMETHRİN,
ENDOSULFAN, MALATHİON VE METHOMYL'E OLAN DUYARLILIĞI
ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Fatih DAĞLI

DOKTORA TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

2004

150424

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇİÇEK THRİPSİ, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (THYSANOPTERA:
THRIPIDAE)'İN 5 İNSEKTİSİD: ABAMECTİN, CYPERMETHRİN,
ENDOSULFAN, MALATHİON VE METHOMYL'E OLAN DUYARLILIĞI
ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Fatih DAĞLI

DOKTORA TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Bu tez 21.01.2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ: Prof. Dr. İrfan TUNÇ (Danışman)

Prof. Dr. A. Faruk ÖZGÜR

Prof. Dr. Atıla YANIKOĞLU

Doç. Dr. Hüseyin GÖÇMEN

Doç. Dr. Bülent SAMANCI

[Signatures of the jury members]

ÖZET

ÇİÇEK THRİPSİ, *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE) (THYSANOPTERA: THRIPIDAE)'İN 5 İNSEKTİSİD: ABAMECTİN, CYPERMETHRİN, ENDOSULFAN, MALATHİON ve METHOMYL'E OLAN DUYARLILIĞI ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Fatih DAĞLI

Danışman: Prof.Dr. İrfan TUNÇ
Doktora Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı
Ocak 2004, 67 sayfa

Bu çalışmada Antalya ve ilçelerinde 7 farklı *Frankliniella occidentalis* (Pergande) popülasyonunun 5 farklı gruptan insektiside; abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'e olan duyarlılık düzeyleri değerlendirilmiştir. Bundan başka direnç potansiyeli, çoklu (multipl) direnç spektrumları, serada larvalara etkinlikleri ve direnç düzeylerinin mücadelede başarıya etkisi araştırılmıştır.

Laboratuvar biyoesseylerinde yaprak kalıntı yöntemi kullanılmıştır. 4-6 seri ilaç konsantrasyonu potter spray tower yardımıyla fasulye yapraklarından alınan disklere püskürtülmüştür. 1 gün sonra bu diskler test hücrelerine yerleştirilerek üzerine *F. occidentalis* ergin dişileri bırakılmıştır. Thripsler 2 gün süreyle ilaç kalıntılarına maruz bırakılmıştır. Elde edilen canlı-ölü thrips sayılarından probit analiz programıyla lethal konsantrasyon değerleri (LC₅₀ ve LC₉₀) ve direnç düzeyleri belirlenmiştir. Laboratuvarında düzenlenen seleksiyon çalışmasında duyarlı *F. occidentalis* ırkından elde edilen 5 ayrı koloni söz konusu ilaçlarla seleksiyona tabi tutulmuştur. Laboratuvar çalışmalarında kullanılan tüm *F. occidentalis* popülasyonları pleksiglas kafesler içine yerleştirilen fasulye bitkileri üzerinde, 26±1 °C sıcaklıkta ve 16:8 h (aydınlık:karanlık) gün uzunluğunda iklim odalarında muhafaza edilmiştir. İlaçların arazide thrips larvalarına etkinliklerini belirlemek için patlıcan yetiştirilen bir serada deneme yapılmıştır. Değerlendirmelerde uygulamadan 1 gün önce ve 1,3,7 gün sonra örnek alınan patlıcan yapraklarında canlı-ölü larva sayıları kaydedilmiştir.

Antalya ve ilçelerinden alınan 7 farklı *F. occidentalis* popülasyonunda cypermethrin dışında kalan söz konusu diğer ilaçlara direnç oldukça düşük düzeylerde tespit edilmiştir. Yaprak kalıntı denemeleriyle popülasyonlarda elde edilen direnç düzeyleri; abamectin'e LC₅₀'ye göre 0.8-1.8 kat, LC₉₀'a göre 1.3-2.4 kat, cypermethrin'e LC₅₀'ye göre 1.6-12.2 kat, LC₉₀'a göre 2.9-9.6 kat, endosulfan'a LC₅₀'ye göre 0.9-2.1 kat, LC₉₀'a göre 0.9-2.4 kat, malathion'a LC₅₀'ye göre 1.0-2.5 kat, LC₉₀'a göre 1.0-2.7 kat ve methomyl'e LC₅₀'ye göre 0.8-1.9 kat, LC₉₀'a göre 1.4-3.1 kat arasındadır.

Cypermethrin'e 1.6-12.2 kat arasında ortaya çıkan direnç düzeyleri Antalya ve ilçelerinde *F. occidentalis* popülasyonlarında bu ilaca orta düzeylere ulaşan bir direncin

varlığını göstermiştir. Örnek alınan tüm populasyonlarda abamectin, endosulfan, malathion ve methomyl'e en yüksek direnç düzeyi 3.1 kat olarak bulunmuştur.

Yaklaşık 6 aylık sürede 27 defa cypermethrin uygulaması yapılan duyarlı *F. occidentalis* ırkında cypermethrine direnç LC_{50} 'ye göre 28.0 kat, LC_{90} 'a göre 39.9 kat artmıştır. Bu ırkın seleksiyonda kullanılmayan diğer 4 ilaç; abamectin, endosulfan, malathion ve methomyl'e sırasıyla (LC_{50} 'ye göre) 0.8 kat, (LC_{50} 'ye göre) 2.0 kat, (LC_{50} 'ye göre) 3.2 kat ve (LC_{90} 'a göre) 2.6 kat çoklu direnç gösterdiği tespit edilmiştir. 27 defa cypermethrin uygulanan *F. occidentalis* ırkına daha sonra 17 defalık cypermethrin seleksiyonu gerçekleştirildiğinde cypermethrin'e direnç, LC_{50} 'ye göre 139 kata, LC_{90} 'a göre 110 kata kadar çıkmıştır. Bu sonuçlar *F. occidentalis*'de cypermethrine karşı önemli ölçüde direnç kazanma potansiyeli olduğunu göstermiştir.

Diğer seleksiyon çalışmalarında abamectin, endosulfan, malathion ve methomyl'le sırasıyla 6, 7, 12 ve 9 defa uygulama yapılmıştır. Ancak bu seleksiyon çalışmalarının hiçbirinde biyoesseyler için yeterli sayıda thrips çoğaltılamamıştır.

Sera denemelerinde methomyl, endosulfan ve malathion'un thrips larvalarına karşı en yüksek etki düzeyleri sırasıyla %99, %87 ve %86'dır. Abamectin etkisini tedricen artırarak 7. günde %72'ye kadar çıkarmıştır. Cypermethrin %52'lik etki düzeyiyle en düşük etkiyi gösteren ilaç olmuştur. Bu seradan alınan *F. occidentalis* populasyonunda abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyle direnç düzeyleri 0.9-4.8 kat arasında değişmektedir. Bu sonuçlar bu düzeylerdeki direncin arazide elde edilen başarıya önemli bir etkide bulunmadığını göstermektedir.

Çalışmada ortaya çıkan sonuçlar, *F. occidentalis*'le kimyasal mücadelelerde cypermethrin'den sakınılması gerektiğini ve farklı sınıflarda yer alan söz konusu diğer 4 ilaç; abamectin, endosulfan, malathion ve methomyl'in direnç yönetim taktikleriyle birlikte integre mücadele programlarında başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: *Frankliniella occidentalis*, insektisid direnci, direnç potansiyeli abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion, methomyl, serada etkinlikleri

JÜRİ: Prof. Dr. İrfan TUNÇ (Danışman)

Prof. Dr. A. Faruk ÖZGÜR

Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

Doç. Dr. Hüseyin GÖÇMEN

Doç. Dr. Bülent SAMANCI

ABSTRACT

INVESTIGATION ON SUSCEPTIBILITY OF *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE) (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) TO 5 INSECTICIDES: ABAMECTIN, CYPERMETHRIN, ENDOSULFAN, MALATHION AND METHOMYL

Fatih DAĞLI

Ph. D. in Plant Protection
Adviser: Prof. Dr. İrfan TUNÇ
January 2004, 67 pages

In this study, susceptibility of 7 different *Frankliniella occidentalis* (Pergande) populations collected around Antalya province to insecticides from 5 different groups namely abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion and methomyl were evaluated. Resistance potential, multiple resistance, efficacy on thrips larvae at greenhouse and the effect of resistance levels on management success were also investigated.

Leaf residue method was used in laboratory bioassays. A series of 4-6 insecticide concentrations were sprayed on bean leaf discs using a potter spray-tower. After 1 day, adult female *F. occidentalis* were put on to leaf discs placed on the test cells. Thrips were exposed insecticide residue for a period of 2 days. Lethal concentration values (LC₅₀ and LC₉₀) and resistance levels were determined from the number of dead-alive thrips using probit analysis program. In laboratory selection study, 5 different *F. occidentalis* populations originated from the susceptible strain were selected against the insecticides. In laboratory studies all *F. occidentalis* populations were maintained on whole bean plant placed in plexiglass cages in a growth chamber at 26±1 °C and 16:8 (L:D) h. To determine the field efficacy of the insecticides to thrips larvae, an experiment was conducted in eggplant grown greenhouse. The number of dead-alive thrips on sampled leaves were determined 1 day before and 1, 3, 7 day after insecticides applications.

Resistance to all insecticides except cypermethrin were determined to be low in all 7 *F. occidentalis* populations. According to leaf residue assay resistance levels for all populations changed from 0.8 to 1.8 fold at LC₅₀ and from 1.3 to 2.4 fold at LC₉₀ for abamectin, from 1.6 to 12.2 fold at LC₅₀ and from 2.9 to 9.6 fold at LC₉₀ for cypermethrin, from 0.9 to 2.1 fold at LC₅₀ and from 0.9 to 2.4 fold at LC₉₀ for endosulfan, from 1.0 to 2.5 fold at LC₅₀ and from 1.0 to 2.7 fold at LC₉₀ for malathion and from 0.8 to 1.9 fold at LC₅₀ and from 1.4 to 3.1 fold at LC₉₀ for methomyl.

3.8-12.2 fold resistance levels for cypermethrin indicated that a moderate level of resistance existed in *F. occidentalis* populations of Antalya. The highest resistance ratio among the populations sampled to abamectin, endosulfan, malathion and methomyl was found at 3.1 fold.

Cypermethrin resistance of susceptible *F. occidentalis* strain sprayed 27 times in about six months increased to 28.0 fold at LC₅₀ and 39.9 fold at LC₉₀. The resistance levels shown by cypermethrin selected strain to abamectin, endosulfan, malathion and methomyl were 0.8 fold at LC₅₀, 2.1 fold at LC₅₀, 3.2 fold at LC₅₀ and 2.6 fold at LC₉₀, respectively. Resistance ratio increased up to 139 fold at LC₅₀ and 110 fold at LC₉₀ when an additional 17 cycles of selection was applied on this strain. These results indicated that *F. occidentalis* had significant resistance potential to cypermethrin.

In other selection experiments susceptible strain was sprayed 6, 7, 12 and 9 times with abamectin, endosulfan, malathion and methomyl, respectively. However, in none of the selection experiments enough number of thrips were reared for the bioassays.

In a greenhouse trial, the maximum efficacy of methomyl, endosulfan and malathion on thrips larvae were found 99%, 87% and 86%, respectively. Efficacy of abamectin increased gradually up to 72% at 7th day. Cypermethrin with a 52% efficacy was the least effective insecticide. Resistance levels of *F. occidentalis* population collected from the greenhouse varied from 0.9 to 4.8 fold for all insecticides. This suggest that these resistance levels do not significantly effect the management success.

Results from the study indicated that the use of cypermethrin should be avoided in chemical control of *F. occidentalis*, and the other insecticides in different chemical classes; abamectin, endosulfan, malathion and methomyl can successfully be used as tools of resistance management tactics in IPM programs.

KEY WORDS: *Frankliniella occidentalis*, insecticide resistance, resistance potential abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion, methomyl, efficacy in greenhouse

COMMITTEE: Prof. Dr. İrfan TUNÇ (Adviser)

Prof. Dr. A. Faruk ÖZGÜR

Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

Assoc.Prof.Dr. Hüseyin GÖÇMEN

Assoc.Prof.Dr. Bülent SAMANCI

ÖNSÖZ

Pestisidlere direnç gelişimi dünya çapında yaygın ve ciddi bir sorundur. Zararlılarla mücadele için kimyasalların yoğun olarak kullanıldığı yerlerde direnç yüzünden ciddi ekonomik kayıpların meydana geldiği bildirilmektedir. Ülkemizde zararlılarla mücadelenin büyük ölçüde ilaçlara dayalı olması, bir yandan insan sağlığı, çevre kalitesi ve ekolojik dengeler üzerindeki olumsuz etkilerin artmasına neden olurken diğer yandan da zararlılarda direnç gelişimini teşvik etmektedir. Günümüzde integre mücadele çerçevesinde, biyolojik mücadele, kültürel önlemler vb uygulamalarla ilaç kullanımının en aza indirilmesi hedeflenmektedir. İntegre mücadelenin ülkemizde henüz yaygın olarak kullanılmaması ciddi miktarlarda ilaç tüketiminin devam edebileceğini ve neticede zararlılarda direncin artabileceğini düşündürmektedir. Direnç yüzünden meydana gelen kayıpların önlenmesi için pek çok ülkede “pestisid direnç yönetim” stratejilerinin geliştirildiği gözlenmektedir. İntegre mücadelenin bir bileşeni olan pestisid direnç yönetimi ilaçların akıllı ve bilgili stratejiler içinde kullanımıyla direncin önlenmesini, geciktirilmesini veya tersine döndürülmesini hedeflemektedir. Bu sayede özellikle integre mücadeleye uygun ilaçların kullanım ömrünün 50 yıl gibi daha uzun sürelerle uzatılarak güvenli ve etkili mücadele metodlarının geliştirilmesi için belirli bir sürenin kazanılabileceği düşünülmektedir. Pestisid direnç yönetim stratejilerinin geliştirilmesi için, zararlılarda ilaçlara duyarlılık düzeylerinin, ilaçların etki mekanizmalarının, çapraz ve çoklu direnç spektrumlarının ve direnç mekanizmalarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, ülkemizde ve dünya çapında yaygın durumda bulunan ve ciddi düzeylerde ekonomik kayıplara neden olan çiçek thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)'in bölgemizde kullanılan ilaçlara hassasiyeti ve bu ilaçlara direnç geliştirme potansiyelleri kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Çalışmanın bu türe karşı yapılacak mücadelelerin başarı şansını artıran ve faydasız ilaç tüketimini azaltan katkılarda bulunmasını umarım.

Bana bu konuda çalışma fırsatı veren danışmanım Sayın Prof.Dr. İrfan TUNÇ'a, pek çok konuda yardımları dokunan Doç.Dr.Hüseyin GÖÇMEN'e ve Doç.Dr. Bülent

SAMANCI'ya teŖekkürlerimi sunarım. Sera denemesinde yardımcı olan fakültemiz arazi çalışanlarına ve bölüm öğrencimiz Sahile Taşkırana da teŖekkür ederim. Çalışmada kullanılan ilaçları temin eden Syngenta, Hektaş ve Koruma Tarım ilaç şirketlerine ayrı ayrı teŖekkür ederim. Bu projeyi maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine de ayrıca teŖekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	6
2.1. Tanınması, Yaşayışı, Konukçuları ve Zararı.....	6
2.2. İlaçların Etkinliği.....	8
2.3. Direnç Gelişimi ve Direnç Mekanizmaları.....	11
3. MATERYAL VE METOD.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Böcek materyali.....	19
3.1.1.1. Laboratuvar duyarlı ırkı.....	19
3.1.1.2. Seleksiyon çalışmasında kullanılan ırklar.....	19
3.1.1.3. İlaçların seradaki ve laboratuvardaki etkinliklerinin karşılaştırılmasında kullanılan ırk.....	19
3.1.1.4. Farklı bölgelerden getirilen popülasyonların direnç düzeylerinin tespiti için kullanılan ırklar.....	20
3.1.2. İlaçlar.....	20
3.1.2.1. Abamectin.....	21
3.1.2.2. Cypermethrin.....	22
3.1.2.3. Endosulfan.....	23
3.1.2.4. Malathion.....	24
3.1.2.5. Methomyl.....	25
3.1.3. Thrips üretiminde ve biyoesseylerde kullanılan bitki materyali.....	27
3.1.4. Pleksiglas böcek yetiştirme kafesleri.....	27

3.1.5. İlaç uygulamalarında kullanılan araçlar.....	27
3.1.6. Laboratuvar biyoesseylerinde kullanılan test hücreleri.....	28
3.2. Metod.....	28
3.2.1. Biyoessey yöntemleri.....	28
3.2.1.1. Yaprak Kalıntı biyoesseyi.....	29
3.2.1.2. Direkt püskürtme biyoesseyi.....	29
3.2.2. Seleksiyon.....	30
3.2.2.1. Seleksiyon yöntemi.....	30
3.2.3. Direnç potansiyeli ve çoklu direnç spektrumunun belirlenmesi.....	31
3.2.4. Serada ilaç uygulaması.....	31
3.2.5. İlaçların seradaki ve laboratuvardaki etkinliklerinin karşılaştırılması.....	32
3.2.6. Antalya ve ilçelerinden alınan <i>F. occidentalis</i> populasyonlarında direnç düzeylerinin tespiti.....	32
3.2.7. Davranışsal direnç testleri	32
3.2.8. Veri analizi.....	33
4. BULGULAR.....	34
4.1. Laboratuvar Duyarlı Irklarının Karşılaştırılması.....	34
4.2. Seleksiyona Tabi Tutulan <i>F. occidentalis</i> Irklarında Direnç Gelişimi ve Çoklu (Multiple) Direnç Spektrumları.....	34
4.3. İlaçların Laboratuvardaki ve Seradaki Etkinliklerinin Karşılaştırılması	37
4.3.1. İlaçların serada <i>F. occidentalis</i> larvalarına etkinlikleri.....	37
4.3.2. Serada elde edilen ölüm oranlarıyla biyoesseylerde elde edilen lethal konsantrasyon değerlerinin karşılaştırılması.....	37
4.3.3. İlaçların serada gösterdiği başarı oranlarına direncin etkisi.....	38
4.4. Antalya ve İlçelerinden Alınan <i>F. occidentalis</i> Populasyonlarında Direnç Düzeyleri.....	39
4.5. <i>F. occidentalis</i> 'de Davranışsal Direnç	41
5. TARTIŞMA.....	44
5.1 Biyoessey Metodu.....	44
5.2. Direnç Gelişim Potansiyeli ve Çoklu(multipl) Direnç Spektrumları.....	45

5.3. İlaçların Serada <i>F. occidentalis</i> 'e Etkinlikleri.....	47
5.4. Serada Tespit Edilen Ölüm Oranları ve Biyoesseylerde Elde Edilen Lethal Konsantrasyon Değerleri.....	49
5.5. Biyoessey Direnç Düzeylerinin Serada Elde Edilen Başarıya Etkisi.....	49
5.6. Antalya ve İlçelerinde <i>F. occidentalis</i> Populasyonlarında Direnç Düzeyleri.....	50
5.7. <i>F. occidentalis</i> Populasyonlarının Alındığı Bölgelerde İlaç Kullanım Paterni	55
5.8. <i>F. occidentalis</i> 'de Davranışsal Direnç	55
5.9. Direnç Yönetimi.....	57
6. SONUÇ.....	60
7. KAYNAKLAR.....	62
8. ÖZGEÇMİŞ.....	67



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrad
CO ₂	Karbon dioksit
g	Gram
h	Saat
l	Litre
mg	Miligram
n	Denemede kullanılan böcek sayısı

Kısaltmalar

ACHe	Asetilkolinesteraz, sinapslarda asetil kolini parçalayarak sinirsel uyarıların kesilmesini sağlayan enzim
ADI	Günlük alınabilir doz; bir yaşam süresinde günlük olarak alındığında insanlara sağlık riski taşımayacağı beklenen bir kimyasalın maksimum dozları
E.M.	Etkili madde
EC	Emülsiyeye olabilen konsantre
EPA	Amerika Çevre Koruma Dairesi
FAO	Dünya Tarım ve Gıda Örgütü
GST	Glutathion-S-Transferaz
INSV	Impatiens necrotic spot virüs
IPM	İntegre Zararlı Mücadelesi
LC	Lethal konsantrasyon
LC ₅₀	Teste tabi tutulan canlı popülasyonunun %50'sini öldürmek için gerekli olan toksikant konsantrasyonu
LC _{99.99}	Teste tabi tutulan canlı popülasyonunun %99.99'unu öldürmek için gerekli olan toksikant konsantrasyonu

LD	Lethal doz
LD ₅₀	Bir bileşğin deney hayvanlarına uygulandığında bunların %50'sini öldüren miktarı
LT ₅₀	Lethal time, belli bir dozda populasyonun %50'sinin ölmesi için gerekli süre
L.V.	Düşük hacim
MFO	Karma foksionlu oksidaz sistem
NOEL	Toksikolojik olarak önemli bir olumsuz etki veya etkilere sebep olmayan doz düzeyleri
PBO	Piperonil butoksid
RUP	Kullanımı sınırlandırılmış pestisidler
SC	Akıcı konsantre/süspansiyon konsantre
SL	Suda çözünen konsantre
SP	Suda çözünen toz
TSWV	Tomato spotted wilt virus
U.L.V.	Son derece düşük hacim
WFT	Batı çiçek thrips, <i>Frankliniella occidentalis</i>
WG	Suda dağılabilen granül
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Böcekleri ilaçlı yaprak yüzeyinde test etmek amacıyla dizayn edilen pleksiglas test hücreleri.....	28
Şekil 4.1. Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl’le yarısı (a) ve bütünü (b) ilaçlı yaprak disklerinde <i>F. occidentalis</i> ’in beslenme belirti düzeyleri.....	43



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Farklı bölgelerden alınan <i>F. occidentalis</i> ırkları ve konukçuları.....	21
Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılan ilaçların, kimyasal grupları, etkili madde ve ticari isimleri ve etkili madde oranları.....	21
Çizelge 3.3. Seleksiyon için belirlenen dozlar.....	30
Çizelge 4.1. <i>F. occidentalis</i> Antalya, Avustralya ve İsrail ırkı erginlerinde abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl’le yaprak kalıntı biyoesseylerinde elde edilen lethal konsantrasyon değerleri.....	35
Çizelge 4.2. Cypermethrin’le 27 ve 44 defa seleksiyon yapılan ırklarda cypermethrine direnç gelişim düzeyi.....	36
Çizelge 4.3. 27 defa cypermethrin uygulaması yapılan duyarlı <i>F. occidentalis</i> ırkında abamectin, endosulfan, malathion ve methomyl’e çoklu direnç spektrumu.....	36
Çizelge 4.4. Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl’in serada patlıcan yapraklarında <i>F. occidentalis</i> larvalarına etkinlikleri.....	37
Çizelge 4.5. <i>F. occidentalis</i> sera (Kampüs) ırkı larvalarına abamectin, cypermethrin endosulfan, malathion ve methomyl’le 1 günlük direkt püskürtme biyoesseylerinde elde edilen lethal konsantrasyon değerleri.....	38
Çizelge 4.6. İlaçların serada gösterdikleri etki düzeylerine karşılık gelen biyoessey doz değerleri.....	38
Çizelge 4.7. Antalya ve ilçelerinde <i>F. occidentalis</i> populasyonları erginlerinde abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl’le yaprak kalıntı biyoesseylerinde elde edilen lethal konsantrasyon değerleri ve direnç düzeyleri	39
Çizelge 4.8. Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl’le bütünü ve yarısı ilaçlı yaprak disklerinde canlılık oranları.....	41
Çizelge 5.1. Dünya çapında <i>F. occidentalis</i> ırklarında ilaçlara direnç gelişim düzeyleri.....	54

Çizelge 5.2. <i>F. occidentalis</i> populasyonlarının alındığı bölgelerde geçmişte insektisid kullanım spektrumu.....	56
---	----



1. GİRİŞ

Pestisid direnci dünya çapında giderek artan acil bir problemdir. Sıtma taşıyan sivrisinekler gibi insan hastalıklarının vektörlerinde direnç gelişiminin birçok ülkede ciddi bir halk sağlığı sorunu olduğu, tarımsal ürün ve kümes hayvanları zararlılarında görülen yaygın direncin tarımsal üretimi tehlikeye soktuğu ve hamam böcekleri gibi yerleşim yerlerinde bulunan zararlılarda ortaya çıkan direncin ciddi problemlere neden olduğu bildirilmiştir (Tabashnik ve Roush 1990).

Pestisid direnci kimyasalların zararlı öldürmek için kullanıldığı yerlerde ciddi ve önemli bir sorundur. Bu sorunla ortaya çıkan ekonomik, sosyal ve çevresel maliyetlerin dışında dirençli böceklerin fizyolojik bir mucize olduğu ve bazı ırkların insektisidlere hangi dozu uygulanırsa uygulansın bunlardan etkilenmeyecek derecede dirençli hale geldikleri bildirilmektedir. Pestisid direncinin çevredeki değişmeye evrimsel uyumun en hayret verici örneklerinden bir tanesi olduğu da vurgulanmıştır (Scott 1990).

Direnç geleneksel olarak, normal bir popülasyonda öldürücü doza maruz bırakılan bireylerin canlı kalabilme yeteneğine sahip ırklar geliştirmesi şeklinde tanımlanmıştır (French-Constant ve Roush 1990).

Pestisidlere dirençli zararlılar sorunu son yıllarda hayli yaygınlaşmıştır. Direncin oldukça yoğun bulunduğu önemli zararlıları kapsayan en az 447 böcek ve akar türünün bir veya daha fazla kimyasal gruptan ilaca direnç geliştirdiği bildirilmiştir. Zararlılarda direnç gelişimine 1950'lerin başlarında ender rastlandığı buna karşı tam duyarlı popülasyonların 1980'lerin başlarında nadiren bulunduğu ifade edilmiştir (Georghiou 1986).

Arthropodlarda pestisid direncinin zararlı sonuçları konusunda şu tespitler yapılmaktadır.

“Çevrenin giderek artan düzeylerde kirlenmesi ve yüksek dozlardaki pestisid uygulamalarından uygulayıcı ve tarım işçilerinin zarar görme risklerinin artması, mücadele masraflarında artışlar, ekolojik olarak tutarlı mücadele stratejilerinin zarar görmesi, böcek vektörleri tarafından nakledilen insan, hayvan ve bitki hastalıklarında artışlar, en ekstrem olarak da lokal veya bölgesel olarak tarımsal üretim sistemlerinin tamamen tahrip olmasıdır” (Soderlund ve Bloomquist 1990).

İntegre mücadelenin ve sürdürülebilir tarımın az veya çok, seçici ve çevreyle uyumlu ürünlere dayandığı fakat bu ürünlerin etkinliğinin direnç yüzünden tehlikeye girdiği dolayısıyla integre mücadele programlarının risk altında olduğu belirtilmiştir (Leonard 2001).

Pestisid direncinin üstesinden gelmek için geçmişte başvurulan yöntemlerin başarısızlığı ve bunların yerine günümüzde kabul gören metodlar aşağıdaki ifadelerde açıklanmaktadır.

“Geçmişte dirençli populasyonlar, uygulanan pestisidin miktarı artırılarak veya eski ilaçların yerine yeni ve daha etkili olanlar kullanılarak baskı altına alınıyordu. Bu gün için bu 2 stratejinin her ikisi de sınırlı değere sahiptir. Dozların artırılması çevre kirlenme riskini artırmaktadır ve çoğu kez de yeni bileşiklerde masraf kadar gelir artışı sağlanamamaktadır. Bundan başka yeni insektisid ve akarisitlerin keşfi ve gelişiminin hızı da azalmıştır. Bu düşünceler direnci önlemek veya etkisini azaltmak için başka tedbirlere acil olarak ihtiyaç olduğunu işaret etmiştir. Birlikte direnç yönetimi olarak adlandırılan bu tedbirler, direncin önlenmesi, geciktirilmesi veya tersine döndürülmesi için entegre mücadele çerçevesinde pestisidlerin makul, akıllı ve bilgili stratejiler içinde kullanılmasıdır. Böyle stratejilerin geliştirilmesi için pestisid direnç mekanizmlerinin bilinmesi esastır” (Soderlund ve Bloomquist 1990).

Pestisid direnç yönetiminde ihtiyaç duyulan bilgiler ve bu alanda yapılan araştırmalarla ulaşılmak istenen hedefler şöyle sıralanmaktadır.

“İlk adım zararlılarda direncin tespiti ve izlenmesini gerektirmektedir. Daha sonra ilaçların etki mekanizmleri, çapraz ve çoklu direnç spektrumları ve zararlılarda direnç mekanizmleri bir durumda en uygun stratejiyi belirlemek üzere ihtiyaç duyulan bilgilerdir. Aslında tüm bu çabalarla ulaşılmak istenen, özellikle entegre mücadele için uygun ilaçların kullanım ömrünün 5-15 yıl yerine 50 yıl gibi daha uzun sürelerle uzatılarak belirli bir süre kazanmaktır. Bu, daha güvenli ve etkili mücadele metodları ve ürünlerin geliştirilmesine izin verecektir” (Croft 1990).

İlaçların yoğun olarak kullanıldığı yerlerde pestisid direncinin ciddi bir problem olduğu belirtilmişti. Ne yazık ki ülkemizde zararlı mücadelesi büyük ölçüde ilaçlara dayalıdır. İlaç seçiminde ve uygulamasında bilgi eksikliği ve ilaç satışlarında denetim yetersizliği yaygın görülmektedir. FAO verilerine göre ülkemize 1990-1999 yılları arasında ithal edilen ilaç miktarı yıllık ortalama tutarı, tüm ilaçlar için 85 458 000 dolar, sadece insektisidler için 42 677 000 dolardır (Anonymous 2002). Tarımsal mücadelenin yoğun şekilde yapıldığı bölgelerden biri de Antalya ve ilçeleridir. 2000 yılı verilerine

göre bölgemizde kullanılan zirai mücadele ilaçlarının tutarı yaklaşık olarak 22 trilyon 750 milyar TL'dir (Anonim 2000). Bu rakamlar sağlık riskleri ve çevre kalitesi yanında ekonomik açıdan da ilaçların ne denli dikkatli kullanılması gerektiğini göstermektedir.

Buraya kadar aktarılan bilgiler, ülkemizde başarılı bir tarımsal mücadele için pestisid direnç yönetim uygulamalarının geliştirilmesinin gerekli olduğunu göstermektedir. Bu tespitten hareketle ülkemizde ve dünya çapında yaygın durumda bulunan, ciddi düzeylerde ekonomik kayıplara neden olan çiçek thrips, *F. occidentalis*'in bölgemizde kullanılan ilaçlara duyarlılığı üzerinde çok yönlü bir çalışma yapılmasının faydalı olacağı düşünülmüştür.

Çiçek thrips Antalya'da seralarda ilk defa 04.11.1993'de ve daha sonra 21.01.1994.'de Demre'de dolmalık biberde tespit edilmiştir (Tunç ve Göçmen 1995). Daha sonra Doğu Akdeniz Bölgesinde çilek yetiştirilen alanlarda gözlemlendiği bildirilmiştir (Şekeroğlu vd 1998). Ek olarak *Frankliniella intonsa* (Trybom) ile birlikte bu türün Doğu Akdeniz'de pamukta da giderek artan bir problem oluşturduğu gözlenmiştir (Atakan vd 1998). Diğer yandan *F. occidentalis*'in vektörü olduğu "Tomato spotted wilt virus" (TSWV) ülkemizde ilk defa Adana-Mersin karayolu üzerindeki tarla domateslerinde tespit edilmiştir (Güldür vd 1995).

İklim koşulları, Antalya Bölgesinde hem örtü altı hem de tarla ürünleri yetiştiriciliğine uygundur. Bunların yanında meyve üretimi de yapılmaktadır. Bölgemizde örtü altı ürünleri, süs bitkileri, açıkta sebze, tarla bitkileri ve meyvelerin tarımsal üretim değerleri toplamı 868 273 529 milyon TL'dir (Anonim 2000). Bu toplamda örtü altı sebze üretimi, en büyük paya sahiptir. Bölgemizin iklim koşulları, ürün çeşitliliği ve *F. occidentalis*'in polifag bir zararlı olması birlikte düşünüldüğünde bu türün bölgemiz tarımsal üretiminde ne denli ciddi bir tehlike oluşturduğu daha iyi anlaşılacaktır.

F. occidentalis'in Avustralya'da 2 milyar dolar gibi büyük bir ekonomik değere varan tarımsal üretimde tehdit oluşturduğu bildirilmiştir (Cook vd 1997). Bu thrips yüzünden süsbitkileri endüstrisinin de en ciddi problemlerden biriyle karşı karşıya olduğu ileri sürülmüştür (Robb ve Parella 1995). Diğer yandan IPM programlarıyla

birçok zararlının yeterli düzeyde baskı altına alınabildiği fakat thripslerin özellikle *F. occidentalis* türünün problem oluşturduğu belirtilmiştir.

Bu zararlıyla mücadelede bir çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de önemli miktarda ilaç kullanılmaktadır. Bununla birlikte *F. occidentalis*'in bölgemizde kullanılan ilaçlara karşı duyarlılığı ile ilgili kapsamlı bilgiler mevcut değildir. Üreticiler genellikle ilaç firmaları veya ilaç bayilerinin tavsiyelerine göre ya da rastgele ilaç kullanmaktadır. Bu durumda hatalı ilaç seçimi kaçınılmaz olacaktır. Neticede ekonomik yönden zarar meydana geldiği gibi boşuna kullanılan ilaçlardan dolayı da çevre, insan ve ekolojik dengeler üzerindeki olumsuz etkiler bir kat daha artmış olacaktır.

Antalya Tarım İl Müdürlüğü Bitki Koruma Şube Müdürlüğünde bu zararlının mücadelesinde kullanılan ilaçlar ve dozlarına ilişkin detaylı veriler bulunmadığı için bölgemizde faaliyet gösteren ilaç firmalarının yetkililerinden bu konulara ilişkin bilgiler alınmıştır. Elde edilen bilgiler doğrultusunda Antalya ve ilçelerinde zararlılarla mücadelede bu türü de göz önüne alarak tavsiye edilen farklı gruplardan 5 ilaç belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılmak üzere seçtiğimiz ilaçlar: Abamectin (macrocyclic lactone), cypermethrin (piretroid), endosulfan (klorlandırılmış hidrokarbon), malathion (organik fosforlu) ve methomyl (karbamatlı)'dir.

Çalışmada araştırılması planlanan konular aşağıdaki maddelerde özetlenmektedir:

- a) Yukarıda sözü edilen ilaçlara *F. occidentalis*'in direnç kazanma potansiyeli ve direncin stabil olup olmadığı
- b) Farklı kimyasal gruplarda yer alan bu ilaçların birbirlerine çoklu (multipl) direnç gösterip göstermedikleri
- c) Laboratuvar biyoesseylerinde elde edilecek direnç düzeylerinin arazide ilaç uygulamalarında görülecek başarı oranlarına etkisi
- d) Antalya ve ilçelerinden alınacak *F. occidentalis* populasyonlarında söz konusu ilaçlara direnç düzeylerinin belirlenmesi

Çalışmanın bitiminde ortaya çıkacak bilgiler, farklı kimyasal gruplardan seçtiğimiz 5 ilacın *F. occidentalis* mücadelesinde doğru stratejiler içerisinde kullanımını sağlayabilecektir. Bu sayede yalnız gerektiği kadar ilaç tüketilerek hem ekonomik yönden kayıplar önlenecek hem de ekolojik dengeler ve insan sağlığı bir dereceye kadar korunmuş olacaktır.



2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

Bu bölümde ilk olarak çiçek thrips, *F. occidentalis*'in tanınması, yaşayışı, konukçuları ve zararına ilişkin kısa bir bilgi verilecektir daha sonra ilaçların bu türe karşı etkinliği, ilaçlara direnç gelişimi ve direnç mekanizmalarıyla ilgili literatür bilgisi sunulacaktır.

2.1. Tanınması, Yaşayışı, Konukçuları ve Zararı

Ergin erkek, 0.9-1.1 mm, dişi 1.3-1.4 mm uzunluğunda, anten 8 segmentli, renk kırmızımsı sarıdan orta derecede koyu kahveye kadar değişmektedir. Kışlık populasyonları daha koyu renklidir. Yumurta, 0.2 mm uzunluğunda, opak, böbrek şeklinde ve yaprak, çiçek ve meyvelerin parankima hücrelerine sokulmuş durumdadır. 2 nimf dönemi vardır, her 2 dönemde de gözler kırmızı, vücut rengi sarımsı olmakla beraber 2. dönemde renk altın sarısıdır. Bu dönemi prepupa ve pupa dönemleri izlemektedir. Prepupada kanat çıkıntıları görülür durumdadır ve anten kısa, dikleşmiş konumdadır. Pupada ise anten başın arkasına doğru uzanmış durumdadır (Bryan ve Smith 1956, Watershouse ve Norris 1989, Anonymous 1998 a).

Polifag bir türdür, şeftali, erik, elma, asma vb meyve ağaçlarına ve fasulye, patlıcan, biber, çilek, domates vb sebzelere saldırılmaktadır. Bundan başka krizantem, siklamen, karanfil, afrika menekşesi gibi süs bitkilerinde de beslenmektedir. Bu türün anavatanı olan Kaliforniya'da 45 familyadan 139 bitki türünde bulunduğu, örneklenmeyen bitkilerde de bulunabileceği ve 3 000 m'ye kadar olan yüksekliklerde yaşayabileceği bildirilmiştir. Bu thrips çiçeklerin iç kesimlerini tercih etmektedir fakat sürgünler, tomurcuk ve meyvelerde de bulunmaktadır. Uygun iklim koşullarında hem seralarda hem de açıkta yaşamaktadır. Yaprakların her iki yüzünde de bulunmaktadır fakat sıklıkla alt yüzünü tercih etmektedir. Çoğalma parthenogenetiktir, erkeklere ender rastlanır. İlk iki nimf dönemi bitki üzerinde beslenerek geçer ikinci dönemin sonunda toprağa doğru hareketlenir. Bunu, aktif olmasına rağmen beslenmeyen prepupa ve pupa dönemleri izler. Laboratuvar şartlarında 25°C sıcaklıkta 16:8h (aydınlık:karanlık) gün uzunluğunda yumurtadan yumurtaya generasyon süresi 14.8 gün, ergin ömrü 10.8 gün

ve dişi başına yumurta sayısı 29.6 olarak belirlenmiştir (Bryan ve Smith 1956, Watershouse ve Norris 1989, Anonymous 1998 a, Brodsgaard 1994 a).

Ağız parçalarıyla bitkilerin çiçek, meyve, yaprak gibi kısımlarındaki dokuları delerek özsuyu emmektedir. Bunun yanında bitkiye bıraktığı salgı bitkide reaksiyona neden olmaktadır. Beslendiği doku siyah küçük delikler haline dönüşmektedir. Bundan başka özellikle petal yapraklarda olduğu gibi ciddi derecede renk kaybına ve konukçu bitkide deformasyonlara yol açmaktadır. Ovipozitoruyla bitki dokusu içerisine yumurtasını sokarken yaptığı zarar da önemsenmektedir. Az sayıda thrips ciddi düzeyde zarar vermek için yeterlidir. Diğer yandan bu tür, tospo virüslerden “tomato spotted wilt virüs” (TSWV) ve “impatiens necrotic spot virüs” (INSV)’ün taşınmasında en etkili vektördür. Birçok sera sebze ve süs bitkisi çeşitlerinin bu virüslere oldukça duyarlı olduğu, bu yüzden ciddi düzeylerde ekonomik kayıpların meydana geldiği belirtilmektedir. Virüslerle mücadelede kimyasalların etkisiz kalması *F. occidentalis* mücadelesinin önemini bir kat daha artırmaktadır (Watershouse ve Norris 1989, Pottorf ve Newman 2001, Anonymous 1998 a).

Batı çiçek thrips, Kaliforniya thrips olarak da adlandırılan *F. occidentalis*’in anavatanı Kuzey Amerika’nın Alaska’dan Kosta Rika’ya kadar uzanan batı kesimleridir. Buradan Hawaii, Yeni Zelanda, Japonya ve Kore’ye kadar yayılmıştır. Avrupa’da ilk defa 1985 yılında Almanya ve İskandinavya’da seralarda, süs bitkilerinde kaydedilmiştir (zur Strassen, 1986). Çiçek thrips bir zamanlar Batı Amerika ve Kanada ile sınırlı durumdayken şu an Kuzey Amerika ve Güney Amerika’nın çoğu bölümü, Avrupa, Afrika (Kanarya Adaları, Kenya, Güney Afrika, Swaziland, Zimbabve), Asya (Türkiye, İsrail, Sri Lanka, Güney Kore, Japonya), Avustralya, Yeni Zellenda ve Hawaii’ye kadar ulaşmış olduğu bildirilmiştir (Watershouse ve Norris 1989, Parella 1995, Tunç ve Göçmen 1995, Herron 1996, Kontsedalov 1998, Nakahara ve Vierbergen 1998). Literatür bilgisine bakıldığında, zararının dünya çapında yayılma süreci ve meydana getirdiği problemin büyüklüğüyle orantılı olarak özellikle son 20 yılda bu türle ilgili çalışma sayısının dikkati çekecek derecede arttığı görülmektedir. Çiçek thripsinin bu derece kolay ve hızlı bir şekilde yayılması, dünya çapında büyük miktarlarda rutin olarak dolaşan (hem yetişmiş ürün olarak hem de çoğaltma amacıyla

kullanılan) bitki materyaline atfedilmektedir. Kapalı ve gizli davranışlar sergilemesi ve bazı popülasyonların insektisidlere yüksek düzeylerde dirençli durumda bulunması bu türün bitki materyalleriyle dünya çapında yaygın duruma gelmesinde önemli bir avantaj sağlamıştır. Yumurtanın bitki dokusu içerisine bırakılması, pupanın toprak içerisinde veya korunan noktalarda bulunması, larva dönemlerinin gelişen tomurcuk ve çiçeklerin içlerinde geçirilmesi ve erginlerin oldukça hareketli olması bu zararlıyı birçok ilaç uygulamasından korumaktadır. Bu durum, bu türün çoğu insektiside dirençli hale gelmesiyle birleşince insektisidlere olan güveni de önlemektedir. Buna rağmen pek çok çiftçinin başlıca mücadele metodu olarak insektisidlerden yararlandığı belirtilmiştir (Parrella 1995).

2.2. İlaçların Etkinliği

Lewis (1997), thripslere karşı ilaç kullanımının kısa bir tarihçesini özetlerken thripslere karşı spesifik ilaçların geliştirilmediğini vurgulamaktadır.

“Her şeyden önce şunu vurgulamak gerekir ki, sadece thripslere spesifik özellikte olan herhangi bir bileşik satılmamaktadır, çünkü agrokimyasal endüstri böyle nispeten sınırlı bir kullanımı hedef alarak ilaç geliştirme ve ruhsatlamayı ekonomik görmemektedir. Bu yüzden thripslerle mücadele için mevcut pestisidler öncelikle diğer büyük taksonlardaki zararlılar için üretilmekte ve test edilmektedir. Sonuçta çoğu bileşik, zararlıların çoğunluğuyla kıyaslandığında tipik olmayan davranış ve beslenme alışkanlıklarına sahip olan thripslere sınırlı etki göstermektedir. İleri sentetik insektisidlerden önce 1940’ların ortalarına kadar bir dizi organik ve inorganik bileşik ve bitki türevleri tarla ve meyve bahçelerinde kullanılmıştır. 1945 ve 1960 arasında başlıca BHC, DDT, aldrin, dieldrin ve toxaphene gibi persistent (kalıcı) klorlandırılmış hidrokarbonlu bileşikler püskürtme ve toz şeklinde uygulanmıştır. Bu dönemden sonra çeşitli klorlandırılmış hidrokarbonlu ilaçlar repellent olarak kullanılmıştır. Toz veya granül olarak formüle edildiğinde bazı klorlandırılmış hidrokarbonlu bileşiklerin bitki üzerinde bulunan thripslerden ziyade zemin üzerinde bulunan ergin ve ergin öncesi dönemdeki thripslere daha etkili olduğu görülmüştür. Çoğunluğu organik fosforların türevleri ve karbamatlar olan semi-persistent sistemik insektisidler giderek klorlandırılmış hidrokarbonluların yerini alarak yetiştirilen ürünlerde thrips mücadelesi için kullanılmıştır. Thripslere sistemik ilaçların kullanımında önemli bir gelişme, fidelere saldıran thripsleri öldürmek amacıyla ekim ve dikim zamanında toprak uygulaması için granül veya tohum kaplamasına uygun formülasyonların geliştirilmesiyle sağlanmıştır. Tohumlara uygulanan demeton ve phorate, genç pamuk fidelerini ekimden sonra 4-6 hafta kadar korumuştur”.

Tjosvold ve Ali (1995), çiçek thrips'i ile bulaşık karanfillerde hasat sonrası naled ve sulfotep fumigasyonunun etkisini araştırmışlardır. Naled 4.49, 8.98 ve 17.96 g (E.M.)/100 m³ dozlarında 1 saat ve 35.92 ve 89.80 g (E.M.)/100 m³ dozlarında 2 saat uygulanmış ve çiçeklerin içinde bulunan thripsleri %78.4 ile %89.2 oranında azaltmıştır. Sulfotep ise 13.77 g (E.M.)/100 m³ dozunda 2 ve 15 saat süreyle uygulanmış ve çiçeklerdeki thripsleri sırasıyla %52.4 ile %64.3 oranında azaltmıştır.

Martin ve Workman (1995), Yeni Zelanda'da 2 *F. occidentalis* ırkında 9 pestisidin etkinliğini karşılaştırmışlardır. Hassas "lupin" ırkının genellikle tavsiye dozunun 0.1 katlarıyla öldürüldüğü tespit edilmiştir. Acephate, dichlorvos, dimethoate, endosulfan ve methomyl sera ırkında düşük düzeyde ölüm meydana getirirken tau-fluvalinate'in 10 katı da etkisiz bulunmuştur. Malathion ve methamidophos sera ırkıyla mücadelede iyi bir başarı göstermiş, dichlorvos ve methiocarb ise tavsiye dozlarında bir derece etkili olmuştur.

Herron vd (1996), klorlandırılmış hidrokarbonlu, karbamatlı, organik fosforlu, piretroid ve diğer gruplardan bir dizi insektisid formülasyonunun (Avustralya'da) araziden toplanan 2 *F. occidentalis* ırkına etkinliklerini laboratuvar biyoesseyleriyle belirlemişlerdir. Test edilen insektisidlerin LC_{99,99} doz değerlerine göre toksisiteyi dikkate alındığında 2 ırka da fipronil WG, fipronil SC ve chlorfenapyr SC'in en etkili kimyasallar olduğu tespit edilmiştir. Diğer ilaçlardan sadece methiocarb SC, methamidophos EC ve methamidophos SL'un her iki ırk için de LC_{99,99} doz değeri 1 g E.M/l'den daha küçük bulunmuştur. Chlorpyrifos EC, methiocarb WP ve alphacypermethrin EC'le elde edilen LC_{99,99} doz değerleri sadece Batı Avustralya'dan alınan ırkda 1 g E.M/l'nin altında kalmıştır, diğer ırk (New South Wales)'da bu değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Tersine, abamectin EC'le elde edilen LC_{99,99} doz değeri sadece New South Wales ırkında 1 g E.M/l'den daha küçük bulunmuştur. Diğer bütün ilaç formülasyonlarıyla elde edilen LC_{99,99} doz değerleri 1 g E.M/l'nin üzerinde çıkmıştır.

Cook vd (1999), Avustralya'da arazide çilek ve karanfilde chlorfenapyr, azadirachtin, cinnamaldehyde, fipronil, spinosad ve methamidophos'un *F.*

occidentalis'e etkisini araştırmışlardır. Bu ilaçlar arasında spinosad ani ve uzun süreli bir etki göstererek en başarılı bulunmuştur. Nimfler üzerinde yapılan gözlemler dikkate alındığında cinnamaldehyde ve azadirachtin'in bu türe çok düşük düzeyde bir etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

Pearsall ve Hogue (2000), Kanada'da arazi denemelerinde (%4'lük) azadirachtin'in etkinliğini araştırmışlardır ve bu bileşiğin nektarinlerde çiçek thripsine sadece sınırlı bir etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Palumbo vd (2000 a), bir marul çeşidi olan baş salatada *F. occidentalis*'e karşı botanik ve konvansiyonel insektisidlerin etkinliğini arazi denemeleriyle araştırmışlardır. Thiamethoxam ve indoxacarb erginle mücadelede ciddi bir başarı sağlamamış ve yalnız başlarına uygulandıklarında larvalara sadece sınırlı bir etki göstermiştir. Bu ilaçların gerek methomyl'le gerekse lambda cyhalothrin'le (enkapsüle edilmiş yeni formülasyonu) kombinasyonu, etkinliği önemli derecede artırmıştır fakat bu etki düzeyleri genellikle methomyl veya lambda cyhalothrin'in yalnız başlarına kullanıldıklarında görülen etki düzeylerinden daha yüksek olmamıştır. Azadirachtin, pyrethrin, bitkisel ürün yağları ve sarımsak gibi çeşitli botanik ürünler de etkinlikleri bakımından değerlendirilmiştir. Ne yazık ki bu ürünlerden hiçbirisi thrips sayısını ekonomik olarak kabul edilebilir bir düzeyin altına indirememiştir.

Palumbo vd (2000 b), yedi kule tipi marulda *F. occidentalis*'e karşı dönüşümlü olarak kullanılan çeşitli konvansiyonel, deneysel ve biyolojik kökenli insektisid kombinasyonlarının etkinliklerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçları çeşitli insektisid rotasyon programlarının sezon boyunca çiçek thripsiyile mücadelede iyi bir etki sağladığını ortaya koymuştur. Spinosad, methomyl ve lambda cyhalothrin'e (enkapsüle edilmiş yeni formülasyonuna) dayalı rotasyon programında larva ve ergin populasyon düzeyleri, diğer tüm uygulamalarda görülen populasyon düzeylerinden önemli derecede düşük bulunmuştur. Neem, sarımsak, ürün yağı konsantresi, kükürt, pyretrin+PBO gibi biyolojik kökenli organiklere dayalı rotasyon programında sağlanan etki, muamele edilmeyen kontrollerdekinden farklı bulunmamıştır. Kontrollerle karşılaştırıldığında, thrips ergin ve larvalarında azalma yüzdesi, spinosad

kombinasyonlarını içeren uygulamalardan sonra önemli derecede artış göstermiştir. Spinosad, methomyl, lambda cyhalothrin (enkapsüle edilmiş yeni formülasyonu) thrips sayısını azaltmada istikrarlı olmuştur. Dimethoate'a dayalı rotasyon programı ürün miktarını önemli derecede artırmış ve zarar düzeyini düşürmüştür.

2.3. Direnç Gelişimi ve Direnç Mekanizmleri

Amerika, Avrupa ülkeleri, İsrail, Avustralya gibi bir çok ülkede bu türde ilaçlara karşı direnç gelişimi ve direnç mekanizmleri üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır ve halen bu tip çalışmaların devam ettiği görülmektedir (Immaraju vd 1992, Brodsgaard 1994 b, Zhao vd 1995 b, Macdonald 1995, Herron vd 1996, Broadbent and Pree 1997, Karadjova 1998, Kontsedalov vd 1998).

Direnç gelişimi, bir popülasyonda ilaçlara maruz bırakılan bireylerin canlı kalabilme yeteneğine sahip ırklar geliştirmesi şeklinde tanımlanmıştır ve bu olayda genetik bir değişimin vuku bulunduğu belirtilmiştir (French-Constant ve Roush 1990). Direnç gelişimi, mikroevrimin bir örneği olarak da ifade edilmiştir (Jensen 2000 a).

Direnç gelişiminin daha iyi anlaşılması, dirence yolaçan mekanizmlerin bilinmesini gerektirir. Zararlılarda başlıca direnç mekanizmlerini 4 basamakta inceleyebiliriz:

- 1) Davranışsal, insektisidle temasta bulunmaktan kaçınma
- 2) Engelleyici dokulardan insektisid girişinin azaltılması
- 3) Detoksifikasyon, insektisidlerin metabolizm yoluyla zehirsiz hale getirilmesi
- 4) İnsektisidlerin hedef bölgelerinde değişim

Davranışsal direnç, böcek ilaçla karşılaştığında ortaya çıkmaktadır. Değiştirilmiş davranış, böceğin insektisidle kontak temasından sakınmasında yardımcı olabilmektedir. Böcek insektisidle kontak temasta bulunduğu zaman integüment yoluyla girişte bir gecikme ilacın hedef yerindeki etkisini azaltacaktır, bu 2. basamakta gerçekleşen direnç mekanizmidir. Böceğin içinde insektisid metabolize edilerek inaktif hale getirilmesiyle 3. basamakta gerçekleşen direnç mekanizminde üç detoksifikasyon

enzim sistemi işlev görmektedir: Esterazlar, glutathion-s-transferazlar ve stokrom P450-bağımlı monooksijenazlar. İnsektisidleri etkisiz duruma getirmede bu enzim sistemlerinin birisinin aktivitesindeki artış dirence yolaçacaktır. Hedef yer değişimi, son basamaktaki direnç mekanizmidir. Farklı sınıftan insektisidler belirli bir hedef bölgeye bağlanmaktadır ve örneğin hedef bölgedeki bağlanmanın azaltılması veya hedef bölge moleküllerindeki artış dirence yolaçabilmektedir (Jensen 2000 a).

Direnç mekanizmleriyle ilgili kısa açıklamalardan sonra ilk olarak *F. occidentalis* populasyonlarının insektisidlere duyarlılığı üzerinde yapılan çalışmalar daha sonra bu türde ortaya çıkarılan direnç mekanizmleriyle ilgili sonuçlar sunulacaktır.

Brodsgaard (1994 b), yeni bir cam-kalıntı test tekniğiyle *F. occidentalis*'in Afrika ve Avrupa ırklarında insektisid direnci üzerinde çalışmıştır. Seralardan alınan 5 ırk duyarlı bir ırkla kıyaslandığında Acephate, endosulfan, methiocarb için LC₅₀ değerlerinde elde edilen direnç düzeyleri sırasıyla 54-244 kat, 2.3-8 kat ve 1.9-9.7 kat arasında bulunmuştur. Bu sonuçlar bu türün Afrika ve Avrupa ırklarının çeşitli gruptan insektisidlere karşı önemli düzeyde dirence sahip olduğunu teyit etmiştir.

Immaraju vd (1992), Kaliforniya'da *F. occidentalis*'in arazi populasyonlarının süs bitkilerinde yaygın kullanılan dört grup insektiside yüksek düzeyde direnç gösterdiğini tespit etmişlerdir. Pyrethroid permethrin ve bifenthrin'e direnç 138 kattan 8716 kata kadar değişen oranlarda oldukça yüksek düzeylerde bulunmuştur. Bir karbamat olan methomyl'e 41-378 kat arasında orta ile yüksek düzeylerde direnç tespit edilmiştir. Organik fosforlu chlorpyrifos'a direnç, 17-31 kat arasında nispeten düşüktür. Macrocylic lactone bir ilaç olan abamectin'e, 18 ile 798 kat arasında direnç görülmüştür.

Zhao vd (1995 b) 5 seradan alınan *F. occidentalis* populasyonlarının bendiocarb'la yapılan 2 testin dışında diazinon, methomyl, bendiocarb ve cypermethrin'e dirençli olduğunu tespit etmişlerdir. Duyarlı (UMC-A) ırkla kıyaslandığında direnç düzeyleri, diazinon için 10.4-98 kat, methomyl için 3.4-26 kat, bendiocarb için 0.9-11 kat ve cypermethrin için 18.3-273 kat arasındadır.

Macdonald (1995), İngiltere’de başlıca tarımsal alanlardan alınan batı çiçek thrips popülasyonları arasında malathion’a ve dichlorvos’a duyarlılık bakımından sırasıyla 30 ve 25 kat farklılık bulmuştur.

Broadbent ve Pree (1997), Ontario (Kanada)’da 6 seradan alınan *F. occidentalis* popülasyonlarının piretroid, siklodien, organik fosforlu ve karbamatlı gruplardan çeşitli insektisidlere duyarlılıklarını incelemişlerdir. Teşhis dozu kullanılarak yapılan testlerde 3 popülasyonun deltamethrin’e açık şekilde dirençli olduğu gözlenmiştir. Tüm popülasyonların endosulfan’a duyarlı olduğu tespit edilirken malathion’a sadece 1 popülasyon dirençli bulunmuştur. Teste tabi tutulan 4 popülasyon da methomyl’e duyarlı bulunurken, bendiocarb’a 6 popülasyondan 3’ünün dirençli olduğu belirlenmiştir.

Karadjova (1998), Bulgaristan’da seralarda çiçek thripsinin 4 farklı sınıftan insektisidlere hassasiyet durumunu araştırmıştır. Ortaya çıkan direnç düzeyleri, thiocyclam’a LC₅₀’ye göre 3.98-4.59 kat ve LC₉₀’a göre 5.52-6.13 kat, dimethoate’a LC₅₀’ye göre 3.30-5.77 kat ve LC₉₀’a göre 2.70-7.72 kat düzeylerindedir. Tüm sera popülasyonlarında (LC₅₀’ye göre 1.09-1.26 kat ve LC₉₀’a göre 1.68-2.67 kat arasında değişen) düşük düzeyde bir acephate direnci ortaya çıkmıştır. Methomyl’e direnç, LC₅₀’ye göre 1.94 ile 3.39 kat ve LC₉₀’a göre 1.85 ile 7.29 kat arasındadır. Carbosulfan direnci LC₅₀’ye göre 2.13 ile 4.25 kat, LC₉₀’a göre 2.38 ile 5.04 kat arasındadır. Bifenthrin’e direnç, LC₅₀’ye göre 2.39 ile 9.05 kat ve LC₉₀’a göre 1.64 ile 4.14 kat arasında değişmektedir.

Kontsedalov vd (1998) İsrail’de *F. occidentalis*’in ergin ve ergin öcesi dönemlerine çeşitli insektisidlerin etkisini ve duyarlılık düzeylerini araştırmışlardır. Erginler abamectin, carbosulfan, methiocarb, monocrotophos, methamidophos, cypermethrin ve acrinathrin’e, ergin öncesi dönemler abamectin, carbosulfan, methiocarb ve acrinathrin’in farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Cypermethrin’in 2 000 ppm’e varan dozlarda ergin thripslere doğrudan bir etkisinin olmadığı, fekundite ve beslenme aktivitesini önleme açısından carbosulfan’ın en yüksek

etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ek olarak yetiştiricilerin m¼cadelede problem olduğunu belirttikleri 4 b¼lgeden iek seralarından *F. occidentalis* populasyonları toplanmış ve abamectin, carbosulfan ve methiocarb'a direnç düzeyleri araştırılmıştır. ¼rnek alınan b¼lgelerden sadece bir tanesinde carbosulfan'a (LC_{50} ve LC_{90} değerlerine g¼re 12.2 ile 22.2 kat arasında) ve methiocarb'a (LC_{50} ve LC_{90} değerlerine g¼re 13.9 ile 7.3 kat arasında) orta düzeyde direnç tespit edilmiştir. Abamectine orta düzeyde bir direnç (LC_{50} ve LC_{90} değerlerine g¼re 0.9 ile 9.0 kat arasında) sadece bir b¼lgeden alınan thripslerin yalnız ergin ¼ncesi d¼nemlerinde g¼zlenmiřtir.

Espinosa vd (2002 a) g¼ney-doğu İşpanya'da çeşitli ¼r¼nlerden alınan 39 *F. occidentalis* populasyonunda methiocarb, methamidophos, acrinathrin, endosulfan, deltamethrin ve f¼rmetanate direncini araştırmışlardır. Tarla dozlarında methiocarb'ın y¼ksek düzeyde bir etki g¼sterdiđi, acrinathrin ve methamidophos'un orta düzeyde etkili olduğu, endosulfan ve deltamethrin'in ise etkisiz kaldığı tespit edilmiştir. Methiocarb, formetanate ve acrinathrin'in yoğun olarak kullanıldığı ¼r¼nlerden alınan populasyonlarda bu ilaçlara sadece (LC_{50} 'ye g¼re 10-30 kat gibi) orta düzeyde bir direnç belirlenmiştir.

Espinosa vd (2002 b) başka bir çalışmada *F. occidentalis* m¼cadelesinde yaygın kullanılan insektisidlerle serada ve laboratuvarada seleksiyon yoluyla direnç gelişimini araştırmışlardır. Biber seralarında insektisidlerin d¼n¼ř¼ml¼ ve tekrarlı kullanımına dayalı çeşitli seleksiyon uygulamaları gerçekleştirilmek suretiyle (bu seralardan alınan *F. occidentalis* ırklarında) direnç gelişimi izlenmiştir. İnektisidlerin d¼n¼ř¼ml¼ kullanıldığı sera ırkı başlangıçta 3 selektif insektisid; formetanate, methiocarb ve acrinathrin'e 6 kattan fazla direnç g¼stermiř buna karşı geniş spektrumlu insektisidler; methamidophos ve endosulfan'a direnç g¼stermemiřtir. İlaçların tekrarlı kullanımında, 4 defalık formetanate uygulaması yapılan sera ırkında başlangıçtaki direnç düzeylerine g¼re farklılık g¼r¼lmemiřtir. Bununla beraber ilaçların d¼n¼ř¼ml¼ kullanıldığı sera ırkında acrinathrin'e direnç 13 kata çıkmıştır. Bu sonuçlarda (ilaçların d¼n¼ř¼ml¼ kullanımında 2 defa uygulanan) acrinathrin'in y¼ksek bir seleksiyon baskısına yol açtığı tespit edilmiştir. Formetanate ve acrinathrin'in ayrı ayrı tekrarlı kullanımlarına dayalı başka bir seleksiyon uygulamasında; formethanate'la 6 peşisıra uygulamada direnç

düzeyi değişmemiştir oysa 6 defalık acrinathrin uygulamasında direnç 8 kattan 723 kata çıkmıştır. Diğer bir seleksiyon stratejisinde (3 kez formetanate, 1 kez acrinathrin, 3 kez formetanate, 1 kez acrinathrin ve 1 kez formetanate uygulamasından sonra) formetanate'e direnç 4 kattan 68 kata, acrinathrin'e ise 14 kattan 174 kata çıkmıştır. Bu sonuçlar acrinathrin uygulamalarından sonra formetanate direncinde büyük artışlar olduğunu ve acrinathrin direncinin formetanate'a çoklu dirence yol açtığını göstermiştir. Methiocarb'ın tekrarlı kullanımına dayalı seleksiyon çalışmasında; başlangıçta 8 kat olan methiocarb direnci 10 defalık methiocarb uygulamasından sonra 34 kata çıkmıştır. 10 defalık uygulama sırasında 1 defalık acrinathrin uygulaması methiocarb direncinin artışında büyük etkiye bulunmuştur ve bunun formetanate'a da çapraz direnç gelişimine yol açtığı gözlenmiştir. Laboratuvarda düzenlenen seleksiyon çalışmasında, seleksiyon döngü sayıları ve direnç gelişim düzeyleri şöyledir; 9 defa acrinathrin uygulaması yapılan ırkta acrinathrin'e direnç 1172 kat, 8 defa deltamethrin uygulaması yapılan ırkta deltamethrin'e direnç 5 kat, 7 defa formetanate uygulaması yapılan ırkta formetanate'e direnç 32 kat, 9 defa methiocarb uygulaması yapılan ırkta methiocarb'a direnç 40 kat, 9 defa endosulfan uygulaması yapılan ırkta endosulfan'a direnç 5 kat ve 8 defa methamidophos uygulaması yapılan ırkta methamidophos'a direnç 10 kat. Methiocarb, formetanate ve acrinathrin'le selekte edilen ırkların formetanate'a 26-35 kat direnç göstermesi, çapraz direncin varlığına işaret etmiştir. Deltamethrin, methamidophos ve endosulfan'la selekte edilen ırklar formetanate'a 10-14 kat çoklu direnç göstermiştir. Laboratuvarda formetanate, methiocarb ve acrinathrine aynı anda orta düzeyde direnç görülmesi genel bir direnç mekanizminin varlığına işaret etmiştir bunun da metabolik olması muhtemeldir.

Böcek bireylerinde direnç mekanizminin genetik, biyokimyasal ve toksikolojik özellikleri yakın bir şekilde sadece *Scirtothrips citri* (Moulton) ve *F. occidentalis* üzerinde çalışılmıştır (Lewis 1997).

Jensen (2000 a), farklı popülasyonlarda farklı mekanizmlerin dirence yol açabildiğini veya aynı popülasyonlarda farklı mekanizmlerin aynı anda bulunabildiğine işaret ederek *F. occidentalis*'de direncin çok faktörlü görüldüğünü bildirmiştir. *F. occidentalis*'de bulunması mümkün olan direnç mekanizmlerini şu şekilde özetlemiştir:

Girişin azaltılması, P450-monooksijenazlar, esterazlar ve glutathion-S-transferazlarca detoksifikasyon ve karbamat ve organik fosforlu insektisidler için hedef bölgenin ve asetilkolinesterazın değiştirilmesi ve piretroidlere hedef yer (knockdown) direnci.

Immaraju vd (1992), piperonil butoksidin permethrin direncini sinerjize ettiğini ve buradan bu türde MFO'nun tüm direnç mekanizminin bir komponenti olduğunu belirtmişlerdir.

Brodsgaard (1994 b), yaklaşık 4 yıl boyunca herhangi bir pestisidle muamele edilmeyen bir *F. occidentalis* ırkının acephate'e 96 kat direnç göstermesini dikkate alarak bu türde direnç mekanizminin oldukça stabil görüldüğünü belirtmiştir. Bundan başka daha önce methiocarb'ın kullanılmadığı thrips ırklarında 9.7 kata varan bir methiocarb direnci çapraz direnç ihtimalinin yüksek olduğunu göstermiştir.

Zhao vd (1993), *F. occidentalis*'de UMC ve KMC ırklarını kullanarak diazinon direncinin mekanizmini araştırmışlardır. Bu iki ırk diazinon'a duyarlılıkları bakımından (KCM ırkı daha dirençli olmak kaydıyla) 14.3 kat farklılık göstermektedir. Diazinon-¹⁴C'ün penetrasyonu, metabolizmi ve boşaltımı KCM ırkında UMC ırkından daha hızlı olmuştur. Her iki ırkda da diazinon metabolizmi başlıca oksidatifdir. Çeşitli substratlarla yapılan çalışmalar sonucunda KCM ırkı thripslerinde diazinon direncinin başlıca hızlı metabolizm ve duyarsız AChE tarafından meydana getirildiği sonucu çıkarılmıştır.

Zhao vd (1995 a), fenvalerate'e duyarlılıklarında 7 kat farklılık bulunan 2 *F. occidentalis* ırkında farmakokinetik yönden çalışmışlardır. Uygulamadan 1, 12, 24 ve 48 saat sonraki analizlerde fenvalerate-¹⁴C'in dirençli KCM ırkı thripslerine daha hassas olan UMC ırkındakilerden daha yavaş bir şekilde girdiği açığa çıkmıştır. Toplam geri alınan radiokarbon yüzdesi olarak KCM thripslerinin iç ekstraktında radyoaktivite 1 saatte %0.4, 48 saatte %2.5'e artmış oysa UMC thripsleri aynı zaman dilimlerinde sırasıyla %1.5 ve %9.5 artmıştır. Bununla beraber fenvalerate-¹⁴C metabolizm KCM thripslerinde UMC thripslerinden daha hızlı olmuştur. 4 örnekleme zamanında iç ekstraktlarda toplam radiokarbon fenvalerate KCM thripslerinde 43±%2 ve UMC

thripslerinde $80\pm\%2$ 'dir. Böylece azalan geçiş ve artırılmış metabolizmin bu türde fenvalerate direncine yardım ettiği belirlenmiştir.

Zhao vd (1995 b) *F. occidentalis*'in 2 laboratuvar (UMC ve KCM) ırkı üzerinde toksisite çalışmaları yapmışlardır. UMC ırkı thripsleri diazinona 14 kat, methomyl'e 3.6 kat ve cypermethrin'e 232 kat direnç göstermiş fakat bendiocarb'a direnç göstermemiştir. Diazinon seleksiyon baskısı altında yetiştirilen KCM thripslerinde direnç 4 kattan 271 kata artmıştır. Bu ırkın bendiocarb'a da çapraz direnç gösterdiği belirlenmiştir. Bunun dışında cypermethrin'e de (sadece LC₅₀ değerlerine göre) apraz direnç görülmüştür. UMC ırkıyla kıyaslandığında KMC ırkı thripsleri permethrin'e, fenvalerate'e, DDT ve imidacloprid'e direnç göstermiş fakat amitraz'a direnç göstermemiştir. Piperonil butoxide, KCM ırkında diazinon, bendiocarb ve fenvalerate toksisitesinde sinerjist etki göstermiştir.

Robb vd (1995), *F. occidentalis*, *Thrips tabaci* Lindeman ve *Thrips palmi* Karny gibi hayli polifag türlerin bir çok tipteki bitki toksinlerini detoksifiye etme yeteneğinde olmalarının insektisidler gibi diğer sinebiyotik bileşiklerle karşılaştıklarında canlılıklarını koruyabilmeleri için bir avantaj sağladığını ileri sürmüştür.

Jensen (2000 b), *F. occidentalis*'in arazi ve laboratuvarda selekte edilen populasyonlarında methiocarb direnciyle ilgili biyokimyasal mekanizmleri incelemiştir. 7 populasyon üzerinde çalışılmıştır ve bu ırkların methiocarba hassasiyetlerinde 30 kat farklılık bulunmuştur. Methiocarb biyoesseyinde, bir stokrom P450 monooksijenaz inhibitörü olan piperonil butoksid veya bir esteraz inhibitörü olan S,S-S-tributylphosphorothioate sinerjizstleri en dirençli populasyonlarda direnci kısmi olarak baskı altına almıştır. Dirençli populasyonların bazılarında in vitroda genel esteraz, glutathion S-transferaz ve asetil kolinesteraz esseyleri artırılmış aktivite göstermiştir ve populasyonların bir tanesi üzerinde methiocarb seleksiyonu bu enzimlerin aktivitelerinde artışa yolaçmıştır. Asetilkolinesteraz duyarlılığını belirlemek için methiocarb, dichlorvos ve eserine inhiye etme esseyleri, dirençli populasyonların ikisinde asetilkolinesteraz enzimlerinde duyarsızlığın vuku bulduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar *F. occidentalis*'de methiocarb direncinin çok faktörlü, değiştirilmış hedef

bölge ve detoksifikasyonu içerdiğine işaret etmektedir. Populasyonlar arasında enzimatik farklılıklar gösteren biyokimyasal denemelerin hiçbirinde methiocarb direnç düzeyi ile güçlü bir şekilde korelasyon görülmemiştir.

Frey vd (2000), bu türde insektisid direncini moleküler markörler kullanarak tespit etmeyi hedef alan bir proje üzerinde çalışmışlardır. Thripslerde özellikle pyrethroid direncinin yüksek düzeylerde olduğunun bilinmesi çalışmaları öncelikle bu yöne odaklanmıştır. *F. occidentalis*'de piretroidlerin hedef yeri olan sodyum kanalı geninin bir segmentini amplifiye etmek üzere primerler geliştirilmiştir.

Maymo vd (2002), insektisidlerin detoksifikasyonunda rol oynayan esteraz ve glutathion-s-transferaz enzim sistemlerinde çalışmışlardır. *F. occidentalis*'in tarla populasyonlarında ve farklı sınıftan insektisidlerle selekte edilen laboratuvar ırklarında uygun substratlarla bu enzimlerin aktiviteleri ölçülmüştür. İki tarla ırkında glutathion-S-transferaz aktivitesinde artış bulunmuştur. Hem tarla ırklarında hem de acrinathrinle selekte edilen bir laboratuvar ırkında glutathion-S-transferaz ve esteraz aktivitelerinin dağılım sıklığında farklılıklar tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Böcek materyali

Tüm çalışma çiçek thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) türünün farklı ırkları üzerinde yapılmıştır.

3.1.1.1. Laboratuvar duyarlı ırkı

Laboratuvar duyarlı ırkı olarak 3 farklı *F. occidentalis* ırkı temin edilmiştir. Bu ırklardan bir tanesi Antalya Bölgesinden elde edilen *F. occidentalis* ırkıdır ve bu ırk yaklaşık 3-4 yıldır herhangi bir ilaca maruz kalmaksızın iklim odasında muhafaza edilmektedir. Diğer iki ırk Avustralya ve İsrail’de benzer çalışmalarda laboratuvar duyarlı ırkı olarak kullanılan referans ırklardır. Bu iki hassas ırk 12.05.1999’da Avustralya (NSW Agriculture, Elizabeth Macarthur Agricultural Institute)’da ve 29.04.1999’da İsrail (Agricultural Research Organization, The Volcani Center)’den getirtilmiştir. Yukarıda sözü edilen 3 ırkın yaprak kalıntı denemelerinde elde edilen lethal konsantrasyon değerleri karşılaştırılmış ve Avustralya ırkı laboratuvar duyarlı ırkı olarak belirlenmiştir.

3.1.1.2. Seleksiyon çalışmasında kullanılan ırklar

Bölüm 3.2.2.’de açıklanan seleksiyon çalışmasında, laboratuvar duyarlı ırkından elde edilen *F. occidentalis* populasyonları kullanılmıştır.

3.1.1.3. İlaçların seradaki ve laboratuvardaki etkinliklerinin karşılaştırılmasında kullanılan ırk

Laboratuvar biyoesseylerinde elde edilen direnç düzeylerinin ilaçların serada gösterdiği başarı üzerinde ne derece etkili olduğunun anlaşılması için arazi denemesi

yapılan seradan belirli miktar *F. occidentalis* popülasyonu alınmış ve bu bölümle ilgili laboratuvar denemeleri bu ırk üzerinde yapılmıştır.

3.1.1.4. Farklı bölgelerden getirilen popülasyonların direnç düzeylerinin tespiti için kullanılan ırklar

Çizelge 3.1’de bu amaçla kullanılan *F. occidentalis* ırkları, bu ırkların nereden ve hangi konukçudan toplandıkları gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Farklı bölgelerden alınan *F. occidentalis* ırkları ve konukçuları

Yer	Konukçu	Tarih
Aksu	Pamuk	26.08.2002
Alanya (Konaklı)	Patlıcan (cam sera)	25.02.2002
Antalya (Altınova)	Gerbera (plastik sera)	16.06.2003
Antalya (Kampüs)	Patlıcan (cam sera)	20.06.2001
Gazipaşa	Hıyar (cam sera)	25.02.2002
Kale	Biber (cam sera)	09.05.2002
Kumluca (Mavikent)	Biber (cam sera)	09.05.2002

Tüm *F. occidentalis* ırkları 26±1°C sıcaklık ve 16:8h (aydınlık:karanlık) gün uzunluğundaki iklim odalarında, pleksiglas kafesler içerisine bırakılan fasulye bitkileri üzerinde çoğaltılmıştır. İlaç uygulamalarından sonra pleksiglas test hücrelerinde teste tabi tutulan thripsler de aynı koşullardaki iklim odasında muhafaza edilmiştir.

3.1.2. İlaçlar

Çalışmada kullanılmak üzere farklı kimyasal gruplardan seçtiğimiz ilaçlar, bunların kimyasal grupları ve ticari isimleri çizelge 3.2’de verilmiştir. Bu çizelgede yer alan ilaçlardan abamectin ve cypermethrin Syngenta, endosulfan ve methomyl Hektaş, malathion ise Koruma Tarım ilaç firmalarından temin edilmiştir.

Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılan ilaçların, kimyasal grupları, etkili madde ve ticari isimleri ve etkili madde oranları

Kimyasal grubu	Etkili madde adı	Ticari adı ve formülasyon şekli	Etkili madde oranı
Macrocyclic lactone	Abamectin	Agrimec EC	18 g/l
Sentetik piretroid	Cypermethrin	Imperator EC	250 g/l
Klorlandırılmış hidrokarbon	Endosulfan	Hektionex 36EC	360 g/l
Organik fosforlu	Malathion	Malathion EC	190 g/l
Karbamatlı	Methomyl	Lannate 90 SP	%90

3.1.2.1. Abamectin

Aşağıdaki bilgiler Anonymous (1998 b)'den alınmıştır.

Abamectin, avermectin B1a ve B1b'den oluşan bir karışımdır. Bu iki komponent (B1a ve B1b), çok benzer biyolojik ve toksikolojik özelliklere sahiptir. Avermectin'ler toprak bakterisi *Streptomyces avermitilis*'den elde edilen insektisid veya anthelmintic etkili bileşiklerdir. Abamectin bu bakterinin doğal bir fermentasyon ürünüdür. Meyve, sebze ve süs bitkilerinde zararlı bir dizi akar ve böceklere ek olarak evlerde ateş karıncaları için de kullanılmaktadır.

Akut toksisite: Abamectin hayli toksik bir materyal olmakla birlikte bir çok formülasyonu memelilere düşük toksisite göstermektedir. Emülsiyon konsantre formülasyonları gözlerde orta derecede ve deride hafif düzeyde tahrişe sebep olmaktadır. Laboratuvar hayvanlarında zehirlenmenin belirtileri şunlardır: Göz bebeği genişlemesi, kusma, sarsıntı ve/veya titreme ve koma. Abamectin böcekler üzerinde sinirsel ve sinirselkas iletişimini engelleyerek etkili olur.

Abamectin için sıçanlarda oral LD₅₀ 11 mg/kg ve farelerde 14 ile 80 mg/kg'ın üzrindedir. Sıçan ve tavşanlarda teknik abamectin için dermal LD₅₀ 330 mg/kg'dan fazladır.

Kronik toksisite: Köpeklerle 1 yıllık bir çalışmada 0, 0.25, 0.5 ve 1 mg/kg/gün dozlarında oral olarak verilen ilaç dokularda bir değişime neden olmamıştır. Bununla beraber, 0.5 ve 1 mg/kg/gün dozlarında bazı köpeklerin göz bebekleri genişlemesi, ağırlık kaybı, uyuşma, titreme ve uzanma belirtileri göstermiştir. Bu çalışmada NOEL değeri 0.25 mg/kg/gün'dür. 0, 0.75, 1.5 ve 2 mg/kg/gün dozlarında 2 yıl beslenen sıçanlarda da benzer sonuçlar görülmüştür. Sinir veya kas sistemlerinde hiçbir değişim gözlenmemiştir fakat tüm dozlarda sıçanların vücut ağırlığı kontroldekilere göre önemli derecede artmıştır. Yüksek dozlarda birkaç bireyde titreme görülmüştür. Fareler en yüksek doz olan 8 mg/kg/gün dozunda 94 hafta beslenmiş ve dişilerde titreme ve ağırlık kaybı görülürken erkeklerde dermatitis ve dalakta kan formasyonunda değişimler görülmüştür.

3.1.2.2. Cypermethrin

Aşağıdaki bilgiler Anonymous (1998 b)'den alınmıştır.

Cypermethrin bir sentetik piretroid insektisiddir pamuk, sebze ve meyve zararlılarını içeren bir çok zararlıyla mücadelede kullanılmaktadır. Bundan başka depolarda, ambarlarda, endüstriyel binalarda, evlerde, apartman inşaatlarında, seralarda, laboratuvarlarda, gemilerde, otobüslerde, kamyonlarda ve uçaklarda kullanılmaktadır. Daha başka okullarda, hastanelerde, restoranlarda, otellerde ve gıda işleme yapılan ürünlerde ve repellent olarak atlarda da kullanılabilmektedir. Cypermethrin'in emulsiyon konsantre, ULV ve ıslanabilir toz formülasyonları mevcuttur. Teknik cypermethrin 8 farklı izomerin bir karışımıdır ve bunların her biri kendi kimyasal ve biyolojik özelliklerine sahiptir.

Balıklara toksikliği nedeniyle cypermethrin içeren ürünler EPA tarafından kullanımı sınırlandırılmış insektisidler sınıfına sokulmuştur. Kullanımı sınırlandırılmış pestisidler sadece sertifikalı kişiler tarafından alınmakta ve uygulanmaktadır.

Akut toksisite: Cypermethrin dermal absorpsiyon veya sindirim yoluyla orta derecede toksik bir materyaldir. Bu, deri ve gözlerde tahrişe sebep olabilir. Dermal

yoldan maruz kalındığında semptomlar, uyuşukluk, karıncalanma, kaşınma, yanma hissi, idrar kontrolsüzlüğü, koordinasyon bozukluğu felç ve hatta ölümdür. Piretroidler merkezi sinir sistemini olumsuz şekilde etkileyebilmektedir.

Sıçanlarda cypermethrin için oral LD₅₀ (mısır yağında) 250 mg/kg veya (suda) 4123 mg/kg'dır. EPA erkek sıçanlarda oral LD₅₀'nin 187 ile 326 mg/kg ve dişilerde 150 ile 500 mg/kg olduğunu bildirmiştir. Bunun yanında oral LD₅₀ değerleri dişi sıçanlarda 367 ile 2000 mg/kg, farelerde 82 ile 779 mg/kg arasında cis-trans-izomerlerin oranına göre değişmektedir. Toksikiteye bu geniş varyasyon test edilen materyallerin izomer karışımlarının farklılığını yansıtmaktadır.

Kronik toksisite: Uzun süreli cypermethrin uygulamasına maruz kalınması karaciğerlerde değişikliklere sebep olmaktadır. Sürekli cypermethrin'le beslenen tavşanlarda deri, akciğer, adrenal bezleri, karaciğer ve thymusun korteksinde patolojik değişimler gözlenmiştir.

3.1.2.3. Endosulfan

Aşağıdaki bilgiler Anonymous (1998 b)'den alınmıştır.

Endosulfan geniş bir çeşitlilikte böcek ve akar türüne kontak etkili olan siklodien alt grubundan klorlandırılmış bir hidrokarbon insektisittir. Bir ahşap koruyucu olarak da kullanılmaktadır. Başlıca kullanıldığı bitkiler meyve, sebze, tahıllar ve çaydır.

Akut toksisite: Endosulfan hayli toksik bir maddedir. Toksikite kısmen pestisidin kullanım yöntemine bağlıdır. Seyreltilmemiş endosulfan vücut içerisine yavaş bir şekilde alınmakta ve tamamı absorbe edilememektedir oysa alkol, yağ ve çözücülerle absorpsiyon daha hızlı gerçekleşmektedir.

Merkezi sinir sisteminin uyarılması endosulfan zehirlenmesinin başlıca karakteristiğidir. Akut olarak endosulfan'a maruz kalmanın belirtileri diğer

siklodienlerin belirtilerinden ayırdedilememektedir. Bu belirtilerde, koordinasyonsuzluk hatta ayakta bile duramama yer almaktadır. Zehirlenmenin diğer belirtileri boğazın tıkanması, kusma, ishal, heyecanlanma, çırpınma ve bilinç kaybıdır. Bu bileşiğin uygulandığı bir arazide otlayan ineklerde körlük ispatlanmıştır. Bu hayvanlar daha sonra 1 ay içinde tamamen iyileşmişlerdir. Kazara ilaca maruz kalan bir durumda, ilaç uygulaması yapılan otlakta otlayan koyun ve domuzlarda kas koordinasyonsuzluğu ve körlük görülmüştür.

Sıçanlarda oral LD₅₀ 18 ile 220 mg/kg arasındadır. Bazı diğer oral LD₅₀ değerleri, farelere 7.36 mg/kg, cırlaksıçanlara 118 mg/kg, kedilere 2 mg/kg ve köpeklere 76.7 mg/kg'dır. Sıçanlar için dermal LD₅₀ değeri 74 mg/kg, tavşanlar için 200 ile 359 mg/kg olarak kaydedilmiştir. Daha önce de bildirildiği gibi çözücüler kullanıldığında endosulfan toksisitesi etkilenmektedir. Sıçanlar için 4 saatlik soluma LC₅₀ değeri 8.0 mg/m³'dür. Köpekler bu bileşiklere sıçanlardan daha az dirençlidir.

Kronik toksisite: Endosulfan'a maruz kalan hayvanlarda çeşitli kronik etkiler kaydedilmiştir. Bu ilaç büyük olasılıkla böbrek, akciğer, kan kimyası ve parathyroid bezleri etkilemektedir.

3.1.2.4. Malathion

Aşağıdaki bilgiler Anonymous (1998 b)'den alınmıştır.

Malathion sistemik olmayan geniş spektrumlu bir insektisiddir. 1950 yılında üretilen bu ilaç en eski organik fosforlu ilaçlardan bir tanesidir. Meyvelerde ve sebzelerde emici ve çiğneyici böcekler için uygundur. Malathion daha başka sivrisinek, sinek, ev böcekleri, hayvan parazitleri, baş ve vücut bitleri için de kullanılmaktadır.

Akut toksisite: Malathion hafif derecede toksik olarak sınıflandırılmıştır. Malathionun akut etkisi ürünün saflığına ve kullanım şekline bağlıdır. Bu yüzden sıçanlar için LD₅₀ 480 ile 10700 mg/kg ve fareler için 775 ile 3321 mg/kg arasındadır. Çeşitli diğer faktörler de pestisidin toksisitesini etkilemektedir. Örneğin, laboratuvar

sıçanlarının besinlerindeki protein miktarıyla malathion toksisitesi arasında güçlü bir ilişki görülmektedir. Protein alımı azaldığında malathion sıçanlara artan bir şekilde toksik etki göstermektedir. Malathion erkek ve dişi sıçanlara farklı etki göstermektedir. İnsanlar için öldürücü etki gösteren en düşük doz erkeklerde dişilerden yaklaşık 3 kat daha yüksektir. İnsanlarda akut belirtiler mide bulantısı, baş ağrısı, göğüs daralması ve tipik olarak asetil-kolinesterazın inhibe edilme belirtilerini içermektedir. Bilinç kaybı, çırpınma ve sürekli kötüye giden hastalık durumu da yüksek dozlarda malathion zehirlenmesinin tipik belirtileridir. Diğer organik fosforlu insektisidlerde olduğu gibi malathion nispeten yüksek dozlarda bazı hayvan türlerinde bağışıklık sistemi bastırarak etki etmektedir.

Kronik toksisite: Gönüllü insanlar malathion'un çok düşük dozlarıyla 1 ve ½ ay süresince beslenmişlerdir ve kan kolinesteraz aktivitesinde önemli bir değişimin olmadığı görülmüştür. Sıçanlar 100-1500 ppm malathion içeren besinlerle 2 yıl boyunca beslenmiş ve kolinesteraz aktivitesinin bastırılması dışında hiçbir semptom görülmemiştir. Bileşik, küçük miktarlarda 8 hafta uygulandığında sıçanların kan kolinesterazında hiçbir negatif etki görülmemiştir. Sütten yeni kesilen erkek sıçanların malathion'a olan hassasiyetleri erginlerin 2 katı kadardır.

3.1.2.5. Methomyl

Aşağıdaki bilgiler Anonymous (1998 b)'den alınmıştır.

Methomyl 1966 yılında geniş spektrumlu bir insektisid olarak üretilmiştir. Keneler ve akarlarla mücadele için de bir akaricid olarak kullanılmaktadır. Methomyl sebze, meyve, tarla ürünleri, pamuk, süs bitkileri, kümes ve mandıraların iç kesimlerinde ve çevrelerinde kullanılmaktadır. Bunlardan başka sineklere bir tuzak yem olarak da kullanılmaktadır. Methomyl 2 yolla etkili olabilmektedir. 1) Kontak yolla 2) Sistemik olarak. Bu ilaç bitkiler tarafından fitotoksikite göstermeksizin alınabilmektedir. Bir karbamatlı ilaç olan methomyl de diğer karbamatlı ilaçlar gibi kolinesterazı inhibe ederek etkili olmaktadır.

Methomyl EPA tarafından insanlara yüksek düzeyde akut toksisite göstermesi nedeniyle kullanımı sınırlandırılmış pestisidler (RUP) sınıfına sokulmuştur. Uygulamadan sonra uygulama yapılan alana tekrar giriş aralığı ürüne bağlı olarak 1 ile 7 gün arasında değişmektedir.

Akut toksisite: Methomyl potansiyel olarak insanlara hayli zehirli bir materyaldir. Sindirilirse veya gözlerle absorbe edilirse oldukça toksik etki göstermekte, solunum yoluyla orta düzeyde zehirlilik göstermekte fakat deri yoluyla daha düşük toksisite göstermektedir. Methomyl hayli toksik bir kolinesteraz inhibitörüdür.

Methomyl solunum yoluyla da zehirli olmaktadır, solunum sisteminin mukoza membranları ile absorbe edilebilmekte kolinesteraz engellemesi ve sistemik zehirlenme görülmektedir. Toz veya aerosol şeklinde ilacın solunması tahrişe, akciğer ve göz problemlerine, göğüs daralmasına, bulanık görmeye, göz yaşına, hırıldamaya ve baş ağrısına sebep olmaktadır. Kolinesteraz engellemesinin diğer sistemik belirtileri muameleden birkaç dakika veya birkaç saat içinde görülebilmektedir.

Methomyl deriden kolay bir şekilde absorbe edilememektedir ve bu yüzden deri yoluyla hafif toksiktir. Bununla beraber eğer yeterli miktarda deri yoluyla alınmış ise buradaki belirtiler sindirim veya solunum yoluyla alındığında ortaya çıkanlarla benzerdir. Uygulamadan sonra 15 dakika ile 4 saat içinde temas yerinin ortası terlemekte ve kas koordinasyonsuzluğu ortaya çıkmaktadır. Aşırı şekilde dermal yoldan maruz kalmanın diğer belirtileri kusma, mide bulantısı, ishal, karın krampı, baş dönmesi ve baş ağrısı (veya önceden bahsedilen belirtilerin herhangi biri) dir.

Sıçanlarda methomyl için akut oral LD₅₀ 12-48 mg/kg, farelerde 10 mg/kg ve domuzlarda 15 mg/kg'dır. Tavşanlara deriden uygulandığında dermal LD₅₀ 5880 mg/kg'dır. Erkek sıçanlar için solunum yoluyla LC₅₀ değeri 0.3 mg/litre'dir.

Kronik toksisite: Tekrarlı veya sürekli methomyl uygulamasının belirtileri bu ilacın akut etkilerine benzemektedir. Küçük miktarlarda methomylin tekrarlı

uygulamaları şüphe edilmeyen bir kolinesteraz engellenmesine sebep olabilmekte, zayıflık, iştahsızlık, kas ağrısı gibi grip benzeri simptomlar görülmektedir.

0, 2.5, 5 ve 20 mg/kg dozlarla 24 ay beslenen sıçanlarda NOEL değeri 20 mg/kg'dır. 20 mg/kg'da dişi sıçanlarda kırmızı kan hücre sayısı ve hemogloblin düzeyleri önemli derecede azalmıştır. NOEL değerini 5 mg/kg esas alarak 2 yıl beslenen köpekler için EPA methomyl'in ADI değerini 0.025 mg/kg vücut ağırlığı/gün olarak belirlemiştir.

3.1.3. Thrips üretiminde ve biyoesseylerde kullanılan bitki materyali

F. occidentalis populasyonlarının çoğaltılmasında $26\pm1^{\circ}\text{C}$ iklim odasında saksılarda yetiştirilen 1-2 haftalık fasulye, *Phaseolus vulgaris* L. kullanılmıştır. Laboratuvarda yapılan ilaç denemelerinde fasulye bitkilerinin yapraklarından elde edilen disklerden yararlanılmıştır.

3.1.4. Pleksiglas böcek yetiştirme kafesleri

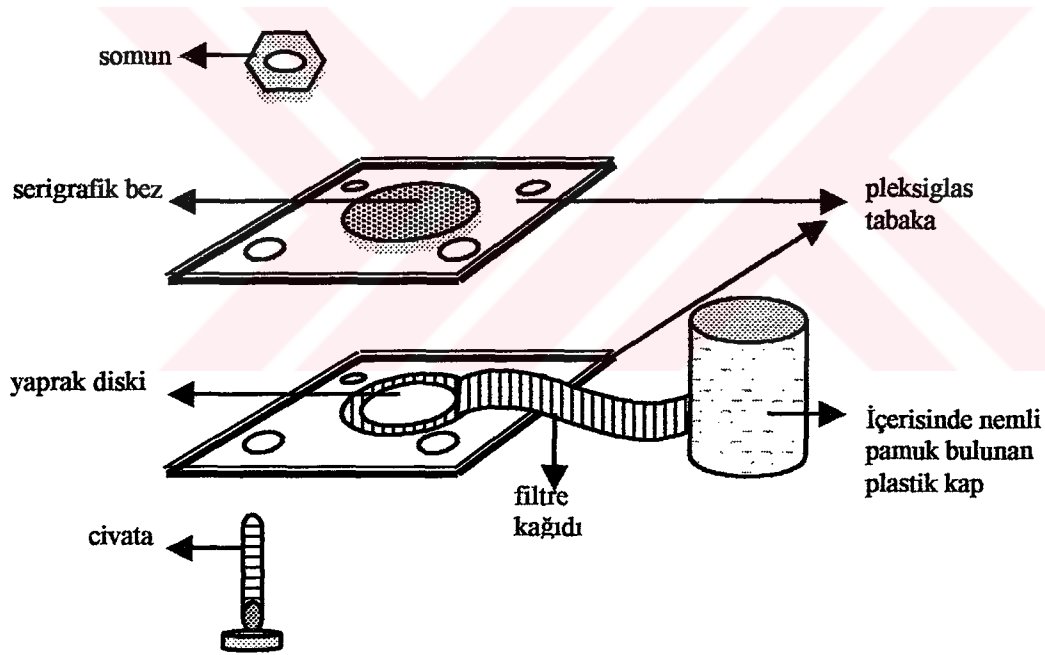
Thrips populasyonlarının muhafazasında kullandığımız böcek kafesleri 3 mm'lik pleksiglas materyalden imal edilmiştir. 40x40x48 cm boyutlarındadır ve 4 yüzünde havalandırma için yaklaşık 2000 cm²'lik alan sık dokulu (0.5 mm'den daha küçük aralıklı) tülle kapatılmıştır.

3.1.5. İlaç uygulamalarında kullanılan araçlar

- 1) Laboratuvarda yapılan kalıntı ve direkt püskürtme biyoesseylerinde Potter Spray Tower (Burkhard, U.K.)'dan yararlanılmıştır
- 2) Seleksiyon çalışması için 0.5 litrelik el püskürtücüsü kullanılmıştır
- 3) Araziye yapılan ilaç denemesinde, hareketini traktörün kuyruk milinden alan 400 litrelik mekanik pülverizatör kullanılmıştır

3.1.6. Laboratuvar biyoesseylerinde kullanılan test hücreleri

Şekilde 3.1’de görüldüğü üzere test hücresi, 6 mm’lik 2 pleksiglas tabakadan oluşmaktadır. Üst tabakadan 3 cm çapındaki alan çıkartılarak serigrafik bezle kapatılmıştır. Thripsler ilaçlı yapraklarda teste tabi tutulacakları zaman, altta bulunan pleksiglas tabakaya ilk olarak bir ucu ıslak pamukla temas halinde olan kurutma kağıdı, bunun üzerine ilaç veya su ile muameleli 3.5 cm çapında yaprak diski yerleştirilmektedir. Daha sonra thripsler bu diskin üzerine bırakılarak üst pleksiglas tabaka kapatılmakta ve thripslerin kaçmasını engellemek için 4 tarafındaki (0.7 cm çapında, 3.5 cm boyunda) civatalarla uygun şekilde sıkıştırılmaktadır.



Şekil 3.1. Böcekleri ilaçlı yaprak yüzeyinde test etmek amacıyla dizayn edilen pleksiglas test hücreleri.

3.2. Metod

3.2.1. Biyoessey yöntemleri

3.2.1.1. Yaprak Kalıntı biyoesseyi

Laboratuvarında kullanılan 1 günlük yaprak kalıntı biyoessey yönteminde thrips erginleri ilaç püskürtülmüş yaprak disklerinde 2 gün süreyle ilaç kalıntısına maruz bırakılmıştır. 1-2 haftalık fasulye bitkilerinin yapraklarından 4.5 cm çapında diskler alınarak bir petri içerisine yerleştirilmiştir. Söz konusu ilaçlardan elde edilen 4-6 seri ilaç konsantrasyonu 0.84 atmosfer basınçta cm^2 'ye 2.7 mg sıvı bırakan Potter Spray Tower (Burkhard, U.K.) yardımıyla yaprak disklerine püskürtülmüştür. Uygulamalardan 1 gün sonra küçük bir ağız aspiratörü yardımıyla kültürlerden toplanan thripsler CO_2 'le bayıltılarak üzerinde ilaç kalıntısı bulunan yaprak disklerine bırakılmış ve şekil 3.1'de görülen pleksiglas test hücrelerinde teste tabi tutulmuştur. Bu hücrelerde böceklerin maruz bırakıldığı ilaçlı yaprak alanı yaklaşık 8 cm^2 'dir. Teste tabi tutulan thripsler $26 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve 16:8h (aydınlık:karanlık) gün uzunluğundaki iklim odasında bekletilerek 2 gün sonra ölüm kontrolleri yapılmıştır ve hareketsiz olan böcekler ölü olarak kaydedilmiştir. Burada 4-6 farklı ilaç konsantrasyonu kullanılarak popülasyonda %0 ile %100 arasında ölüm meydana gelmesi hedeflenmiştir. Söz konusu ilaçların her biri için kullanılan en düşük ve en yüksek doz serileri mg/l etkili madde olarak şu şekilde değişmektedir: Abamectin 1.80-115.20, cypermethrin 3.91-250 , endosulfan 360-5760 , malathion 95-1520 ve methomyl 84.38-2700. Kontrollerde ise sadece saf su püskürtülmüştür. Her bir doz için 3 tekrerrür kullanılmıştır.

3.2.1.2. Direkt püskürtme biyoesseyi

Bu biyoesseyin yaprak kalıntı biyoesseyinden farklı yönü ilaçların, üzerinde thrips bulunan yaprak disklerine doğrudan püskürtülmesidir. Diğer bütün işlemler aynıdır, ancak kullanılan doz serileri kalıntı biyoesseyindekilerden farklıdır. Söz konusu ilaçların her biri için kullanılan en düşük ve en yüksek doz serileri mg/l etkili madde olarak şu şekilde değişmektedir; abamectin 1.80-57.60, cypermethrin 15.63-250, endosulfan 45.00-720.00 , malathion 23.75-760 ve methomyl 5.27-168.75.

3.2.2. Seleksiyon

Laboratuvar duyarlı ırkı olarak belirlenen Avustralya *F. occidentalis* ırkından 5 ayrı koloni oluşturulmuştur. Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl ilaçlarından her biri yalnızca bir popülasyona uygulanacak şekilde sözü edilen hassas popülasyonlara belirli dozlarda bir el püskürtücüsü yardımıyla uygulanmıştır. Burada kullanılan dozlar, bir popülasyona ilaç uygulaması yapıldıktan sonra bir sonraki popülasyonu oluşturacak asgari miktarda thripsin canlı kalabileceği dozlardır ve bu dozlar laboratuvarda yapılan ön denemelerle belirlenmiştir (Çizelge 3.3). Seleksiyonda kullanılacak dozlar cypermethrin hariç, pratikte kullanılan dozların ¼'ü kadardır.

Çizelge 3.3. Seleksiyon için belirlenen dozlar

İlaçlar	Pratikte yaygın kullanılan dozlar	Seleksiyon için kullanılan dozlar
Abamectin	7.2 mg E.M./l	1.80 mg E.M./l
Cypermethrin	125 mg E.M./l	125 mg E.M./l
Endosulfan	720 mg E.M./l	180 mg E.M./l
Malathion	760 mg E.M./l	190 mg E.M./l
Methomyl	675 mg E.M./l	168.75 mg E.M./l

3.2.2.1. Seleksiyon yöntemi

Seleksiyon için kullanılan metod pratikte yapılan ilaç uygulamalarına benzerlik göstermektedir. Söz konusu 5 ilaç duyarlı ırktan elde edilen 5 ayrı popülasyona belirlenen dozlarda bir el püskürtücüsü yardımıyla püskürtülmüştür. Uygulama yapılan popülasyona gerektiği zaman temiz fasulye bitkisi verilmek suretiyle canlı kalan thripslerin beslenmeleri ve çoğalmaları sağlanmıştır. Aynı işlemler 5 ilaç için 5 ayrı popülasyonda popülasyonların çoğalma potansiyelleri elverdiği ölçüde tekrarlanarak sürdürülmüştür.

3.2.3. Direnç potansiyeli ve çoklu direnç spektrumunun belirlenmesi

Bu çalışma bölüm 3.2.2’de açıklanan seleksiyon çalışmasının hemen bitiminde yapılmıştır. Söz konusu 5 ilaçtan sadece cypermethrin’le gerçekleştirilen seleksiyon başarılı olduğu için bu bölümle ilgili denemeler bu ırk üzerinde yapılmıştır. Cypermethrin’le selekte edilen duyarlı *F. occidentalis* ırkı bu ilaçla direnç testine tabi tutularak direnç kazanma potansiyeli belirlenmiştir. Bunun yanında selekte edilen ırk, seleksiyonda kullanılmayan diğer 4 ilaçla da testlere tabi tutularak bu ilaçlara ne düzeyde çoklu dirence sahip olduğu belirlenmiştir.

3.2.4. Serada ilaç uygulaması

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Arazisinde patlıcan yetiştirilen bir cam serada abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl’le bir sera denemesi planlanmıştır. Bu sera 6 ayrı parsel olarak her bir parsel söz konusu ilaçlardan bir tanesi ve geri kalan bir parsel de sadece su uygulanmıştır. Yaklaşık 160 m²’lik alana sahip parsellerde 7 sıra bulunmakta ve bir sıra üzerinde de 49 bitki yer almaktadır. Her bir ilaç için ayrılan bölümde 3 sıra belirlenmiş ve bir sıra bir tekrür olarak kabul edilmiştir. Bir sıradaki 10 bitkiden 3’er yaprak alınarak üzerindeki ölü-canlı larva sayıları kaydedilmiştir. Bu şekilde 3 tekrürlü ve 6 muameleli bir deneme yapılmıştır. Yaprak örnekleri, ilaçlamadan 1 gün önce ilaçlamadan 1, 3 ve 7 gün sonra alınarak üzerinde bulunan larvaların canlılık oranları laboratuvarda mikroskop yardımıyla tespit edilmiştir. İlaçlama işlemi, hareketini traktörün kuyruk milinden alan 400 litrelik mekanik pülverizatörle yapılmıştır. İlaçlar (ilaç firmalarınca önerilen) tavsiye dozlarında kullanılmıştır ve her ilaç kendi için ayrılan parsel 50 litrelik su içinde püskürtülmüştür. Yaklaşık 1 dekar için 300 litre su kullanılmıştır. Denemenin yapıldığı (26-27-28 Haziran 2001) tarihlerde sıcaklık, minimum 19.3 °C, maksimum 40.8 °C olarak ölçülmüştür.

3.2.5. İlaçların seradaki ve laboratuvardaki etkinliklerinin karşılaştırılması

Bu çalışmada, laboratuvar testlerinde ortaya çıkan direnç düzeyleriyle arazide yapılan uygulamalarda elde edilen başarı düzeyleri karşılaştırılmıştır. Bu sayede direncin ilaçların arazide gösterdiği etkinlikte ne derece etkili olduğunun anlaşılmasına çalışılmıştır. Söz konusu 5 ilacın arazide *F. occidentalis* larvalarına etkinlikleri yaptığımız arazi denemesiyle ortaya çıkarılmıştır. Aynı zamanda laboratuvar biyoesseyleri için söz konusu seradan belirli miktar *F. occidentalis* popülasyonu alınarak çoğaltılmıştır. Laboratuvarda larva ve erginler üzerinde yapılan testlerde elde edilen ölüm değerleri ve direnç düzeyleri arazide elde edilen ölüm değerleriyle karşılaştırılmıştır.

3.2.6. Antalya ve ilçelerinden alınan *F. occidentalis* popülasyonlarında direnç düzeylerinin tespiti

Farklı bölgelerdeki böcek popülasyonlarının ilaçlara duyarlılığı kullanılan ilaç çeşitlerine, bunların uygulama sıklığına ve uygulama dozlarına bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle farklı bölgelerdeki *F. occidentalis* popülasyonlarının ilaçlara değişen düzeylerde dirence sahip olması beklenmektedir. Bu amaçla Çizelge 3.1’de yer alan bölgelerden *F. occidentalis* popülasyonları alınarak çoğaltılmıştır. Bu popülasyonlar bölüm 3.2.1.1.’de anlatılan 1 günlük yaprak kalıntı yöntemiyle söz konusu ilaçlarla teste tabi tutularak LC₅₀, LC₉₀ değerleri ve bu değerlerin duyarlı ırkın LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerine bölünmesiyle direnç düzeyleri tespit edilmiştir.

3.2.7. Davranışsal direnç testleri

Bu çalışmada *F. occidentalis*’in abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomylle bütünü ve yarısı ilaçlı yaprak disklerinde gösterdiği davranışsal tepkiler izlenmiştir. Burada kullanılan biyoessey yöntem genel olarak yaprak kalıntı yöntemine (Bkz. 3.2.1.1) benzemekle beraber birkaç bakımdan ondan farklıdır. Söz konusu 5 ilaç fasulye yaprak disklerine 2 farklı şekilde uygulanmıştır. İlk olarak yaprak diskinin tamamına ilaç püskürtülmüştür. Diğer uygulamada diskin yarısına ilaç püskürtülmüş

kalan yarısı alüminyum folyo ile kapatılmak suretiyle ilaçsız bırakılmıştır. Her bir ilaç için 1 doz kullanılmıştır ve bu doz yaprak diskinin tamamına püskürtüldüğünde ergin dişi *F. occidentalis* popülasyonunun %100'ünü veya %100'e yakını öldüren dozdur. Kullanılan dozlar etkili madde olarak abamectin için; 57.60 mg/l, cypermethrin için; 1000 mg/l, endosulfan için; 5760 mg/l, malathion için; 3040 mg/l, methomyl için; 5400 mg/l'dir. Diğer işlemler yaprak kalıntı biyoesseyinde olduğu gibi yapılmıştır.

3.2.8. Veri analizi

Laboratuvar biyoesseylerinde elde edilen verilerin analizi: Biyoesseylerde her bir ilaç konsantrasyonuna karşılık gelen canlı-ölü böcek sayıları POLO-PC (LeOra Software 1987) programıyla probit analizine tabi tutularak lethal konsantrasyon değerleri (LC_{50} ve LC_{90}), eğim ve güven sınırları elde edilmiştir. POLO-PC programının kullanımında (Tuncer 2001)'in "üç farklı bilgisayar programı ile probit analizinin uygulanması ve yorumu"ndan yararlanılmıştır. Popülasyonların duyarlılık derecesini gösteren direnç düzeyleri, söz konusu popülasyonun LC_{50} ve LC_{90} değerlerinin laboratuvar duyarlı ırkı olarak kabul edilen Avustralya *F. occidentalis* ırkı LC_{50} ve LC_{90} değerlerine bölünmesiyle elde edilmiştir.

Arazi denemesi verilerinin analizi: Bölüm 3.2.4'de açıklandığı gibi 5 ilaç ve bir de kontrol olmak üzere 6 muameleli 3 tekerrürlü bir deneme yapılmıştır. Her tekerrürde kullanılan yaprak sayısı 30 adettir. Toplam 1 muamele için 90 yaprağın alt ve üst yüzeyinde bulunan thrips larvaları mikroskop yardımıyla canlı-ölü olarak kaydedilmiştir. Bu işlem ilaçların uygulanmasından 1 gün önce ve uygulamalardan 1, 3 ve 7 gün sonra tekrarlanmıştır. Elde edilen canlı-ölü thrips sayılarından ortalamalar alınarak bunlardan % canlı veya % ölü değerlerine ulaşılmış daha sonra Abbott ile düzeltilmiş ölüm oranları elde edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Laboratuvar Duyarlı Irklarının Karşılaştırılması

Laboratuvar duyarlı ırklarının hassasiyet düzeylerini karşılaştırmak amacıyla *F. occidentalis* Antalya, Avustralya ve İsrail ırklarında abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'le 1 günlük yaprak kalıntı biyoesseyleri düzenlenmiştir. Elde edilen lethal konsantrasyon (LC_{50} , LC_{90}), eğim ve (%95'lik) güven sınırı değerleri çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Duyarlılık sıralaması (lethal konsantrasyon değerleri küçük olması bakımından) Antalya, Avustralya ve İsrail ırkı şeklinde görünmektedir. Bununla beraber bilinen referans ırk olması da göz önüne alındığında, Avustralya *F. occidentalis* ırkı laboratuvar duyarlı ırkı olarak tercih edilmiştir.

4.2. Seleksiyona Tabi Tutulan *F. occidentalis* Irklarında Direnç Gelişimi ve Çoklu (Multipl) Direnç Spektrumları

Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyle seleksiyon yoluyla *F. occidentalis*'in direnç geliştirme potansiyeli ve çoklu direnç spektrumlarının belirlenmesi planlanmıştır. Ancak bu ilaçlardan sadece cypermethrin için uygulanan seleksiyon başarılı olmuştur. Cypermethrin'le 27 defa püskürtme yapılan duyarlı *F. occidentalis* ırkında direnç LC_{50} 'ye göre 28.01 ve LC_{90} 'a göre 39.92 kat artmıştır. Bu ırka daha sonra 17 defa daha cypermethrin uygulaması yapıldığında direnç düzeyleri LC_{50} 'ye göre 139.32 kata, LC_{90} 'a göre 110.71 kata çıkmıştır (Çizelge 4.2). 27 defa cypermethrin uygulaması yapılan ırkın abamectin, endosulfan, malathion ve methomyl'e çoklu direnç spektrumunun belirlenmesi için bu ilaçlarla direnç testleri yapılmıştır. Elde edilen çoklu direnç spektrumu çizelge 4.3'de gösterilmiştir. 27 defa cypermethrin uygulaması yapılan (cypermethrin'e dirençli) söz konusu ırkda diğer ilaçlara direnç düzeyleri; abamectin'e LC_{50} 'ye göre 0.80 kat, LC_{90} 'a göre 0.62 kat, endosulfan'a LC_{50} 'ye göre 2.07 kat, LC_{90} 'a göre 2.00 kat, malathion'a LC_{50} 'ye göre 3.18 kat, LC_{90} 'a göre 2.51 kat ve methomyl'e LC_{50} 'ye göre 2.05 kat, LC_{90} 'a göre 2.58 kat olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. *F. occidentalis* Antalya, Avustralya ve İsrail ırkı erginlerinde abamectin, cypermethrin, endosulfan malathion ve methomyl'le yaprak kalıntı biyoesseylerinde elde edilen lethal konsantrasyon değerleri

İrklar	İnsektisidler	n*	eğim±sem	LC ₅₀ mg(E.M.)/litre güven sınırı (%95)	LC ₉₀ mg(E.M.)/litre güven sınırı (%95)
Abamectin	Antalya	918	2.13±0.16	8.76 6.58-11.00	35.14 27.53-48.53
	Avustralya	940	2.67±0.25	10.04 8.28-11.71	30.32 26.13-36.50
	İsrail	1199	1.44±0.86	6.88 3.86-10.40	53.62 34.19-105.87
Cypermethrin	Antalya	1137	1.02±0.09	14.52 6.60-24.60	263.95 141.92-747.00
	Avustralya	833	1.84±0.23	43.40 13.80-66.50	215.39 145.19-580.28
	İsrail	794	1.15±0.18	32.39 12.26-49.81	426.25 246.79-1602.56
Endosulfan	Antalya	853	6.18±0.68	1778.60 1279.22-2233.60	2866.95 2275.63-5040.73
	Avustralya	975	5.08±0.70	2494.35 2037.02-2833.84	4460.33 3842.96-5883.79
	İsrail	1796	8.51±0.60	2095.47 1632.57-2514.19	2964.50 2475.29-4258.25
Malathion	Antalya	755	4.96±0.53	407.30 338.90-473.760	738.09 618.33-983.84
	Avustralya	840	4.73±0.49	488.85 357.20-587.58	912.97 747.62-1364.80
	İsrail	1499	4.25±0.33	528.23 406.20-627.76	1057.53 860.21-1592.95
Methomyl	Antalya	909	5.92±0.80	851.85 673.02-1025.53	1401.88 1143.17-2163.78
	Avustralya	1214	3.84±0.40	857.42 707.82-995.55	1850.66 1540.97-2469.08
	İsrail	1299	3.56±0.30	1066.69 874.55-1242.08	2452.42 2038.21-3263.59

n*: denemede kullanılan toplam böcek sayısı

Çizelge 4.2. Cypermethrin'le 27 ve 44 defa uygulama yapılan ırklarda cypermethrin'e direnç gelişim düzeyi

İlaç	İrklar	n ¹	eğim±sem	LC ₅₀ mg(E.M.)/litre güven sınırı (%95)	LC ₉₀ mg(E.M.)/litre güven sınırı (%95)	Direnç düzeyi LC ₅₀ 'ye göre ²	Direnç düzeyi LC ₉₀ 'a göre ³
Cypermethrin	Duyarlı	833	1.84±0.23	43.40 13.80-66.50	215.39 145.19-580.28	-	-
	Cypermethrinle 27 defa selekte	462	1.51±0.27	1215.68 364.80-2196.71	8599.14 4198.34-81626.61	28.01	39.92
	Cypermethrinle 44 defa selekte	424	2.15±0.49	6046.54 4307.18-8685.73	23846.55 13908.17-115105.83	139.32	110.71

n¹ : Denemede kullanılan toplam böcek sayısı

Direnç düzeyi LC₅₀'ye göre² : Söz konusu ırkın LC₅₀ değeri/duyarlı ırkın LC₅₀ değeri

Direnç düzeyi LC₉₀'a göre³ : Söz konusu ırkın LC₉₀ değeri/duyarlı ırkın LC₉₀ değeri

Çizelge 4.3. 27 defa cypermethrin uygulaması yapılan duyarlı *F. occidentalis* ırkında abamectin, endosulfan malathion ve methomyl'e çoklu direnç spektrumu

İrklar	ilaçlar	n ¹	eğim±sem	LC ₅₀ mg(E.M.)/litre güven sınırı (%95)	LC ₉₀ mg(E.M.)/litre güven sınırı (%95)	Direnç düzeyi LC ₅₀ 'ye göre ²	Direnç düzeyi LC ₉₀ 'a göre ³
Hassas	Abamectin	940	2.67±0.25	10.04 8.28-11.71	30.32 26.13-36.50	-	-
	Cypermethrin	833	1.84±0.23	43.40 13.80-66.50	215.39 145.19-580.28	-	-
	Endosulfan	975	5.08±0.70	2494.35 2037.02-2833.84	4460.33 3842.96-5883.79	-	-
	Malathion	840	4.73±0.49	488.85 357.20-587.58	912.97 747.62-1364.80	-	-
	Methomyl	1214	3.84±0.40	857.42 707.82-995.55	1850.66 1540.97-2469.08	-	-
Cypermethrin'le 27 kez selekte edilen ırk	Abamectin	494	3.49±0.42	8.08 5.92-10.15	18.82 14.75-27.33	0.80	0.62
	Cypermethrin	462	1.51±0.27	1215.68 364.80-2196.71	8599.14 4198.34-81626.61	28.01	39.92
	Endosulfan	535	5.46±1.06	5165.35 4284.80-5805.90	8872.30 7750.32-11378.20	2.07	2.00
	Malathion	440	7.51±1.67	1548.34 1141.03-1794.99	2293.62 1984.70-3018.88	3.18	2.51
	Methomyl	674	2.95±0.39	1754.96 1264.77-2232.08	4765.60 3518.60-8619.90	2.05	2.58

n¹ : Denemede kullanılan toplam böcek sayısı

Direnç düzeyi LC₅₀'ye göre² : Söz konusu ırkın LC₅₀ değeri/duyarlı ırkın LC₅₀ değeri

Direnç düzeyi LC₉₀'a göre³ : Söz konusu ırkın LC₉₀ değeri/duyarlı ırkın LC₉₀ değeri

4.3. İlaçların Laboratuvardaki ve Seradaki Etkinliklerinin Karşılaştırılması

4.3.1. İlaçların serada *F. occidentalis* larvalarına etkinlikleri

Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'in arazide etkinliklerini tespit etmek amacıyla 26 Haziran 2001'de Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama arazisinde patlıcan yetiştirilen yaklaşık 1 dekarlık bir cam serada deneme yapılmıştır. Söz konusu ilaçların patlıcan yapraklarında bulunan larvalara etkinlikleri çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'in serada patlıcan yapraklarında *F. occidentalis* larvalarına etkinlikleri

İlaçlar	İlaç uygulamasından 1 gün önce	İlaç uygulamasından 1 gün sonra	İlaç uygulamasından 3 gün sonra	İlaç uygulamasından 7 gün sonra
	% Ölü	% Ölü	% Ölü	% Ölü
Kontrol	13.15	31.88	33.82	34.86
Abamectin	16.44	42.10	66.73	72.32
Cypermethrin	15.50	52.48	15.85	3.79
Endosulfan	18.38	86.74	44.74	14.58
Malathion	19.94	86.08	68.13	21.29
Methomyl	31.46	98.80	91.61	57.13

4.3.2. Serada elde edilen ölüm oranlarıyla biyoesseylerde elde edilen lethal konsantrasyon değerlerinin karşılaştırılması

Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl ile serada elde edilen ölüm oranları laboratuvar biyoesseylerinde aynı ırk üzerinde elde edilen lethal konsantrasyon değerleriyle karşılaştırılmıştır. İlaçların serada patlıcan yapraklarında larvalara etkinlikleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Aynı seradan alınan populasyon üzerinde laboratuvar da larvalara direkt püskürtme biyoesseylerinde elde edilen lethal konsantrasyon değerleri de Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Serada uygulamalardan 1 gün sonra elde edilen larva ölüm oranlarına karşılık olarak laboratuvar da direkt püskürtme biyoesseylerinde elde edilen doz değerleri Çizelge 4.6'da karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.5. *F. occidentalis* sera (Kampüs) ırkı larvalarına abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'le 1 günlük direkt püskürtme biyoesseylerinde elde edilen lethal konsantrasyon değerleri

	n*	eğim±sem	LC ₅₀ mg(E.M.)/litre güven sınırı (%95)	LC ₉₀ mg(E.M.)/litre güven sınırı (%95)
Abamectin	677	1.94±0.22	13.94 9.74-17.88	63.75 47.44-102.07
Cypermethrin	241	1.92±0.30	35.82 18.14-58.65	166.28 96.97-439.96
Endosulfan	560	3.93±0.61	220.61 181.02-253.33	467.06 398.28-601.84
Malathion	583	3.24±0.34	41.17 35.16-47.12	102.41 86.77-127.99
Methomyl	323	2.22±0.30	21.47 14.02-33.12	81.25 48.72-216.23

n*: denemede kullanılan toplam böcek sayısı

Çizelge 4.6. İlaçların serada gösterdikleri etki düzeylerine karşılık gelen biyoessey doz değerleri

İlaçlar	uygulama dozları* mg(E.M.)/litre	Serada ilaç uygulamalarından 1 gün sonra elde edilen ortalama (%) ölüm değerleri	Larvalara direkt püskürtme biyoesseylerinde serada 1. günün ölüm değerlerine karşılık gelen dozlar
Abamectin	7.2	42.10	10.97
Cypermethrin	125	52.48	39.20
Endosulfan	720	86.74	426.52
Malathion	760	86.08	177.32
Methomyl	675	98.80	65.93

Uygulama dozları*: İlaç firmalarınca önerilen dozlardır ve serada bu dozlar kullanılmıştır

4.3.3. İlaçların serada gösterdiği başarı oranlarına direncin etkisi

Bu çalışmada, laboratuvarda düzenlenen biyoesseylerde elde edilen direnç düzeyleriyle söz konusu ilaçların serada gösterdiği etkinlik düzeyleri karşılaştırılarak direncin arazideki başarıya ne derece etkide bulunduğu anlaşılmıştır. İlaçların serada larvalara gösterdiği etkinlikler çizelge 4.4'de verilmiştir. Söz konusu sera ırkının laboratuvar biyoesseylerinde belirlenen lethal konsantrasyon değerleri ve direnç düzeyleri çizelge 4.7'de (Kampüs ırkı) gösterilmiştir.

Cypermethrin dışında söz konusu tüm ilaçlar için direnç düzeyleri 2 katın altında kalmıştır. Cypermethrin'e de en yüksek direnç LC₉₀ değerlerine göre 4.79 kat olarak tespit edilmiştir.

4.4. Antalya ve İlçelerinden Alınan *F. occidentalis* Populasyonlarında Direnç Düzeyleri

Antalya ve ilçelerinden belirtilen yer ve konulılardan alınan *F. occidentalis* populasyonları (Bkz. Çizelge 3.1) laboratuvar biyoesseyleri için iklim odasında fasulye bitkilerinde çoğaltılmıştır. Laboratuvar da yaprak kalıntı biyoesseyleriyle abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'e lethal konsantrasyon değlerleri ve bu değlerlerin duyarlı ırkın lethal konsantrasyon değlerlerine bölünmesiyle elde edilen direnç düzeyleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Altınova'dan alınan populasyon yeterli düzeyde çoğaltılamadığı için çizelge 4.7'de bu populasyonun bulunduğı bölümde sadece cypermethrin'le düzenlenen biyoessey sonuçları yer almıştır.

Çizelge 4.7. Antalya ve ilçelerinde *F. occidentalis* populasyonları erginlerinde abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'le yaprak kalıntı biyoesseylerinde elde edilen lethal konsantrasyon değlerleri ve direnç düzeyleri

İrklar	ilaçlar	n ¹	eğim±sem	LC ₅₀ mg(E.M.)/litre güven sınırı (%95)	LC ₉₀ mg(E.M.)/litre güven sınırı (%95)	Direnç düzeyi LC ₅₀ 'ye göre ²	Direnç düzeyi LC ₉₀ 'a göre ³
Hassas	Abamectin	940	2.67±0.25	10.04 8.28-11.71	30.32 26.13-36.50	-	-
	Cypermethrin	833	1.84±0.23	43.40 13.80-66.50	215.39 145.19-580.28	-	-
	Endosulfan	975	5.08±0.70	2494.35 2037.02-2833.84	4460.33 3842.96-5883.79	-	-
	Malathion	840	4.73±0.49	488.85 357.20-587.58	912.97 747.62-1364.80	-	-
	Methomyl	1214	3.84±0.40	857.42 707.82-995.55	1850.66 1540.97-2469.08	-	-
Antalya (Kamplis)	Abamectin	737	2.08±0.25	12.77 8.20-17.38	52.67 38.38-84.16	1.27	1.74
	Cypermethrin	1220	1.10±0.10	71.24 46.93-106.19	1030.66 501.76-3896.08	1.64	4.79
	Endosulfan	639	5.14±0.80	2259.82 1817.48-2621.65	4014.26 3356.77-5749.62	0.91	0.90
	Malathion	727	4.78±0.52	504.08 425.34-577.74	935.13 796.25-1198.93	1.03	1.02
	Methomyl	658	2.88±0.28	962.84 763.35-1205.45	2694.84 2016.89-4218.88	1.12	1.46
Antalya (Altınova)	Abamectin	-	-	-	-	-	-
	Cypermethrin	360	2.16±0.30	529.73 343.21-719.78	2075.16 1452.27-3806.18	12.21	9.63
	Endosulfan	-	-	-	-	-	-
	Malathion	-	-	-	-	-	-
	Methomyl	-	-	-	-	-	-

(Devamı arkada)

Aksu(Pamuk ırkı)	Abamectin	186	1.95±0.38	7.87 4.04-11.75	35.37 23.09-72.31	0.79	1.17
	Cypermethrin	180	2.14±0.39	205.46 101.20-333.05	818.32 481.01-2537.73	4.73	3.80
	Endosulfan	181	7.22±1.81	3620.99 2753.57-4295.34	5448.74 4577.28-7575.28	1.45	1.22
	Malathion	134	4.81±1.00	607.28 353.03-903.73	1121.12 779.14-3173.93	1.24	1.23
	Methomyl	160	2.07±0.59	864.61 380.49-1484.60	3603.26 1912.64-48161.24	1.01	1.95
Alanya	Abamectin	174	2.36±0.68	17.63 5.20-26.53	61.61 39.93-264.87	1.76	2.03
	Cypermethrin	202	1.66±0.32	273.72 96.56-539.92	1624.60 754.70-18029.12	6.31	7.54
	Endosulfan	147	6.41±1.88	3416.04 2725.96-4255.44	5412.55 4322.50-10639.85	1.37	1.21
	Malathion	109	5.51±1.55	823.92 512.78-1036.05	1407.59 1120.88-2206.63	1.69	1.54
	Methomyl	195	2.27±0.45	1562.34 887.63-2401.89	5734.41 3456.66-19192.57	1.82	3.10
Gazipaşa	Abamectin	146	1.92±0.48	8.76 4.47-13.25	40.73 24.44-137.90	0.89	1.34
	Cypermethrin	179	2.65±0.44	207.12 142.90-300.02	630.71 407.96-1506.01	4.77	2.93
	Endosulfan	127	3.61±0.82	2652.42 1595.29-3732.15	6009.89 4250.52-10729.45	1.06	1.35
	Malathion	239	5.10±0.79	1201.98 881.36-1478.07	2143.49 1729.50-3113.20	2.46	2.35
	Methomyl	209	2.18±0.51	679.19 398.74-1013.43	2624.60 1573.10-10179.49	0.79	1.41
Kale	Abamectin	191	2.18±0.42	14.09 8.19-20.39	54.71 36.64-108.36	1.40	1.80
	Cypermethrin	375	1.99±0.45	229.93 169.28-393.26	1006.45 526.61-4925.55	5.30	4.67
	Endosulfan	475	5.03±0.84	3985.76 2335.56-5258.07	7169.29 5424.18-13629.58	1.60	1.61
	Malathion	478	7.12±0.87	830.76 703.21-959.63	1257.28 1065.51-1797.93	1.70	1.38
	Methomyl	339	2.14±0.34	1316.97 694.15-2109.29	5246.08 3087.78-16212.22	1.54	2.83
Kumluca	Abamectin	216	1.71±0.38	12.89 3.55-22.41	72.21 40.62-310.93	1.28	2.38
	Cypermethrin	269	2.09±0.45	363.62 237.45-550.73	1496.77 884.98-4557.95	8.38	6.95
	Endosulfan	228	4.13±0.83	5320.63 2889.16-7385.42	10865.22 7763.50-29296.00	2.13	2.44
	Malathion	158	3.02±0.77	907.52 588.21-1570.54	2414.81 1447.66-17028.17	1.86	2.65
	Methomyl	151	2.42±0.48	1654.76 838.27-3467.83	5614.67 2879.71-57115.19	1.93	3.03

n¹ : Denemede kullanılan toplam böcek sayısı

Direnç düzeyi LC₅₀'ye göre ² : Söz konusu ırkın LC₅₀ değeri/duyarlı ırkın LC₅₀ değeri

Direnç düzeyi LC₉₀'a göre ³ : Söz konusu ırkın LC₉₀ değeri/duyarlı ırkın LC₉₀ değeri

Çizelge’de yer alan 7 *F. occidentalis* popülasyonunda söz konusu 5 ilaca direnç düzeyleri cypermethrin dışında genel olarak düşük düzeylerde ortaya çıkmıştır. 1 günlük yaprak kalıntı denemeleriyle popülasyonlarda elde edilen direnç düzeyleri; abamectin’e LC₅₀’ye göre 0.79-1.76 kat, LC₉₀’a göre 1.34-2.38 kat, cypermethrin’e LC₅₀’ye göre 1.64-12.21 kat, LC₉₀’a göre 2.93-9.63 kat, endosulfan’a LC₅₀’ye göre 0.91-2.13 kat, LC₉₀’a göre 0.90-2.44 kat, malathion’a LC₅₀’ye göre 1.03-2.46 kat, LC₉₀’a göre 1.02-2.65 kat ve methomyl’e LC₅₀’ye göre 0.79-1.93 kat, LC₉₀’a göre 1.41-3.10 kat arasındadır.

4.5. *F. occidentalis*’de Davranışsal Direnç

F. occidentalis’in abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl’le bütünü ve yarısı ilaçlı yaprak disklerinde gösterdiği davranışsal tepkiler laboratuvarında yapılan biyoesseylerde tespit edilmiştir. Kullanılan ilaçlar, bunların dozları, bütünü ve yarısı ilaçlı yaprak disklerinde *F. occidentalis* için elde edilen ortalama (%) canlı-ölü değerleri çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Ayrıca yaprak disklerinde thripslerin beslenme belirti düzeyleri şekil 4.1’de verilmiştir.

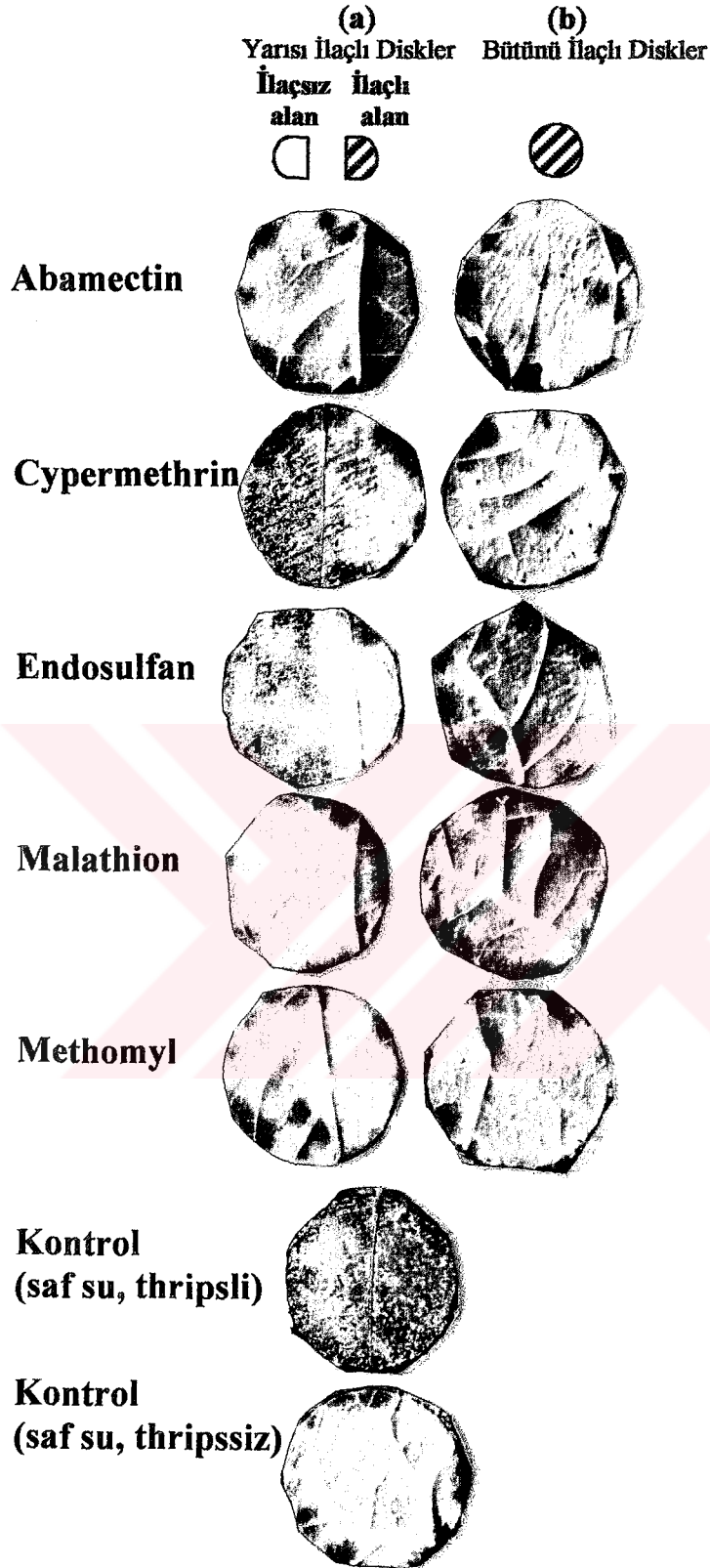
Çizelge 4.8. Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl’le bütünü ve yarısı ilaçlı yaprak disklerinde canlılık oranları

İlaçlar	Dozlar mg (E.M)/l	Bütünü ilaçlı yaprak disklerinde ortalama %canlı	Yarısı ilaçlı yaprak disklerinde ortalama %canlı
Abamectin	57.6	1.67	12.08
Cypermethrin	1000.0	0.00	63.07
Endosulfan	5760.0	0.00	58.00
Malathion	3040.0	0.00	16.49
Methomyl	5400.0	0.00	0.00
Kontrol (saf su)		86.67	

Şekil 4.1’e bakıldığında (b) sütunundaki diskler bütünü ilaçlı olup söz konusu 5 ilacın hiçbirisi için beslenme belirtisi görülmemektedir. (a) sütunundaki yaprak disklerinin yarısı ilaçlı olup kalan yarısı ilaçsızdır. Cypermethrin ve endosulfan’la yarısı ilaçlı yaprak disklerinde ortalama canlılık oranları sırasıyla %63.07 ve %58.00’dir. Bu ilaçlarla muameleli yarısı ilaçlı diskler, (b) sütunundaki bütünü ilaçlı disklerle kıyaslandığında beslenme belirti düzeyleri kolaylıkla farkedilmektedir. Malathion’la yarısı ilaçlı yaprak diskinde canlılık oranı %16.49’dur ancak beslenme belirti düzeyleri oldukça düşüktür.

Methomyl ve abamectin'le yarıı ilaçlı disklerde canlılık oranları sırasıyla %00.00 ve %12.08'dir. Bu disklerdeki beslenme belirti düzeyleri, bütünü ilaçlı disklerdeki beslenme belirti düzeyleriyle kıyaslandığında fark görülmemektedir.





Şekil 4.1. Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl’le yarısı (a) ve bütünü (b) ilaçlı yaprak disklerinde *F. occidentalis*’in beslenme belirti düzeyleri

5. TARTIŞMA

5.1 Biyoessey Metodu

F. occidentalis'de direnç tespiti için birçok farklı biyoessey yöntem geliştirilmiştir. Brodsgaard (1994 b)'ın kullandığı yöntemde *F. occidentalis* ergin dişileri ilaçlı cam yüzeylerde 24 saat ilaç kalıntılarına maruz bırakılmıştır. Biyoesseylerde kullanılmak üzere araziden toplanan thripsler $22\pm1^{\circ}\text{C}$ ve 16:8 (aydınlık:karanlık) gün uzunluğundaki iklim odasında fasulye bitkilerinde çoğaltmıştır. Zhao vd (1995 b) biyoesseylerinde seralarda mevcut bulunan thripsleri doğrudan ilaçla muamele edilen cam kapların içine bırakarak 24 saat sonra ölüm oranlarını tespit etmişlerdir. Immaraju (1992), krizantem yapraklarını farklı konsantrasyonlardaki ilaç solusyonlarına 10 saniye süreyle daldırıp kuruttuktan sonra thripsleri bu yüzeylerde 48 saat süreyle ilaçlara maruz bırakmıştır. Bu biyoesseyde kullanılan *F. occidentalis* ırkları (kültür yapılmaksızın) doğrudan seralardan alınarak teste tabi tutulmuştur. Karadjova (1998), Immaraju (1992) ile aynı yöntemi kullanmıştır. Kontsedalov vd (1998)'in kullandığı yöntem önceki 2 yönteme benzemektedir fakat burada krizantem yaprakları yerine fasulye yaprakları tercih edilmiştir. Ayrıca biyoesseyde kullanılmak üzere araziden toplanan thripsler fasulye yapraklarında kültüre alınarak 2-4 generasyon çoğaltılmıştır. Espinosa vd (2002 a) çalışmalarında topikal biyoessey yöntem kullanmışlardır. Bu yöntemde bir pasteur pipet yardımıyla ilaç doğrudan ergin diş thripslerin üzerine bırakılmıştır ve 24 saat sonra ölüm kontrolleri yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan thripsler 1-4 generasyon boyunca sodium hipokloritle dezenfekte edilerek aminoasit ve sukroz solusyonlarına batırılan fasulye meyveleri üzerinde, 25°C ve 16:8 (aydınlık:karanlık) gün uzunluğundaki inkubatörde çoğaltılmıştır.

Direnç tespiti için thripslerin cam yüzeyler, plastik kaplar vb suni materyallerde ilaç kalıntılarına maruz bırakılması ilaçların sadece kontak etkilerini ölçebilmektedir. Bu türden yöntemler sindirim yoluyla etkili olan bir çok sistemik veya translaminar özellikteki ilaçların etkisinin tespitinde yeterli olmayabilir. Aynı şekilde topikal yöntemle de ilaçların sadece kontak etkileri ölçülebilmektedir. Yaprak daldırma veya (Potter Spray-Tower yardımıyla) ilaçların yaprak yüzeylerine püskürtülmesi yoluyla

thripslerin ilaçlı yaprak disklerinde ilaç kalıntılarına maruz bırakılması kontak ve sistemik tipteki ilaçların etkilerinin izlenmesi için daha elverişli görünmektedir. Yaprak kalıntı biyoesseyleri aynı zamanda arazi uygulamalarına daha yakındır ve thripslerin beslenme düzeyleri, yumurta bırakma oranları vb de izlenebilmektedir. Potter spray-tower'la ilaçlar yaprak üzerine daha homojen şekilde püskürtülebilmekte ve düşen doz miktarları da hesaplanabilmektedir. Yukarda sözü edilen deneme metodları göz önünde tutulduğunda çalışmamızda direnç tespiti için kullandığımız Potter spray-towerla yaprak kalıntı ve direkt püskürtme biyoesseyleri thripslerde direnç tespiti için iyi bir seçim olmuştur. Ek olarak bu biyoesseyler için dizayn edilen pleksiglas test hücreleri (Bkz. Şekil 3.1) de thrips kaçışını tamamıyla engelleyerek thripslerin ilaçlı yaprak yüzeylerinde muhafazasında oldukça başarılı olmuştur. Bununla beraber iklim odasında laboratuvar ve arazi popülasyonlarının çoğaltılmasında zaman zaman güçlük yaşanmıştır. Çalışma süresince iklim odasında muhafaza edilen popülasyonların 2-3 yıla varan periyotlar süresince (dışardan thrips ilave edilmeksizin) devam ettirilmesi genetik bir yetersizliğe yol açmış olabilir. Bunun yanında yaz mevsiminde ortaya çıkan %70-85 gibi yüksek düzeylerde seyreden nem de popülasyonların çoğalmasına olumsuz etkide bulunmuş olabilir.

Geleneksel biyossey metodların yanında direnç yolaçan (esteraz, GST, AChE vb) çeşitli enzimlerin izlendiği biyokimyasal esseyler de *F. occidentalis*'de direnç tespitinde ve direnç mekanizmalarının ortaya çıkarılmasında kullanılmıştır (Jensen 2000 b, Maymo vd 2002). Bununla beraber Jensen (2000 b), methiocarb direnci üzerinde yaptığı biyokimyasal çalışmada kullandığı enzimatik esseylerin hiç birinin farklı popülasyonlardaki direnç düzeyleriyle güçlü ve tutarlı bir şekilde ilişki göstermediğini tespit etmiş ve bu türde direnç tespiti için biyokimyasal esseylerin kullanımının sınırlı olduğunu belirtmiştir.

5.2. Direnç Gelişim Potansiyeli ve Çoklu (multipl) Direnç Spektrumları

Duyarlı *F. occidentalis* ırkında abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'e suni seleksiyon yoluyla direnç geliştirme potansiyeli ve çoklu direnç spektrumunu belirlemek üzere seleksiyon çalışmaları yapılmıştır. Bununla beraber

sadece cypermethrin'le seleksiyona tabi tutulan populasyon çoğaltılmış diğer 4 ilaçla seleksiyona tabi tutulan populasyonlar yeterli düzeyde çoğaltılamamıştır.

Yaklaşık 6 aylık sürede 27 defa cypermethrin uygulaması yapılan duyarlı *F. occidentalis* ırkında direnç LC_{50} 'ye göre 28.0 kat LC_{90} 'a göre 39.9 kat artmıştır. Laboratuvar biyoesseylerinde bu ırkın seleksiyonda kullanılmayan diğer 4 ilaca oldukça düşük düzeylerde çoklu direnç gösterdiği tespit edilmiştir. 27 defa cypermethrin uygulaması yapılan (cypermethrin'e dirençli) söz konusu ırkda diğer ilaçlara en yüksek direnç düzeyleri; abamectin'e LC_{50} 'ye göre 0.8 kat, endosulfan'a LC_{50} 'ye göre 2.1 kat, malathion'a LC_{50} 'ye göre 3.2 kat ve methomyl'e LC_{90} 'a göre 2.6 kat olarak belirlenmiştir. Abamectin direncinin farklı sınıflarda yer alan diğer ilaçlardan daha düşük düzeylerde ortaya çıkması bu ilacın etki mekanizmasının farklı olmasından veya cypermethrin direncinde rol oynayan direnç mekanizmalarından etkilenmemesinden kaynaklanmış olabilir.

27 defa cypermethrin uygulanan *F. occidentalis* ırkına daha sonra yaklaşık 5 aylık sürede 17 defa cypermethrin uygulaması yapıldığında direnç, LC_{50} 'ye göre 139 kat, LC_{90} 'a göre 110 kata çıkmıştır. Bu sonuçlar *F. occidentalis*'de cypermethrin'e önemli ölçüde direnç kazanma potansiyeli olduğunu göstermektedir. Piretroidlere bu türün önemli ölçüde direnç potansiyeline sahip olduğu yönündeki eğilim Espinosa vd (2002 b)'nin seleksiyon çalışmalarında piretroid acrinathrin'e direncin hızlı geliştiği ve yüksek düzeylere ulaştığı yönündeki tesbitiyle örtüşmektedir.

Seleksiyon çalışmasında ele alınan söz konusu diğer 4 ilaca direnç gelişimi için abamectin'le 6 defa, endosulfan'la 7 defa, malathion'la 12 defa ve methomyl'le 9 defa uygulama yapılmıştır. Ancak bu populasyonların biyoesseyler için yeterli sayıda çoğaltılamaması direnç tespitini engellemiştir. Seleksiyon yapılan ırkların çoğalmamasında bazı faktörler rol oynamış olabilir. Seleksiyon başlangıç ırkının duyarlı ırktan elde edilmesi, seleksiyona maruz bırakılan thrips sayısının sınırlı olması ve giderek her seleksiyon uygulamasında azalması ve thripslerin yaz aylarında yüksek düzeylerde seyreden nemden olumsuz etkilenmeleri gibi bazı faktörler bu ırkların yeterince çoğalmalarını engellemiş olabilir. Espinosa vd (2002 b), laboratuvar

yaptıkları seleksiyon çalışmasında, seleksiyona tabi tutulan ırkları arazide çeşitli ürünlerde mevcut *F. occidentalis* popülasyonlarından (söz konusu insektisidlerin LC₅₀ doz değerlerinde canlı kalanlarından) oluşturmuşlardır ve daha sonra gen havuzunu geniş tutmak için seleksiyona tabi tutulan popülasyonlara araziden getirilen thripslerden ilave etmişlerdir. Bu yöntemle seleksiyona maruz bırakılan ırklarda direnç gelişimi sağlanmıştır ancak bizim hedeflediğimiz şekilde sadece duyarlı ırk üzerinde seleksiyonun ne derece etkili olduğu konusu tam olarak aydınlatılamamaktadır. Espinosa vd (2002 b) seleksiyon çalışmasının sonucunda (piretroid) acrinathrin'e direncin hızlı geliştiğini ve yüksek düzeylere ulaştığını (serada 6 defalık acrinathrin uygulamasında direnç 8 kattan 723 kata çıkmıştır), (karbamatlı) formetanate'e ve methiocarb'a direncin daha yavaş geliştiğini ve orta düzeylerde kaldığını (3 kez formetanate, 1 kez acrinathrin, 3 kez formetanate, 1 kez acrinathrin ve 1 kez formetanate uygulamasından sonra formetanate'e direncin 4 kattan 68 kata; başlangıçta 8 kat olan methiocarb'a direncin 10 defalık methiocarb uygulamasından sonra 34 kata çıktığını) tespit etmişlerdir. Ayrıca acrinathrin-deltamethrin ve acrinathrin-formetanate arasında arazide ve laboratuvar da çapraz direnç görüldüğü, formetanate-methiocarb arasında çapraz dirençten ise sadece laboratuvar biyoesseylerinde kuşkulandığı bildirilmiştir. Jensen (2000 b), duyarlı ve dirençli ırklarda (karbamatlı) methiocarb'la yapılan seleksiyonda bu ilaca direncin arttığını tespit etmiştir. Ayrıca 20 kattan fazla direnç gösteren diğer bir ırkta direnç düzeyinin 2 yıl sonra 3 kata kadar düştüğü de belirlenmiştir. Zhao vd (1995 b), (organik fosforlu) diazinon seleksiyonu uyguladıkları ırklarda direncin LC₅₀'ye göre 134 kat LC₉₀'a göre 271 kat arttığını tespit etmişlerdir.

Laboratuvar biyoesseylerinde dirençli ırklara karşı PBO, DEF vb sinerjistler bazı insektisidlerle birlikte uygulandığında direnç oranlarında azalma görüldüğü bildirilmiştir (Zhao 1995b, Broadbent and Pree 1997, Jensen 2000 b).

5.3. İlaçların Serada *F. occidentalis*'e Etkinlikleri

Söz konusu 5 ilacın serada patlıcan yapraklarında *F. occidentalis* larvalarına etkinlikleri kıyaslandığında cypermethrin, uygulama dozunda %52'lik öldürme oranıyla en düşük etkiye sahiptir. Endosulfan, malathion ve methomyl uygulamadan 1 gün sonra

(sırasıyla %87, %86 ve %99'luk öldürme oranlarıyla) oldukça etkili görünmekle birlikte malathion ve endosulfan 3. ve 7. günlerde etkinliklerini kaybetmiş, methomyl ise etkinliğini azaltmıştır (Bkz Çizelge 4.4). Abamectin zamanla artan bir etki göstermiş ve 7. günde en etkili ilaç olmuştur. Bu sera ırkının cypermethrin'e (LC₅₀'ye göre 1.6 kat, LC₉₀'a göre 4.8 kat gibi) düşük düzeyde dirence sahip olduğu dikkate alındığında bu ilacın serada larvalara (%52 gibi) çok düşük düzeylerde etki göstermesi direncin neden olduğu başarısızlıktan ziyade bu ilacın uygulanan dozda bu türe düşük bir etki potansiyeline sahip olduğunu düşündürmüştür. Bu durum İsrail'de yapılan bir çalışmada cypermethrin'in 2000 ppm'e varan dozlarda erginlere etkisiz kaldığı yönündeki tespitle de örtüşmektedir (Kontsedalov vd 1998). Cypermethrin, endosulfan ve malathion gibi kontak etkili ilaçların 3. ve 7. günde etkinliklerini kaybetmiş olmaları kimyasal mücadelelerde bu türden ilaçların sadece kısa vadede (2-3 gün gibi) bir çözüm olabileceğini göstermiştir. Ek olarak cypermethrin ve endosulfan'la yaptığımız alansal ilaç uygulamalarında (Bkz Şekil 4.1) çiçek thripsinin ilacın ulaşmadığı alanları keşfedebilme yeteneğine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durum göz önünde bulundurularak kimyasal mücadelelerde başarı için yeterli dozda ilacın bitkinin her noktasını kaplayacak şekilde yapılması zorunlu görünmektedir. Methomyl hızlı bir sistemik etki göstermiştir. Uygulamadan 1 gün sonra ortaya çıkan verilere bakıldığında methomyl %99'luk öldürme oranıyla en etkili ilaç konumundadır. Ancak 3. ve 7. günlerde etki düzeyi sırasıyla %92 ve %57'lik oranlara düşmektedir. Mücadelede oldukça başarılı bir ilaç görünmekle beraber etkinliğinin 7. günde önemli düzeyde düşmesi yapılacak kimyasal mücadelelerde dikkate alınmalıdır. Abamectin diğer 4 sınıf ilaçdan farklı olarak etkisini tedricen artırarak 7. günde (%72'lik öldürme oranıyla) en yüksek düzeye ulaştırmıştır. Bu durum, abamectin'in zamanla bitki dokularına nüfuz ettiğini ve bitki üzerinde diğer 4 grup ilaca kıyasla daha uzun süreli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Güvenli bir ilaç olması ve uzun süreli translaminar bir etki göstermesi bu ilacın mücadelelerde başarı şansını artırmaktadır. Bununla beraber direnç gelişimini önleyici taktikler göz önüne alındığında uzun süre kalıcı ilaçların zararlılarda direnç gelişimine bir avantaj sağlayabileceği de dikkate alınmalıdır.

5.4. Serada Tespit Edilen Ölüm Oranları ve Biyoesseylerde Elde Edilen Lethal Konsantrasyon Değerleri

Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'le serada elde edilen etki düzeyleri laboratuvar biyoesseylerinde aynı ırk üzerinde elde edilen etki düzeyleriyle karşılaştırılmıştır. Serada uygulamalardan 1 gün sonra elde edilen larva ölüm oranlarına karşılık olarak laboratuvar da 1 günlük direkt püskürtme biyoesseylerinde elde edilen doz değerleri (Bkz. Çizelge 4.6) karşılaştırıldığında abamectin dışında diğer söz konusu ilaçlar için biyoessey dozları, aynı düzeyde etki meydana getiren sera uygulama dozlarından oldukça düşük görünmektedir. Etkinliğini tedricen artıran abamectin ilaçlamadan 1 gün sonra yaptığımız bu değerlendirmelerde potansiyel etkisini yansıtamamıştır. Burada her ne kadar arazi uygulamalarıyla biyoessey uygulamaları (çevresel şartlar, serada birim yüzeye düşen ilaç miktarının bilinmemesi vb nedenlerle) bire bir kıyaslanamasa da biyoesseylerde (serada tespit edilenle) aynı düzeyde ölüm meydana getiren doz değerlerinin serada uygulanan dozun cypermethrin için 0.3 katı, endosulfan için 0.6 katı, malathion için 0.2 katı ve methomyl için 0.1 katı kadar düşük olduğu görülmüştür. Biyoesseylerde spray towerla yapılan uygulamalarda ilaç konsantrasyonlarının çok küçük damlacıklar halinde ve sayılamayacak sıklıkta yaprak yüzeyini kaplamaları ilaçların etkinliğinin artmasında önemli düzeyde rol oynamış olabilir. Ayrıca pleksiglas test hücrelerinde thripslerin hareketi sınırlandırıldığı için ilaçla karşılaşması garantiye alınmıştır.

5.5. Biyoessey Direnç Düzeylerinin Serada Elde Edilen Başarıya Etkisi

Laboratuvar biyoesseylerinde ortaya çıkan direnç katlarının arazide ilaç uygulamalarının başarısına ne düzeyde etki edeceğinin bilinmesi biyoessey sonuçlarının pratiğe aktarılması açısından önem taşımaktadır. *F. occidentalis*'in ilaçlara duyarlılığı üzerinde yapılan bir çok çalışmada direncin oldukça değişen oranlarda tespit edildiği bildirilirken bunların arazide mücadeleyi ne ölçüde zayıflatabileceği açık olarak belirtilmemiştir. Biyoesseylerde ortaya çıkan direnç düzeylerinin arazi uygulamalarını hangi düzeyde etkileyebileceğinin anlaşılması için direnç düzeyleriyle söz konusu 5 ilacın serada larvalara gösterdikleri etki düzeyleri arasında bir ilişki kurulmaya

çalışılmıştır. Ancak söz konusu sera popülasyonunda direncin (LC_{50} 'ye göre 0.9-1.6 kat, LC_{90} 'a göre 0.9-4.8 kat arasında) çok düşük düzeylerde ortaya çıkması orta ve yüksek düzeylerdeki direncin neden olabileceği mücadele başarısızlığının gözlenmesini önlemiştir. Sera uygulamasında 5 ilaçtan sadece cypermethrin %52 gibi oldukça düşük düzeylerde etki göstermiştir. Diğer ilaçlar için elde edilen en yüksek etki değerleri methomyl'e %99, endosulfan'a %87, malathion'a %86 ve abamectin'e %72'dir. Cypermethrin'le serada ortaya çıkan başarısızlığa, biyoesseylerde tespit edilen düşük düzeylerdeki dirençten ziyade cypermethrin'in bu türe olağan olarak düşük bir etki potansiyeline sahip olması yol açmış olabilir. Çünkü laboratuvarında 4000 mg E.M/l'lik cypermethrin uygulamasında, duyarlı ırkın tamamı ölürken cypermethrin'e 139 kat dirençli ırkın %44'ü ölmüştür. Burada duyarlı ırkın tamamını öldüren doz sera uygulamasında kullanılan dozun 32 katı kadar yüksek bir dozdur ve 139 katlık direnç gösteren ırka 44 defa cypermethrin uygulaması yapılmıştır. Diğer 4 sınıf ilaç için biyoesseylerde elde edilen direnç düzeyleri 1.7 katın altında kalmıştır. Bu ilaçlarla sera uygulamalarında ciddi düzeyde bir başarısızlık yaşanmaması 1.7 kat gibi düşük düzeylerde kalan direncin arazideki başarıya önemli bir etkide bulunmadığını düşündürmüştür.

5.6. Antalya ve İlçelerinde *F. occidentalis* Popülasyonlarında Direnç Düzeyleri

Antalya ve ilçelerinden alınan 7 *F. occidentalis* popülasyonunda cypermethrin dışında kalan söz konusu diğer 4 ilaca direnç oldukça düşük düzeylerde tespit edilmiştir. Yaprak kalıntı denemeleriyle popülasyonlarda elde edilen direnç düzeyleri; abamectin'e LC_{50} 'ye göre 0.8-1.8 kat, LC_{90} 'a göre 1.3-2.4 kat, cypermethrin'e LC_{50} 'ye göre 1.6-12.2 kat, LC_{90} 'a göre 2.9-9.6 kat, endosulfan'a LC_{50} 'ye göre 0.9-2.1 kat, LC_{90} 'a göre 0.9-2.4 kat, malathion'a LC_{50} 'ye göre 1.0-2.5 kat, LC_{90} 'a göre 1.0-2.7 kat ve methomyl'e LC_{50} 'ye göre 0.8-1.9 kat, LC_{90} 'a göre 1.4-3.1 kat arasındadır.

Cypermethrin'e en yüksek direnç düzeyleri Antalya (Altınova)'da (LC_{50} 'ye göre) 12.2 kat, Kumluca (Mavikent)'da (LC_{50} 'ye göre) 8.4 kat, Alanya (Konaklı)'da (LC_{90} 'a göre) 7.5 kat, Kale'de (LC_{50} 'ye göre) 5.3 kat, Antalya (Kampüs)'da (LC_{90} 'a göre) 4.8 kat, Gazipaşa'da (LC_{50} 'ye göre) 4.8 kat ve Aksu'da pamuk ırkında (LC_{50} 'ye

göre) 4.7 kat olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Antalya ve ilçelerinde mevcut *F. occidentalis* populasyonlarında orta düzeylere ulaşan bir cypermethrin direncinin geliştiğini göstermiştir. Örnek alınan tüm populasyonlarda cypermethrine direnç, diğer 4 farklı sınıftan insektisidde görülen direnç düzeylerinden daha yüksektir. Mevcut ilaç grupları arasında piretroidlere direnç gelişiminin dünya çapında yaygın ve yüksek düzeylerde olduğu diğer ülkelerde yapılan bir çok benzer çalışmada da görülmektedir (Çizelge 5.1). Broadbent ve Pree (1997), Kanada'da 6 sera populasyonunun 3'ünün deltamethrine belirgin bir düzeyde dirençli olduğunu bildirmiştir. Avustralya'da *F. occidentalis*'in ilaçlara duyarlılığı üzerinde kapsamlı araştırmalar yapan Dr. Herron¹ cypermethrin'le arazide yapılacak mücadelelerde problemler yaşanabileceğini ve hatta bu durumun muhtemelen tüm piretroidler için de gerçekleşebileceğini bildirerek mücadele stratejilerinde bu sınıfta yer alan ilaçlara yer verilmemesini tavsiye etmektedir. Seleksiyon çalışmasında cypermethrin'le 44 defa uygulama yapılan duyarlı *F. occidentalis* ırkında direncin LC₅₀'ye göre 139.3 kata, LC₉₀'a göre 110.7 kata çıkması bu türde cypermethrine önemli oranda direnç kazanma potansiyeli olduğunu göstermiştir. Diğer yandan cypermethrin serada larvalara %52 gibi düşük düzeylerde etki göstermiştir. Tüm bu bulgular ve değerlendirmeler dikkate alındığında *F. occidentalis*'le kimyasal mücadelelerde cypermethrine (veya aynı etki biçimine sahip bu sınıf ilaçlara) yer verilmemesi tavsiye edilebilir.

Antalya ve ilçelerinden alınan *F. occidentalis* populasyonlarında söz konusu diğer 4 grup ilaç; abamectin, endosulfan, malathion ve methomyl'e direnç oldukça düşük düzeylerde kalmıştır.

Örnek alınan *F. occidentalis* populasyonlarında abamectin'e en yüksek direnç Kumluca'da (LC₉₀'a göre) 2.4 kat olarak belirlenmiş diğer populasyonlarda bu düzeyin altında kalmıştır. Antalya ve ilçelerinde *F. occidentalis* populasyonlarının bu ilaca oldukça düşük düzeyde dirence sahip olduğunu gösteren bu sonuçlar İsrail ırkında aynı ilaçla yapılan benzer çalışmada ortaya çıkan değerlerle paralellik göstermiştir (Konstedilov vd 1998). Çizelge 5.1'de İsrail ırkının erginlerinde direnç 1.8 katın altında

¹Dr. Grant HERRON'un bu çalışmada elde edilen sonuçlar üzerinde yorumlarını bildirdiği mektup. NSW Agriculture, EMAI, PMB Camden NSW 2570, Australia.

kalmıştır, ancak larvalarda sadece 1 bölgeden alınan popülasyonda direnç 9 kat olarak belirlenmiştir. Diğer yandan Kaliforniya sahil ırklarında abamectin'e direnç 798 kata ulaşmıştır. Buralarda önceki yılda 10 defa abamectin uygulaması yapıldığı bildirilmektedir. Abamectine Antalya ve ilçelerinde *F. occidentalis* popülasyonlarının düşük düzeyde direnç göstermesi, farklı bir etki biçimine sahip olan ve doğal düşmanlara ve memelilere düşük toksisite gösteren bu ilacın *F. occidentalis* mücadelesi için halen iyi bir seçenek olabileceğini göstermektedir. Bununla beraber Kaliforniya sahil ırklarında yüksek düzeylere ulaşan abamectin direnci kimyasal mücadelelerde direnç gelişimini önleyici taktiklere yer verilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Antalya ve ilçelerinden alınan popülasyonlar arasında endosulfan'a en yüksek direnç Kumluca'da (LC₉₀'a göre) 2.4 kat olarak belirlenmiştir. Broadbent ve Pree (1997), Kanada'da 6 sera popülasyonu üzerinde yaptığı direnç çalışmasında popülasyonlardan hiç birinin endosulfan'a direnç geliştirmediğini tespit etmiştir. Brodsgaard (1994 b) Avrupa ve Afrika ırklarıyla yaptığı çalışmada endosulfan'a direnci 8 katın altında bulmuştur (Çizelge 5.1). Antalya ve ilçelerinden alınan popülasyonlarda endosulfan'a direncin oldukça düşük düzeylerde kalması Kanada ırklarında direncin olmayışıyla benzerlik göstermektedir. Bunun yanında İspanya, Avrupa ve Afrika ırklarında da endosulfan'a direncin 8 katın altında kalması (burada kullanılan literatüre göre) dünya genelinde *F. occidentalis* ırklarında bu ilaca direncin düşük düzeylerde kaldığını düşündürmüştür.

Söz konusu popülasyonlarda malathion'a en yüksek direnç Kumluca'da (LC₉₀'a göre) 2.7 kat olarak tespit edilmiştir. Broadbent ve Pree (1997), Kanada'da 6 sera popülasyonunun 5'inin malathion'a halen duyarlı olduğunu belirlemiştir. Çizelge 5.1'de organik fosforlu ilaçlara direnç gelişimlerine bakıldığında direncin Bulgaristan ırklarında acephate'e 2.7 kat, dimethoate'e 7.3 kat ve İspanya ırklarında methomidophos'a 5.3 katın altın kaldığı görülmektedir. Bu değerler çalışmamızda düşük düzeylerde ortaya çıkan malathion direncine nispeten benzerlik göstermiştir. Diğer yandan Kaliforniya sahil ırklarında chlorpyrifos'a 31 kat, Missuiri ırklarında diazinon'a 98 kat, Avrupa ve Afrika ırklarında acephate'e 244 kata varan oranlarda yüksek düzeylerde direnç tespit edilmiştir (Çizelge 5.1). Antalya ve ilçelerinden alınan

populasyonlarda malathion'a direncin düşük düzeylerde ortaya çıkması bu ilacın kimyasal mücadelelerde halen etkili olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bununla beraber Avrupa ve Afrika ırklarında malathionla aynı kimyasal sınıfta yer alan acephatede ortaya çıkan yüksek düzeydeki direnç *F. occidentalis*'in organik fosforlu ilaçlara direnç geliştirme potansiyeli olduğunu düşündürmektedir. Bu yüzden malathion veya aynı etki biçimine sahip organik fosforlu diğer ilaçların seleksiyon baskısını azaltan direnç yönetim taktikleriyle kullanılması gereklidir.

Methomyl'e en yüksek direnç Alanya'da (LC₉₀'a göre) 3.1 kat olarak belirlenmiştir. Broadbent ve Pree (1997), Kanada'da 4 sera populasyonunda yaptığı direnç testlerinde bu populasyonların tümünün methomyl'e duyarlı olduğunu tespit etmiştir. Çizelge 5.1'e bakıldığında methomyl'e direncin Bulgaristan ırklarında 7.3 katın altında kaldığı görülmektedir. Bu bulgular çalışmamızda ortaya çıkan düşük düzeylerdeki methomyl direnciyle nispeten benzerdir. Diğer yandan Kaliforniya sahil ırklarında methomyl'e direncin 378 kata ulaşması bu türün methomyl'e önemli düzeylerde direnç geliştirebileceğini göstermiştir. Antalya ve ilçelerinden alınan populasyonların methomyl'e düşük düzeylerde dirence sahip olması bu ilacın *F. occidentalis* mücadelesinde kullanılabileceğini ancak Kaliforniya sahil ırklarında tespit edilen yüksek direnç dikkate alındığında ortaya çıkabilecek direnç problemlerinin önlenmesi için direnç gelişimini önleyici taktiklere yer verilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Çizelge 5.1'e bakıldığında genelde piretroid sınıfta yer alan ilaçlara direncin diğer sınıflarda yer alan ilaçlardan daha yüksek düzeylerde olduğu gözlenmektedir. Ayrıca burada yer alan *F. occidentalis* ırklarının direnç gelişim düzeyleri birbirleriyle kıyaslandığında ırklar arasında ciddi farklılıkların olduğu dikkati çekmektedir. Kaliforniya sahil ırklarında tespit edilen direnç düzeylerinin diğer ırkların direnç düzeylerinden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bulgaristan ve İsrail ırklarında direnç düzeyleri nispeten düşük katlarda kalmıştır. Antalya ırklarında elde ettiğimiz direnç düzeyleri tüm diğer ırklarda görülen direnç düzeylerinden daha düşük çıkmıştır. Bu yönüyle Bulgaristan ve İsrail ırklarında tespit edilen direnç düzeylerine nispeten yakınlık göstermiştir. Farklı ırklar arasında gözlenen ciddi direnç farklılıklarında

ırkların geçmişte maruz kaldığı seleksiyon baskı miktarı önemli bir rol oynamış olabilir. *F. occidentalis*'in anavatanı olan Kuzey Amerika'da bulunan popülasyonlarının yakın zamanda ulaştığı birçok Avrupa ülkesi, Türkiye ve İsrail'de bulunan popülasyonlara göre daha fazla ilaç uygulamasına maruz kalmış olması, Kaliforniya sahil ırklarında direnci artırmış olabilir.

Çizelge 5.1. Dünya çapında *F. occidentalis* ırklarında ilaçlara direnç gelişim düzeyleri

Kimyasal ilaç sınıfları	İlaçlar	<i>F. occidentalis</i> ırkları	Direnç düzeyleri (kat)	
			En düşük-En yüksek katlar	
			Erginde	larvada
Klorlandırılmış hidrokarbon	Endosulfan	Avrupa ve Afrika ırkları ¹	2.3-8.0	
		İspanya ırkları ²	0.3-7.9	
		Türkiye (Antalya) ırkları	0.9-2.4	
Karbamatlı	Bendiocarb	Missouri ırkları ³	0.7-11.0	
	Carbosulfan	Bulgaristan ırkları ⁴	2.1-5.0	
		İsrail ırkları ⁵	0.9-22.2	0.6-20.4
	Formetanate	İspanya ırkları	0.5-23.0	
	Methiocarb	Avrupa ve Afrika ırkları	1.9-9.7	
		İspanya ırkları	1.3-22.8	
		Danimarka ırkları ⁶	11.0-34.0	
		İsrail ırkları	0.4-13.9	1.9-35.4
	Methomyl	Bulgaristan ırkları	1.9-7.3	
		Kaliforniya sahil ırkları ⁷	41.0-378.0	
		Missouri ırkları	3.4-26.0	
		Türkiye (Antalya) ırkları	0.8-3.1	
Organik fosforlu	Acephate	Avrupa ve Afrika ırkları	54.0-244.0	
		Bulgaristan ırkları	1.0-2.7	
	Chlorpyrifos	Kaliforniya sahil ırkları	14.0-31.0	
	Diazinon	Missouri ırkları	7.0-98.0	
	Dimethoate	Bulgaristan ırkları	2.7-7.3	
	Malathion	Türkiye (Antalya) ırkları	1.0-2.7	
Piretroid	Methamidophos	İspanya ırkları	0.2-5.3	
	Acrinathrin	İspanya ırkları	0.5-29.8	
	Bifenthrin	Kaliforniya sahil ırkları	70.0-1279.0	
		Bulgaristan ırkları	1.6-9.1	
	Cypermethrin	Missouri ırkları	3.4-273.4	
		Türkiye (Antalya) ırkları	1.6-12.2	
	Deltamethrin	İspanya ırkları	0.6-20.4	
	Permethrin	Kaliforniya sahil ırkları	42.0-8716.0	
Diğer	Abamectin	İsrail ırkları	0.6-1.8	0.9-9.0
		Kaliforniya sahil ırkları	18.0-798.0	
		Türkiye (Antalya) ırkları	0.8-2.4	
	Thiocyclam	Bulgaristan ırkları	3.9-6.1	

¹Avrupa ve Afrika ırkları: Brodsgaard (1994 b)

²İspanya ırkları: Espinosa vd (2002 a)

³Missouri ırkları: Zhao vd (1995 b)

⁴Bulgaristan ırkları: Karadjova (1998)

⁵İsrail ırkları: Kontsedalov vd (1998)

⁶Danimarka ırkları: Jensen (2000)

⁷Kaliforniya sahil ırkları: Immaraju vd (1992)

Irklar arasında gözlenen direnç farklılıkları üzerinde Jensen (2000 a)'in farklı populasyonlarda farklı mekanizmlerin dirence yol açabildiği veya aynı populasyonlarda farklı mekanizmlerin aynı anda bulunabildiği ve *F. occidentalis*'de direncin çok faktörlü görüldüğü yönündeki tespitin de etkili olması muhtemeldir.

Diğer yandan biyoesseylerde kullanılan test metodları tipleri ve laboratuvar duyarlı ırkı olarak kabul edilen populasyonların hassasiyet düzeylerindeki farklılıklar da ortaya çıkan direnç düzeyleri üzerinde etkili olabilmektedir.

5.7. *F. occidentalis* Populasyonlarının Alındığı Bölgelerde İlaç Kullanım Paterni

Bir tarımsal üretim bölgesinde geçmişte kullanılan ilaçlar, bunların uygulama sıklığı ve uygulama dozları o bölgedeki zararlıların ilaçlara direnç geliştirmesinde önemli derecede etkili olmaktadır. Geçmişte hangi ilaçların ne sıklıkta kullanıldıklarına ilişkin kayıtlar söz konusu bölgede muhtemel direnç problemleri hakkında değerli bir veri kaynağı olabilmektedir. Bu tespitten hareketle direnç tespiti için *F. occidentalis* populasyonları alınan yerlerde üreticilere geçmişte kullanılan ilaçlar sorulmuştur. Ancak üreticilerin yazılı bir kayıt tutmadıkları, akıllarında kalan ilaç isimlerini bildirdikleri gözlenmiştir. Bu durum dikkate alındığında ilaç kullanım paternleriyle ortaya çıkan direnç düzeylerinin kıyaslanmasının yeterince sağlıklı olmayacağı düşünülmüştür. Bununla beraber örnek aldığımız bölgelerde bu yönde elde edilen bilgiler çizelge 5.2'de verilmiştir. Burada dikkati çeken en önemli nokta yetiştiricilerin siklodien, karbamatlı, organik fosforlu ve piretroid sınıfta yer alan ilaçlardan ziyade diğerleri grubunda yer alan farklı etki biçimlerine sahip (çoğu yeni nesil) ilaçları daha fazla kullanmış olmalarıdır. Bu durum Antalya ve ilçelerinde *F. occidentalis* populasyonlarında siklodien, karbamatlı ve organik fosforlu ilaçlara direncin düşük düzeylerde kalmasında bir avantaj sağlamış olabilir.

5.8. *F. occidentalis*'de Davranışsal Direnç

F. occidentalis'in alansal ilaç uygulamalarına davranışsal tepkisi bütünü ve yarısı ilaçlı yaprak disklerinde gösterdiği beslenme belirtileri ve canlılık oranları göz

önüne alınarak izlenmiştir. Yaprak disklerinde thripslerin beslenme belirti düzeyleri, canlılık oranlarıyla paralellik göstermiştir (Bkz. Şekil 4.1 ve Çizelge 4.8).

Çizelge 5.2. *F. occidentalis* populasyonlarının alındığı bölgelerde geçmişte insektisid kullanım spektrumu

Örnek alınan bölge	Geçmişte kullanılan ilaçlar				
	Siklodien Siklodien+karbamat	Organik fosforlu	Karbamatlı	Piretroid	Diğer
Kumluca (Mavikent) biber serası	endosulfan endosulfan+methomyl	chlorpyrifos methamidophos dichlorvos diazino	methomyl primicarb	cypermethrin	abamectin chlorfenapyr spinosad imidacloprid lufenuron amitraz fenpyroximate fenbutatin-oxide bromopropylate tedion
Kale biber serası		methamidophos dichlorvos	primicarb methomyl		abamectin spinosad imidacloprid
Gazipaşa hıyar serası		chlorpyrifos methamidophos dichlorvos	methomyl	cypermethrin lambda- cyhalotrin	abamectin imidacloprid thiocyclam lufenuron amitraz bromopropylate tedion fenpyroximate oxamyl chlorfluazuron ethoprophos cadusafos
Antalya (Altınova) gerbera serası			carbosulfan		abamectin cyromazine
Antalya (Kampus) patlıcan serası		dichlorvos	methomyl primicarb	cypermethrin deltamethrin lambda- cyhalothrin+ buprofezin	acetamiprid cyromazine imidacloprid
Alanya (Konaklı) patlıcan serası	Üretici geçmişte kullanılan ilaçları bilmiyor				
Aksu pamuk	Üreticiye ulaşılamadı				

Şekilde (b) sütunundaki diskler bütünü ilaçlı olup söz konusu 5 ilacın hiçbirisi için beslenme belirtisi görülmemektedir ve ölüm oranı %100'e yakındır. (a) sütunundaki yaprak disklerinin yarısı ilaçlı olup kalan yarısı ilaçsızdır. Cypermethrin ve endosulfan'la yarısı ilaçlı yaprak disklerinde ortalama canlılık oranları sırasıyla %63.07 ve %58.00'dir. Bu diskler (b) sütunundaki bütünü ilaçlı disklerle kıyaslandığında beslenme belirtileri açık olarak görülmektedir. Malathion'la yarısı ilaçlı yaprak diskinde canlılık oranı %16.49'dur ancak beslenme belirti düzeyleri çok düşüktür. Methomyl ve abamectin'de yarısı ilaçlı disklerdeki ölüm oranları sırasıyla %00.00 ve %12.08'dir. Bu

ilaçlarla muameleli yarısı ve bütünü ilaçlı disklerdeki beslenme belirtileri arasında fark görülmemektedir.

Alansal ilaç uygulamalarında *F. occidentalis* erginlerinin ilaçlı ve ilaçsız alanları belirli düzeyde farkedebildikleri gözlenmiştir. Bu nedenle cypermethrin, endosulfan ve malathion gibi kontak etki gösteren ilaçlarla mücadele yapıldığında bitkinin her noktasının ilaçla kaplanması zorunludur. Bunun yanında methomyl ve abamectin gibi yaprak üzerinde ilaçlı alanlardan ilacın ulaşmadığı alanlara doğru yayılma özelliğine sahip ilaçlar *F. occidentalis*'le mücadelede başarı şansını artırabilir.

5.9. Direnç Yönetimi

Pratikte ilaçların etkinliklerini kaybetmeden tarımsal mücadelede uzun dönemlerde başarılı olarak kullanılabilirlikleri ancak direnç gelişimini önleyici taktiklerle sağlanabilmektedir.

Antalya ve ilçelerinde *F. occidentalis* populasyonlarında cypermethrine direncin 4.7-12.2 kat arasında olması, seleksiyon çalışmasında 44 defalık uygulamada direncin LC₅₀'ye göre 139 kata ulaşması ve serada larvalara %52 gibi oldukça düşük düzeyde bir etki göstermesi cypermethrin'e (veya aynı etki biçimine sahip bu sınıf ilaçlara) *F. occidentalis*'le kimyasal mücadele programlarında yer verilmemesi gerektiğini göstermiştir.

Antalya ve ilçelerinden alınan tüm populasyonlarda farklı kimyasal sınıflarda yer alan diğer 4 ilaç; abamectin, endosulfan, malathion ve methomyl'e direncin düşük düzeylerde olduğu tespit edilmiştir. Direnç yönetim programlarının başarı kazanmasında direncin henüz düşük düzeylerde olduğu dönemlerde tespit edilmesinin önemli bir avantaj sağlayacağı bildirilmiştir (French-Constant ve Roush 1990). Bu açıdan Antalya ve ilçelerinde bu türe karşı uygulanacak direnç yönetim programlarının başarı şansı oldukça yüksek görünmektedir. *F. occidentalis*'in farklı ırklarında yapılan pek çok benzer çalışmada söz konusu ilaçlara veya aynı sınıfta yer alan başka ilaçlara oldukça yüksek düzeylerde direnç kazandığı (Bkz. Çizelge 5.1) görülmektedir. Bu

sonuçlar göz önüne alındığında gelecekte ortaya çıkabilecek direnç problemlerinin önüne geçilmesi için kimyasal mücadelelerin direnç gelişimini önleyici taktikler çerçevesinde yapılması zorunludur.

Seleksiyon baskısının (ilaçlama sayısının) azaltılması başlıca direnç gelişimini önleyici taktikler arasındadır. Pratikte ilaç kullanımının azaltılması ve kimyasal mücadelelerden yeterli düzeyde sonuç alınması diğer pek çok kültürel tedbirin yerine getirilmesiyle sağlanabilmektedir. Seraların çevresinin *F. occidentalis*'e konukçuluk eden yabancı otlardan temizlenmesi, hasat artıklarının yok edilmesi ve böcek neti kullanılması dışardan thrips girişini büyük oranda engelleyecektir. Diğer yandan ilaçlama zamanının tespiti için yapışkan tuzaklar yardımıyla veya diğer gözlem metodlarıyla populasyon düzeyleri izlenmeli ve ilaçlama zamanı doğru tespit edilmelidir.

Kimyasal mücadelede direnç gelişimini geciktirecek bir diğer önemli taktik aynı ilacı veya aynı kimyasal sınıfta yer alan (aynı etki biçimine sahip) ilaçları peşisıra defalarca kullanmak yerine farklı kimyasal sınıflarda yer alan (farklı etki biçimine sahip) ilaçların dönüşümlü kullanımıdır. Farklı sınıftan ilaçların dönüşümlü kullanımında mücadele programında yer alan ilaçlara karşı çapraz ve çoklu direnç mekanizmalarının bilinmesi ve mücadele stratejilerinin buna göre geliştirilmesi gereklidir. Ancak direnç mekanizmaları bilinmiyorsa mümkün olduğunca fazla sayıda farklı etki biçimlerine sahip ilacın dönüşümlü kullanım programına dahil edilmesi önerilmiştir (Jensen 2000 a).

Yumurtanın bitki dokusunda sokulu olması, pupanın çoğunlukla toprakta veya gizli yerlerde bulunması, ergin ve larvaların çiçeklerin iç kesimlerinde bulunması *F. occidentalis*'le kimyasal mücadelede başarıyı engelleyen belki de en ciddi problemdir. Avustralya'da bu tür için geliştirilen kimyasal mücadele stratejilerinde olağan dışı bir ilaçlama yöntemi önerilmektedir. Bu yöntem aynı ilacın birkaç gün arayla peşisıra 3 defa uygulanmasını içermektedir. Bu sayede yumurtadan çıkacak larvaların ve pupalardan meydana gelecek erginlerin de öldürülmesi hedeflenmektedir. Peşi sıra yapılması gereken bu 3 seri ilaçlama zamanının aralığı hava sıcaklığıyla doğru orantılı

olarak değişmektedir. Uygulamaların 10-20 °C’de 6 gün, 20-30 °C’de, 3-5 gün arayla yapılması önerilmektedir. Ancak ihtiyaç duyulduğunda bir sonraki 3 seri uygulama için mutlaka farklı kimyasal sınıfta yer alan başka ilaçların kullanılması tavsiye edilmiştir. Diğer yandan mücadelelerde ilaçların yeterli dozda ve bitkinin her noktasına ulaşacak şekilde uygulanması için hem uygulayıcıların titiz davranması hem de kullanılan alet ve ekipmanın bu iç için uygun olması gereklidir. Yukarıda sözü edilen taktikler sayesinde *F. occidentalis* mücadelesinde yeterli düzeyde başarının sağlandığı ve ilaç uygulama sıklığının ciddi düzeylerde azaltıldığı bildirilmiştir (Burfield 2001, 2002a, 2002b).

Direnç gelişiminin nlenmesine yönelik ilaç kullanımını azaltacak kimyasal olmayan diğer mücadele yöntemleri arasında biyolojik mücadele ve metalize mal kullanımı da yer almaktadır.



6. SONUÇ

Bu çalışmada Antalya ve ilçelerinde *F. occidentalis* populasyonlarının abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'e duyarlılıkları, *F. occidentalis*'in bu ilaçlara direnç geliştirme potansiyeli, çoklu direnç spektrumları, serada larvalara etkinlikleri ve direncin mücadelelerdeki başarıya etkisi araştırılmıştır.

Yaklaşık 6 aylık sürede 27 defa cypermethrin uygulaması yapılan duyarlı *F. occidentalis* ırkında cypermethrin'e direnç LC₅₀'ye göre 28 kat , LC₉₀'a göre 39 kat artmıştır. Bu ırkın seleksiyonda kullanılmayan diğer 4 ilaçtan abamectin'e çoklu direnç göstermediği (LC₅₀'ye göre 0.8 kat), endosulfan, malathion ve methomyl'e sırasıyla, (LC₅₀'ye göre) 2.1 kat, (LC₅₀'ye göre) 3.2 kat, (LC₉₀'a göre) 2.6 kat çoklu direnç gösterdiği tespit edilmiştir. 27 defa cypermethrin uygulanan *F. occidentalis* ırkına daha sonra yaklaşık 5 aylık sürede 17 defa cypermethrin uygulaması yapıldığında direncin LC₅₀'ye göre 139 kat, LC₉₀'a göre 110 kata çıkması *F. occidentalis*'de cypermethrin'e önemli ölçüde direnç kazanma potansiyeli olduğunu göstermiştir.

Sera denemelerinde methomyl, endosulfan ve malathion'un larvalara karşı sırasıyla %99, %87 ve %86'lık etki düzeyleriyle oldukça başarılı olduğu görülmüştür. Abamectin etkisini tedricen artırarak 7. günde %72'ye çıkarmıştır. Cypermethrin %52'lik etki düzeyiyle bu ilaçların içinde en düşük etkiyi gösteren ilaç olmuştur. Bu seradan alınan *F. occidentalis* populasyonunda abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'e direnç 0.9-4.8 kat arasında bulunmuştur. Bu düzeylerdeki direncin arazide elde edilen başarıya önemli bir etkide bulunmadığı gözlenmiştir.

Antalya ve ilçelerinden alınan 7 farklı *F. occidentalis* populasyonunda cypermethrin dışında kalan söz konusu diğer 4 ilaca direnç, düşük düzeylerde ortaya çıkmıştır. Yaprak kalıntı denemeleriyle populasyonlarda elde edilen direnç düzeyleri; abamectin'e LC₅₀'ye göre 0.8-1.8 kat, LC₉₀'a göre 1.3-2.4 kat, cypermethrin'e LC₅₀'ye göre 1.6-12.2 kat, LC₉₀'a göre 2.9-9.6 kat, endosulfan'a LC₅₀'ye göre 0.9-2.1 kat, LC₉₀'a göre 0.9-2.4 kat, malathion'a LC₅₀'ye göre 1.0-2.5 kat, LC₉₀'a göre 1.0-2.7 kat ve methomyl'e LC₅₀'ye göre 0.8-1.9 kat, LC₉₀'a göre 1.4-3.1 kat arasındadır.

Cypermethrin'e direnç düzeylerinin 3.8-12.2 kat arasında ortaya çıkması Antalya ve ilçelerinde mevcut *F. occidentalis* populasyonlarında orta düzeylere ulaşan bir direncin geliştiğini göstermiştir. Diğer yandan seleksiyonla cypermethrin'e direncin (LC₅₀'ye göre) 139 kata ulaşması ve serada larvalara %52 gibi oldukça düşük düzeyde bir etki gözlenmesi cypermethrin'in (veya aynı etki biçimine sahip bu sınıf ilaçların) *F. occidentalis*'le mücadelede kullanılmaması gerektiğini düşündürmüştür.

Abamectin, endosulfan, malathion ve methomyl'e örnek alınan tüm populasyonlarda direnç düzeylerinin 3.1 katın altında kalması, populasyonların bu ilaçlara çok düşük düzeylerde dirence sahip olduğunu ve mücadelelerde başarılı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Çalışmada ortaya çıkan sonuçlar bölgemizde *F. occidentalis*'le mücadelede cypermethrin'in (veya aynı etki mekanizmine sahip bu sınıf insektisidlerin) kullanılmaması gerektiğini ve farklı sınıflarda yer alan söz konusu diğer 4 ilaç; abamectin, endosulfan, malathion ve methomyl'in integre mücadele çerçevesinde seleksiyon baskısını en aza indirecek kültürel tedbirlerle birlikte başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. İlaçlara direncin izlenmesi ve kimyasal mücadelelerde direnç gelişimini önleyici taktiklere yer verilmesi *F. occidentalis*'le mücadelede kullanılan endosulfan, malathion ve methomyl gibi eski türden bir çok ilacın ve yeni nesil ilaçların etkinlik ömrünü uzatacaktır. Diğer yandan ilaç seçiminde doğru tercihler boşuna ilaç tüketimini önleyecektir. Neticede insan sağlığı, çevre kalitesi ve ekolojik dengeler üzerindeki olumsuz etkiler bir dereceye kadar azaltılmış olacaktır. Boşuna ilaç tüketiminin önlenmesi, eski türden ve yeni nesil ilaçların kullanım ömrünün uzatılmasıyla hem ekonomik açıdan belirli düzeyde kazanç hem de biyolojik mücadele gibi doğal mücadele yöntemlerinin yaygınlaştırılması için belirli bir zaman kazanılmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1998 a. Western flower thrips. <http://www.inra.fr/internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/6fraocc.htm>
- Anonymous, 1998 b. Extoxnet. Abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion and methomyl. <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/index.html>
- Anonim, 2000. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Antalya İl Müdürlüğü 2000 yılı çalışma raporu.
- Anonymous, 2002. FAO. <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>
- Atakan, E., Özgür, A. F. ve Kersting, U., 1998. *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera, Thripidae) on cotton in Çukurova Region. In: G. Vierbergen and İ. Tunç. (Editors) Sixth international symposium on Thysanoptera. pp. 7-12.
- Broadbent, A.B. and Pree, D.J. 1997. Resistance to insecticides in populations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) from greenhouses in the Niagara region of Ontario. *The Canadian Entomologist* 129: 907-913.
- Brødsgaard, H.F., 1994 a. Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae). *J. Appl. Ent.* 117, 498-507.
- Brødsgaard, H.F., 1994 b. Insecticide Resistance in European and African strain of Western Flower Thrips (Thysanoptera:Thripidae) Tested in a New Residue-on-Glass Test. *J. Econ. Entomol.* 87(5): 1141-1146.
- Burfield, T. 2001. North Adelaide Plains. In: A. Medhurst (Editor), *WFT Newsletters* no:24, pp.19-21
- Burfield, T. 2002a. North Adelaide Plains . In: A. Medhurst (Editor), *WFT Newsletters* no:25, pp.17-19
- Burfield, T. 2002b. The Keys to Success. In: A. Medhurst (Editor), *WFT Newsletters* no:26, pp.28-29
- Bryan, D.E. and Smith, R.F. 1956. The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California. *Univ. California Pub. Ent.* 10: 359-410.
- Cook, D., Jones, R., Dadour, I., Steiner, E., Scourse, B and Latham, L. 1997. New WFT Project. In: J. Miller, K. Mason and B. Swanson (Editors), *WFT Newsletters* no:8, pp. 3-5

- Cook, D., Cousins, D. And Steiner, E., 1999. Insecticide control. In: A. Medhurst and B. Swanson (Editors), *WFT Newsletters* no:17, pp. 10-14
- Croft, A.B. 1990. Developing a Philosophy and Program of Pesticide Resistance Management. In: R.T. Roush and B. E. Tabashnik (Editors), *Pesticide Resistance in Arthropods*; Chapman and Hall, Newyork and London, pp. 277-296.
- Espinosa, P. J., Bielza, P., Contreras, J. and Lacasa, A. (2002 a). Insecticide resistance in field populations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in Murcia (south-east Spain). *Pest. Manag. Sci.* 58:967-971.
- Espinosa, P. J., Bielza, P., Contreras, J. and Lacasa, A. (2002 b). Field and laboratory selection of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) for resistance to insecticides. *Pest. Manag. Sci.* 58:920-927.
- French-Constant, R.H. and Roush, R.T. 1990. Resistance Detection and Documentation: The relative Roles of Pesticidal and Biochemical Assays. In: R.T. Roush. and B. E. Tabashnik (Editors), *Pesticide Resistance in Arthropods*; Chapman and Hall, Newyork and London, pp. 4-38.
- Frey, J.E. 2000. Insect diagnostics: Development of standardised molecular techniques for the identification of quarantine pests. <http://www.admin.ch/bbw/abstracts/abstr-98/fair/f96.0189.html>
- Georghiou, G.P. 1986. The Magnitude of the Resistance Problem. *Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Güldür, M.E., Marchoux, G., Yürtmen, M ve Yılmaz, M.A. 1995. Mersin ve çevresinde yetiştirilen domateslerde zararlı yeni bir virüs: Tomato spotted wilt virüs. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 26-29 Eylül 1995, Adana, 303-305.
- Herron, G. A., Rophail, J. and Gullick, G.C. 1996. Laboratory-Based, Insecticide Efficacy Studies on Field-Collected *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) and Implications for its Management in Australia. *Australian Journal of Entomology*, 35: 161-164.
- Immaraju, J.H., Paine, T.D., Bethke, J.A., Robb, K.L. and Newman, J.P. 1992. Western Flower Thrips (Thysanoptera:Thripidae) Resistance to Insecticides in Coastal California Greenhouses. *J. Econ. Entomol.* 85(1):9-14.

- Jensen, S.E. 2000 a. Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Integrated Pest Management Reviews 5: 131-146. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Jensen, S.E. 2000 b. Mechanisms Associated with Methiocarb Resistance in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 93(2): 464-471
- Karadjova, O., 1998. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in Bulgarian greenhouse populations. In: G. Vierbergen and İ. Tunç (Editors), Sixth international symposium on Thysanoptera. pp.55-62.
- Kontsedalov, S., Weintraub, P.G., Horowitz, A.R and Ishaaya, I. 1998. Effects of Insecticides on Immature and Adult Western Flower Thrips (Thysanoptera:Thripidae) in Israel. *J. Econ. Entomol.* 91(5): 1067-1071
- Leonard, P.K. 2001. There's never been a better time or a greater need for resistance management. <http://plantprotection.org/IRAC/about/PKLResivian.htm>
- LeOra Software, 1987. POLO-PC.
- Lewis, T. 1997. Chemical Control. In: T. Lewis, (Editor) Thrips as Crop Pests. University Press, Cambridge, pp. 567-595.
- Macdonald, O. C.1995, Response of Western Flower Thrips to Dichlorvos and Malathion in United Kingdom. In: B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis.(Editors) Thrips Biology and Management, Plenum Press. Newyork. pp. 347-350.
- Martin, N.A. and Workman, P.J. 1995. Confirmation of a pesticide-resistant strain of Western flower thrips in New Zealand. The New Zealand Plant Protection Society Incorporated.
http://www.hortnet.co.nz/publications/nzppts/proceedings/94_94144.htm
- Maymo, A. C., Cervera, A., Sarabia, R., Martinez-Pardo, R. and Garcera, M. D. 2002. Evaluation of metabolic detoxifying enzyme activities and insecticide resistance in *Frankliniella occidentalis*. *Pest. Manag. Sci.* 58:928-934
- Nakahara, S. and Vierbergen, G. 1998. Second instar larvae of *Frankliniella* species in Europe (Thysanoptera: Thripidae) In: G. Vierbergen and İ. Tunç. (Editors) Sixth international symposium on Thysanoptera. pp. 113-120.

- Palumbo, J., Mullis, C., Reyes, F., Amaya, A., Ledesma, L. and Cary, L. 2000 a. Management of Western Flower Thrips in Head Lettuce with Conventional and Botanical Insecticides. <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1177/>
- Palumbo, J., Mullis, C., Reyes, F., Amaya, A., Ledesma, L. and Cary, L. 2000 b. Impact and Management of Western Flower Thrips on Romaine Lettuce. <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1177/>
- Parella, M. P., 1995. IPM-Approaches and Prospects. In: B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. (Editors), Thrips Biology and, Management. Plenum Press. Newyork. pp. 347-350
- Pearsall, I.A. and Hogue, E.J., 2000. Use of Azadirachtin as a Larvicide or Feeding Deterrent for Control of Western Flower Thrips in Orchard Systems. <http://www.phytoparasitica.org>
- Pottorff, L.P. and Newman, S.E. 2001. Greenhouse Plant Viruses (TSWV/INSV), no. 2.947 Colorado State University Cooperative Extension <http://www.ext.colostate.edu/pubs/garden/02947.html>
- Robb, K.L. and Parella, M.P. 1995. IPM of Western Flower Thrips. In: B.L, Parker, M. Skinner and T. Lewis.(Editors), Thrips Biology and Management. Plenum Press. Newyork pp. 365-370
- Robb, K.L., Newman, J., Virzi, J.K. and Parella M.P. 1995. Insecticide Resistance in Western Flower Thrips.. In: B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. (Editors), Thrips Biology and Management, Plenum Press. Newyork pp. 341-346
- Scott J., 1990. Investigating Mechanisms of Insecticide Resistance: Methods, Strategies, and Pitfall. In: R.T. Roush and B. E. Tabashnik (Editors), Pesticide Resistance in Arthropods; Chapman and Hall, Newyork and London, pp. 39-57.
- Soderlund, D.M. and Bloomquist, J.R., 1990. Molecular Mechanisms of Insecticide Resistance. In: R.T. Roush and B. E. Tabashnik (Editors), Pesticide Resistance in Arthropods; Chapman and Hall, Newyork and London, pp. 58-96.
- Şekeroğlu, E., Kazak, C., Karut, K. ve Aslan, M.M., 1998. Pest status of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera, Thripidae) on strawberries. In: G. Vierbergen and İ. Tunç (Editors) Sixth international symposium on Thysanoptera. pp. 55-62.

- Tabashnik, B. E. and Roush, R. T. 1990. Introduction. In: R.T. Roush and B. E. Tabashnik (Editors), *Pesticide Resistance in Arthropods*; Chapman and Hall, New York and London, pp. 1-3.
- Tjosvold, S. A and Ali, A.D. 1995. Effect of Postharvest Naled and Sulfotep Fumigation on Western Flower Thrips Infesting Carnation., In: B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. (Editors), *Thrips Biology and Management* Plenum Press. New York. pp. 365-370
- Tuncer, C. 2001 Üç Farklı Bilgisayar Programı (Polo, SPSS ve Probit Analysis) ile Probit Analizinin Uygulanması ve Yorumu, O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(3): 63-77.
- Tunç, İ. ve Göçmen, H. 1995. Antalya'da bulunan iki sera zararlısı *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acarina, Tarsonemidae) ve *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) üzerine notlar. *Türk. Entomol. Derg.*, 19(2):101-109.
- Waterhouse, D. F. and Norris K. R. 1989. Biological Control: Pacific Prospects Supplement 1. Australian Centre for International Agriculture Research: Canberra. pp. 24-35.
- Zhao G., Liu, W., and Knowles, C.O. 1993. Diazinon Resistance Mechanisms in Western Flower Thrips. *Resistance Pest Management* Vol.5 No.2. <http://www.msstate.edu/Entomology/v5n2/fall93.html#art8>
- Zhao G., Liu, W., and Knowles, C.O. 1995 a. Fenvalerate Resistance Mechanisms in Western Flower Thrips (Thysanoptera:Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 88(3):531-535.
- Zhao G., Liu, W., Brown, J.M. and Knowles, C.O. 1995 b. Insecticide Resistance in Field and Laboratory Strain of Western Flower Thrips (Thysanoptera:Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 88(5):1164-1170.
- zur Strassen, R. 1986. *Frankliniella occidentalis* (Pergande 1895), ein nordamerikanischer Fransenflügler (Thysanoptera) als neuer Bewohner europäischer Gewachshäuser. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* (Braunschweig) 38: 86-88.

ÖZGEÇMİŞ

1973 Yılında Şuhut (Afyon)'da doğdu. Lise öğrenimini Afyon Lisesi'nde tamamladı. 1990 yılında başladığı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nden 1994 yılında mezun oldu. 1994-1997 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimini tamamladı. Halen Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

