

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



ANTALYA İLİ ÖRTÜ ALTI ÜRETİM ALANLARINDAN TOPLANAN
Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)
POPÜLASYONLARINDA SPİNOSAD VE SPİNETORAM'A KARŞI GÜNCEL
DİRENÇ DURUMUNUN BELİRLENMESİ

Badegül ÜNSAL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



ANTALYA İLİ ÖRTÜ ALTI ÜRETİM ALANLARINDAN TOPLANAN
Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)
POPÜLASYONLARINDA SPİNOSAD VE SPİNETORAM'A KARŞI GÜNCEL
DİRENÇ DURUMUNUN BELİRLENMESİ

Badegül ÜNSAL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA İLİ ÖRTÜ ALTI ÜRETİM ALANLARINDAN TOPLANAN
***Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)**
POPÜLASYONLARINDA SPİNOSAD VE SPİNETORAM'A KARŞI GÜNCEL
DİRENÇ DURUMUNUN BELİRLENMESİ

Badegül ÜNSAL
BİTKİ KORUMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANSTEZİ

Bu tez 18/06/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Fatih DAĞLI



Dr. Öğr. Üyesi Utku YÜKSELBABA



Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KEÇECİ

ÖZET

ANTALYA İLİ ÖRTÜ ALTI ÜRETİM ALANLARINDAN TOPLANAN *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) POPÜLASYONLARINDA SPİNASAD VE SPİNETORAM'A KARŞI GÜNCEL DİRENÇ DURUMUNUN BELİRLENMESİ

Badegül ÜNSAL

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatih DAĞLI

Haziran 2019; 42 sayfa

Anavatanı Kuzey Amerika olan *Frankliniella occidentalis*, gerek Türkiye'de gerekse dünya çapında yaygın olan başlıca zararlılardanır. Tez çalışması için Antalya'da seralardan 8 *F. occidentalis* popülasyonu toplanmıştır. Bu popülasyonların spinosad ve spinetoram'a direnç durumları araştırılmıştır. Popülasyonlar iklim odasında fasulye meyveleri kullanılarak üretilmiştir. LC değerlerini tespit için yaprak daldırma metodu kullanılmıştır. Ayrıca bu popülasyonlarda direncin stabilitesi ve davranışsal direnç de araştırılmıştır.

Sera popülasyonlarında spinosad için LC₅₀ değerleri 7.7 ile 124.8 mg (e.m)/l arasındadır. Hassas popülasyona göre sera popülasyonlarının direnç aralığı 19-312 kattır. Popülasyonların spinosad için LC₉₀ doz aralığı (132.9 - 3620 mg e.m/l) spinosad'ın tavsiye dozundan (96 mg e.m/l) yüksektir. Bu sonuçlara göre spinosad direnci Antalya sera popülasyonlarında yüksek düzeylerde ve yaygındır. Popülasyonların alındığı lokasyonlarda spinosad uygulamaları yeterli düzeyde etkili olmayabilir. Spinetoram'la yapılan testlerde popülasyonların LC₅₀ değerleri 1.0 ile 35 mg(e.m)/l'dir. Popülasyonlarda direnç 5 – 175 kat aralığındadır. Popülasyonların LC₉₀ dozu aralığı ise 8-388 mg(e.m)/l'dir. 8 sera popülasyonunun 5'inin LC₉₀ doz değerleri spinetoram'ın tavsiye dozunun (60 mg em/l) üzerindedir. Bu 5 popülasyonun alındığı (Gazipaşa, Alanya, Manavgat, Demre-Beymelek, Kumluca-Salur) lokasyonlarda spinetoram'la mücadeleler başarısız kalabilir.

Stabilite testlerinde, spinosad'a 312 kat dirençli Manavgat popülasyonunda spinosad direnç düzeyi 6 ay sonra 271 kata inmiştir. Fakat güven sınırları tamamen çakıştığı için direnç oranındaki bu gerileme önemli bulunmamıştır. Spinetoram'la stabilite testlerinde, ilaç baskısı olmaksızın 6 ay bekletilen popülasyonda spinetoram direnci 174.5 kattan 54.5 kata inmiştir. Bununla birlikte, bu popülasyonun LC₉₀ dozu spinetoram'ın tavsiye dozundan hala yüksektir. Altı aylık bir süredeki spinetoram direncindeki gerileme miktarı yeterli değildir.

Davranışsal direnç testlerinde, dirençli popülasyon üzerinde spinosad'la yapılan tercihsiz testte %86.1 olan ölüm oranı tercihli testte %80'e düşmüştür. Düşük düzeylerde (%6) de olsa dirençli popülasyonda spinosad'a karşı davranışsal direnç olabilir. Spinetoram'la dirençli popülasyon üzerinde yapılan tercihsiz testteki ölüm

oranı %92'dir. Bu oran tercihli testte %74.4'e düşmüştür. Bu bulgular dirençli bir sera popülasyonunda spinetoram'a karşı davranışsal direncin olabileceğini göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Antalya, *Frankliniella occidentalis*, İnsektisit-direnci, Sera, Spinetoram, Spinosad

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi Fatih DAĞLI

Dr. Öğr. Üyesi Utku YÜKSELBABA

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KEÇECİ



ABSTRACT

DETERMINATION OF CURRENT RESISTANCE STATUS TO SPINOSAD AND SPINETORAM IN *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) POPULATIONS COLLECTED FROM PROTECTED CROP REGIONS IN ANTALYA

Badegül ÜNSAL

MSc Thesis in Plant Protection

Supervisor: Dr. Fatih DAĞLI

June 2019; 42 pages

Frankliniella occidentalis, which is native to North America, is one of the main pests in Turkey and worldwide. Eight *F. occidentalis* populations were collected from greenhouses in Antalya. Spinosad and spinetoram resistance of these populations were investigated. Populations were reared using green bean pods in the climate chamber. Leaf dip method was used for determination of the LC values. Stability and behavioral resistance were also investigated in these populations.

In greenhouse populations, LC₅₀ values for spinosad ranged from 7.7 to 124.8 mg (e.m)/l. Resistance range of greenhouse populations compared to the sensitive population were found 19-312 fold. The LC₉₀ dose range of the populations 132.9 to 3620 mg (e. m)/l were greater than of the spinosad recommendation dose (96 mg e.m/l). According to these results, spinosad resistance is high and widespread in Antalya greenhouse populations. Spinosad applications at locations where populations were taken may not be sufficiently effective. In tests performed with spinetoram, the LC₅₀ values of the populations are 1.0 to 35 mg (e.m)/l. Resistance in populations were found between 5 and 175 fold. The LC₉₀ dose range of the populations is 8-388 mg (e.m)/l. The LC₉₀ of 5 of the 8 populations are above the label dose of spinetoram. Application with spinetoram may fail in locations where these 5 populations (Gazipaşa, Alanya, Manavgat, Demre-Beymelek, Kumluca-Salur) were taken.

In stability tests, the resistance ratio decreased from 312 fold to 271 fold after 6 months in Manavgat population. However, this decline was not found to be significant as the confidence limits overlap. In spinetoram stability tests, spinetoram resistance decreased from 174.5 fold to 54.5 fold in the population which was kept for 6 months without insecticide pressure. However, the LC₉₀ dose of this population is still higher than the recommended dose of spinetoram. The decline in spinetoram resistance in a six-month period is not sufficient.

In the behavioral resistance tests, the mortality ratio of 86.1% in the non-preferential test with spinosad on the resistant population decreased to 80% in the preferential test. There may be behavioral resistance to spinosad in the resistant population, albeit at low levels (6%). The mortality rate in the non-preferential test on the spinetoram-resistant population is 92%. This ratio decreased to 74.4% in the

preferential test. These findings suggest that there may be behavioral resistance to spinetoram in a resistant greenhouse population.

KEYWORDS: Antalya, *Frankliniella occidentalis*, Greenhouse, Insecticide-resistance, Spinetoram, Spinosad

COMMITTEE: Asst. Prof. Fatih DAĞLI

Asst. Prof. Utku YÜKSELBABA

Asst. Prof. Mehmet KEÇECİ



ÖNSÖZ

Anavatanı Kuzey Amerika olan ve batı çiçek thrips'i olarak da adlandırılan *Frankliniella occidentalis*, gerek ülkemizde gerekse dünya çapında yaygın olan başlıca tarımsal zararlılardan biridir. Polifag bir türdür, bitkilerle doğrudan beslenerek ve ayrıca önemli bitki virüslerine vektörlük yaparak ciddi düzeylerde ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Antalya sahil kuşağındaki seralarda neredeyse tüm üretim sezonu boyunca bulunmaktadır ve ayrıca karantinaya tabi bir zararlı olması nedeniyle mutlaka başarılı bir mücadele yapılması zorunludur. Mücadelesinde hala büyük ölçüde insektisitlerin kullanıldığı görülmektedir. Fakat son 30 yıllık bir sürede bu zararlıda insektisit direnci dünya genelinde önemli bir sorun haline gelmiştir. Direnç yüzünden çoğu aktif madde zararlıya karşı yeterli düzeyde etki gösterememektedir. Buna rağmen ilaçlar direnç durumu gözetilmeksizin kullanılmaya devam edilmektedir. Oysa popülasyonların hangi aktif maddeye ne düzeyde dirençli olduğu konusunda güncel direnç bilgilerinin elde edilmesi ve buna göre ilaç tavsiyelerinde bulunulması başarılı kimyasal mücadele için mutlaka gereklidir. Burada yapılan tez kapsamındaki araştırmalarda Antalya sera popülasyonlarının halen mücadelede yaygın kullanılan 2 insektisite karşı direnç düzeyleri ortaya çıkarılmıştır. Bulguların tarım danışmanları, üreticiler, ilgili firmalar ve resmi kurumlar tarafından dikkate alındığı takdirde söz konusu zararlıya karşı kimyasal mücadelenin daha başarılı olacağı öngörülmektedir.

Yaptığım bu araştırma için bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, tezimin yazımı süresince yol gösteren ve desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Dr. Öğretim Üyesi Fatih DAĞLI'ya (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü), tez çalışmalarını için laboratuvar altyapısını kullandığım Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığına ve Bitki Koruma Bölüm Başkanlığına teşekkür ederim. Tez çalışmalarım boyunca hep yanımda olan çalışma arkadaşım İsmaila TOURE'ye ve yardımlarından dolayı Ramazan KARATEKİN'e teşekkür ederim.

Bu günlere gelmem için hiçbir şeyi benden esirgemeyen ve eğitim hayatım boyunca en büyük destekçim olan sevgili AİLEM'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Batı Çiçek Thrips'i: <i>Frankliniella occidentalis</i>	2
1.1.1. Taksonomisi.....	2
1.1.2. Yayılışı.....	3
1.1.3. Tanısı	3
1.1.4. Biyolojisi	4
1.1.5. Konukçuları	5
1.1.6. Ekonomik önemi.....	5
1.2. Zararlılarda İnsektisitlere Direnç Sorunu	6
2. KAYNAK TARAMASI	9
2.1. Spinosad Genel Bilgiler.....	10
2.2. Spinetoram Genel Bilgiler.....	10
3. MATERYAL VE METOT	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. İnsektisitler	16
3.1.2. Bitki materyali	16
3.1.3. Böcek materyali	17
3.1.4. Diğer materyaller	18
3.2. Metot	19
3.2.1. Thrips popülasyonlarının üretimi	19
3.2.2. Laboratuvar test yöntemleri.....	19
3.2.2.1. Yaprak daldırma testi.....	19
3.2.2.2. Direncin stabilitesi testi.....	23
3.2.2.3. Davranışsal direnç mekanizminin tespiti için uygulanan testler.....	23

3.2.3. İstatiksel analiz	24
4. BULGULAR	25
4.1. Popülasyonlarda Spinosad İçin Direnç Durumu	25
4.2. Popülasyonlarda Spinetoram İçin Direnç Durumu	26
4.3. Direncin Stabilitesi	28
4.3.1. Spinosad direncinin stabilitesi	28
4.3.2. Spinetoram direncinin stabilitesi	28
4.4. Davranışsal Direnç	29
5. TARTIŞMA	31
5.1. Popülasyonlarda Spinosad İçin Direnç Durumu	31
5.2. Popülasyonlarda Spinetoram İçin Direnç Durumu	33
5.3. Spinosad ve Spinetoram Direncinin Stabilitesi	33
5.4. Spinosad ve Spinetoram'a Davranışsal Direnç	34
6. SONUÇLAR	36
7. KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Antalya İli Örtü Altı Üretim Alanlarından Toplanan *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) Popülasyonlarında Spinosad ve Spinetoram’a Karşı Güncel Direnç Durumunun Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

18/06/2019

Badegül ÜNSAL



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	:Santigrat
Cm	:Santimetre
%	:Yüzde
Da	:Dekar
g	:Gram
L	:Litre
ml	:Mililitre
Mg	:Miligram

Kısaltmalar

AChE	:Asetilkolinesteraz
EC	:Emülsiyon konsantre
e.m	:Etkili madde
EPPO	:European and Mediterranean Plant Protection Organization
ESA	:The Entomological Society of America
IRAC	:Insecticide Resistance Action Committee
IRM	:Insecticide Resistance Management
LC	:Lethal konsantrasyon
LC ₅₀	:Teste tabi tutulan canlı popülasyonun %50'sini öldürmek için gerekli olan toksikant konsantrasyonu
LC ₉₀	:Teste tabi tutulan canlı popülasyonun %90'nını öldürmek için gerekli olan toksikant konsantrasyonu
LD ₅₀	:Bir bileşiğin deney hayvanlarına uygulandığında bunların %50'sini öldüren doz miktarı
SC	:Süspansiyon konsantre
Tx-100	:Triton X-100
US EPA	:Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
WP	:Suda ıslanabilen toz

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. <i>Frankliniella occidentalis</i> dünya genelindeki yayılışı	1
Şekil 1. 2. <i>Frankliniella occidentalis</i> a) yumurta b) I. larva c) II. Larva d) prepupa e) pupa f) ergin dişi	4
Şekil 1. 3. <i>Frankliniella occidentalis</i> yaşam döngüsü	5
Şekil 1. 4. <i>Frankliniella occidentalis</i> yaprakta beslenme zararı	6
Şekil 1. 5. Domates meyvesinde TSWV belirtileri	6
Şekil 2. 1. a) Dünyada Arthropod türler arasında direnç vaka sayısı sıralaması b) Direnç vaka sayısı bakımından ilk 20’de yer alan ülkeler	9
Şekil 2. 2. Spinosad’ı oluşturan bileşenler spinosad A ve spinosad D	10
Şekil 2. 3. Spinetoram’ı oluşturan bileşenler spinosyn J ve spinosyn L	11
Şekil 3. 1. a) Çimlenmiş fasulye tohumları b) Bir iki haftalık fasulye bitkileri	16
Şekil 3. 2. <i>Frankliniella occidentalis</i> popülasyonlarının alındığı yerler	17
Şekil 3. 3. a); b) <i>Frankliniella occidentalis</i> erginlerinin seradan toplanması	18
Şekil 3. 4. a) Çiçek içinde bulunan thripsler b) Temiz kaplara aktarılması	18
Şekil 3. 5. a) Steril edilmiş fasulye meyveleri b) Thrips üretim kafesleri	19
Şekil 3. 6. LC belirlenmesi için hazırlanan doz serileri	20
Şekil 3. 7. Yaprak disklerinin çıkarılması	21
Şekil 3. 8. Yaprak disklerinin a) daldırılması b) kurutulması	21
Şekil 3. 9. a) Agarlı petriye diskin konulması b) Petriye yerleştirilen yaprak diski	21
Şekil 3. 10. a) Aspiratör içine toplanan thripsler b) CO ₂ tüpü	22
Şekil 3. 11. Thripslerin insektisit kalıntılarına maruz bırakıldığı test hücreleri	22
Şekil 3. 12. a) Mikroskop ile canlı-ölü sayımı b) Ergin thripsler	22
Şekil 3. 13. Fasulye meyvelerinin kurutulması	24

Şekil 3. 14. a) Sadece ilaçlı fasulye meyvesi bulunan kap **b)** İlaçlı ve ilaçsız fasulye meyvelerinin bulunduğu kap24



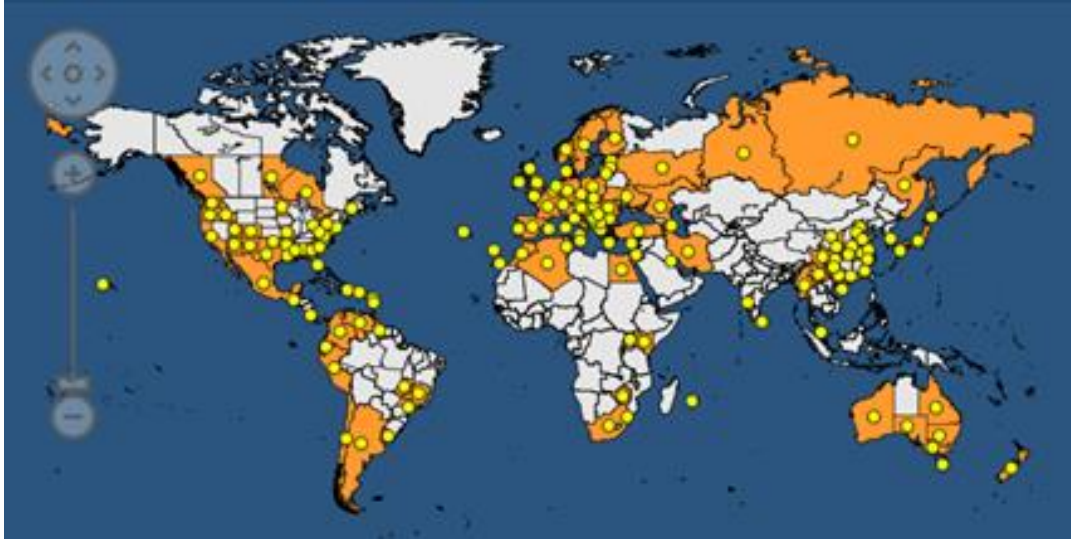
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1. <i>Frankliniella occidentalis</i> popülasyonlarında insektisitlere karşı dünya genelinde belirlenen direnç durumu ve direnç mekanizm tipleri	11
Çizelge 3. 1. Çalışmada test edilen aktif maddeler, ticari ismi, formülasyonu ve IRAC'a göre etki biçimi (IRAC 2018b).....	16
Çizelge 3. 2. Antalya'da farklı lokasyonlardan toplanan <i>Frankliniella occidentalis</i> popülasyonları ve koordinatları	17
Çizelge 4. 1. Antalya sera popülasyonlarında spinosad için lethal konsantrasyon değerleri ve direnç düzeyleri	25
Çizelge 4. 2. Sera popülasyonlarda spinosad'a direnç düzeyleri ve spinosad'ın tavsiye dozundaki etki oranı.....	26
Çizelge 4. 3. Antalya'dan alınan sera popülasyonlarında spinetoram için lethal konsantrasyon değerleri ve direnç düzeyleri.....	27
Çizelge 4. 4. Sera popülasyonlarının spinoteram'a direnç düzeyleri ve spinoteram'ın tavsiye dozundaki etki oranı	27
Çizelge 4. 5. Manavgat popülasyonunda spinosad direncinin stabilitesi	28
Çizelge 4. 6. Manavgat popülasyonunda spinetoram direncinin stabilitesi.....	29
Çizelge 4. 7. Hassas ve dirençli popülasyonlarda spinosad'ın tercihsiz (sadece ilaçlı) ve tercihli (ilaçlı ve ilaçsız) testlerindeki ölüm oranları	29
Çizelge 4. 8. Hassas ve dirençli popülasyonlarda spinetoram'ın tercihsiz (sadece ilaçlı) ve tercihli (ilaçlı ve ilaçsız) testlerindeki ölüm oranları	29

1. GİRİŞ

Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), dünyada yaygın olan önemli tarımsal zararlılardan bir tanesidir. Polifagtır, çok sayıda sebze, süs bitkisi ve meyvede bitki özsuyla beslenerek, ovipozitörüyle doku içerisine yumurta koyarak ve *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) gibi bazı önemli virüslere vektörlük yaparak ekonomik kayıplara yol açtığı bildirilmiştir (Kirk ve Terry 2003; Gao vd. 2012). TSWV ülkemizde de yaygın duruma gelmiştir ve ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Şevik 2011; Şevik ve Arlı-Sökmen 2012; Fidan 2016).

F. occidentalis, 1970'lerin sonlarından itibaren anavatanı olan Kuzey Amerika'nın batısından Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Avrupa, Kuzey Afrika, Avustralya ve Japonya'ya yayılmıştır (Şekil 1.1) (Kirk ve Terry 2003). Türün dünya genelinde yaygın duruma gelmesinin başlangıcına ilişkin olası nedenlerin tartışmalı olduğu belirtilmekle birlikte, Kuzey Amerika'da 1970 ve 1980 arasında yoğun insektisit baskısına maruz kalması sonucu dirençli ırklarının ortaya çıktığı ve bu dirençli ırkların Kuzey Amerika'da seralara yerleştiği ve daha sonra bu ırkların Avrupa, Asya ve Avustralya'ya yayılmış olabileceğinin büyük olasılık taşıdığı düşünülmektedir. Ayrıca ülkeler arasındaki saksılı bitki, fide vb. bitki materyal naklinin zararlının uluslararası düzeyde yaygın hale gelmesine yol açtığı belirtilmiştir (Kirk ve Terry 2003).



Şekil 1. 1. *Frankliniella occidentalis* dünya genelindeki yayılışı (EPPO 2019)

F. occidentalis'in ülkemizde ilk tespiti Antalya'da 1993 yılında sebze (dolmalık biber) ve kesme çiçek (karanfil) seralarından getirilen örneklerde yapılmıştır (Tunç ve Göçmen 1995). Bir kaç yıl içinde Antalya ve ilçelerinde örtü altında yetiştirilen sebzelerde yaygın olarak görülmeye başlanmıştır (Bulut ve Göçmen 2000). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde pamukta *Frankliniella intonsa* (Trybom)'nın yerini alarak hakim tür olmuştur (Atakan 2003). Aynı bölgede çilekte, nektarin ve kayısıda da belirli düzeyde popülasyon yoğunluğuna ulaştığı kaydedilmiştir (Atakan 2008a, b; Hazır vd. 2011). Hatay'da amik ovasında ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde bazı lokasyonlarda tespit edilmesi türün doğuya doğru ilerleyişini sürdürdüğünü göstermektedir (Sertkaya vd. 2006; Doğanlar ve Aydın 2009). *F. occidentalis* diğer taraftan batı yönünde de

ilerleyerek Ege Bölgesi'nde sebze, bağ ve çilekte yaygın duruma gelmiştir (Kılıç ve Yoldaş 2004; Özmerci vd. 2006; Yıldırım ve Başpınar 2013). Ayrıca Antalya ve Doğu Akdeniz'de yapılan iki farklı sörvey çalışmasında türün turunçgilde de belirli düzeyde popülasyon yoğunluğuna ulaştığı görülmüştür (Nas vd. 2007; Tekşam ve Tunç 2009).

1.1. Batı Çiçek Thrips: *Frankliniella occidentalis*

1.1.1. Taksonomisi

F. occidentalis Thysanoptera takımında yer alır. Thysanoptera takımında 5000'den fazla tür bulunmaktadır ve bu takım Tubulifera ve Terebrantia olarak iki alt takıma ayrılır. Tubuliferada bir familyası olan Phlaeothripidae'de 3000 üzerinde tür yer alır. Terebrantia 7 familyada 2000 üzerinde tür içerir. Thripidae bu 7 familyanın en büyük olanıdır yaklaşık 1700 tür bulunur. Scirtothrips, Thrips ve Frankliniella cinslerini içermektedir (Mound ve Teulon 1995; Mound vd. 2009). Orijinal ismi *Euthrips occidentalis* (Pergande 1895) olan *F. occidentalis*, yapısında ve rengindeki doğal farklılıklardan dolayı çok sayıda sinonim isme sahiptir, ESA (The Entomological Society of America) tarafından bu sinonim isimlerin (western flower thrips) batı çiçek thrips olduğu onaylanmıştır (Cluever vd. 2015).

Sinonimleri:

Euthrips helianthi Moulton 1911

Euthrips tritici var. *californicus* Moulton 1911

Frankliniella californica Moulton

Frankliniella tritici var. *moultoni* Hood 1914

Frankliniella canadensis Morgan 1925

Frankliniella nubila Treherne 1924

Frankliniella chrysanthemi Kurosawa 1941

Frankliniella claripennis Morgan 1925

Frankliniella conspicua Moulton 1936

Frankliniella treherni Morgan

Frankliniella dahliae Moulton 1948

Frankliniella tritici maculata Priesner 1925

Frankliniella dianthi Moulton 1948

Frankliniella occidentalis f. *brunnescens* Priesner 1932

Frankliniella moultoni Hood

Frankliniella occidentalis f. *dubia* Priesner 1932

Frankliniella syringae Moulton 1948

Frankliniella venusta Moulton 1936

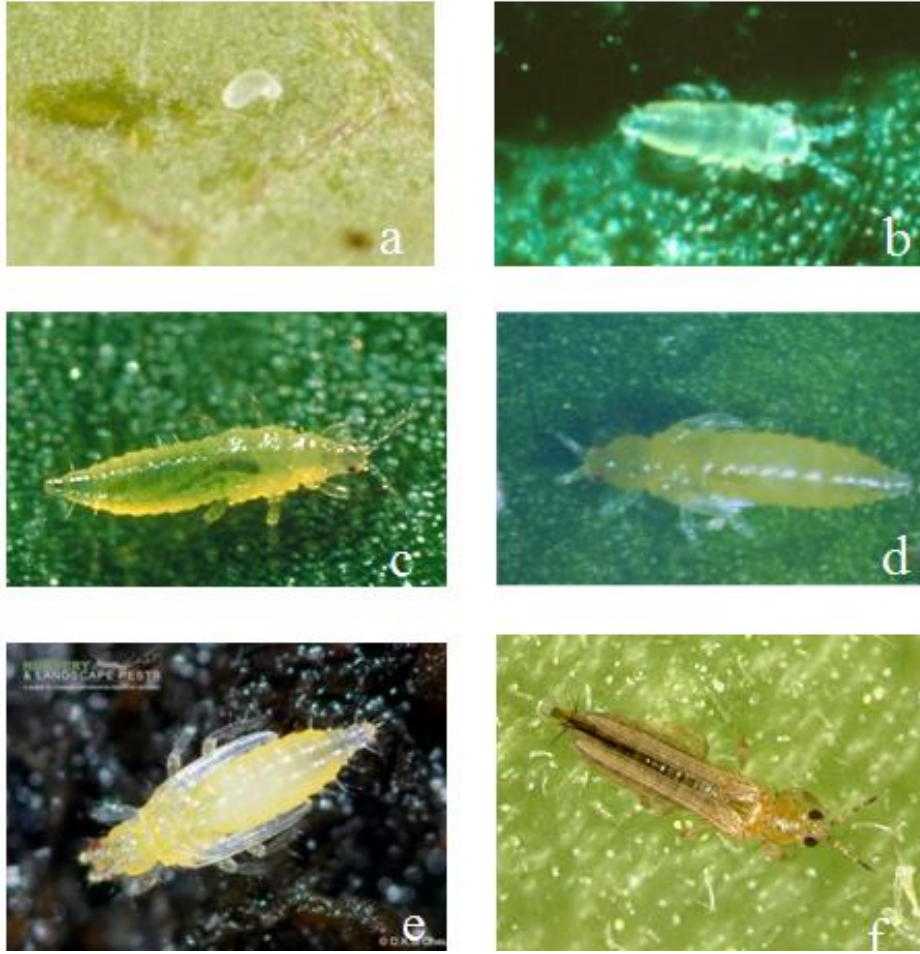
Frankliniella umbrosa Moulton 1948

1.1.2. Yayılışı

Batı çiçek thrips, *F. occidentalis*'in anavatanı kuzey Amerikadır. 1960'lı yıllara kadar burada sınırlı kalmıştır. Bu tarihten sonra izleyen yıllarda, zararlı tarımsal ürün ticareti ile tüm Kuzey Amerika ve dünyaya yayılmıştır. Halen dünyanın çoğu bölgesinde (Asya, Afrika, Kuzey Güney ve Orta Amerika, Avrupa ülkeleri, Avustralya, Yeni zellanda) yaygın durumdadır (Cluever vd. 2015).

1.1.3. Tanısı

Yumurta küçük (0.5x0.25 mm) ve ovaldir. Terabrantia alt takımındaki thripslerde yumurta (*F. occidentalis* vb) lignin içermeyen bitki dokuları içerisine sokulmaktadır. Larva I ve II evreleri küçük ve kanatsızdır. Aktif olarak beslenirler. Prepupa ve pupa evreleri, kısa kanat tomurcukları ve antenlerin başın arkasına uzanması ya da uzanmamasıyla teşhis edilebilir. Prepupa da antenler başın arkasına doğru uzanmamıştır. Pupa daha uzun kanat tomurcuklarına sahiptir ve antenler başın arkasına uzanmıştır (Şekil 2.1). Bu evreler beslenmezler, genellikle toprak içerisine girerler fakat bir kısmı krizantem gibi çiçekler içerisnde de bu evreleri geçirebilirler. Erginler, çoğu Thysanoptera'da olduğu gibi kirpik kanatlıdır. Boyları 2 mm'den küçüktür. Ergin morfolojik olarak, koyu-kahve, açık ton ve orta ton olarak 3 farklı renk tonuna sahiptir. Erkekler dışiden daha küçük ve daha soluk renklidir. Ergin ve larvalar aynı yerlerde görülebilir. Kriptik davranış özelliğine sahip olması nedeniyle bu zararlı insektisit uygulamalarına maruz kalmaktan korunmaktadır (Cluever vd. 2015).

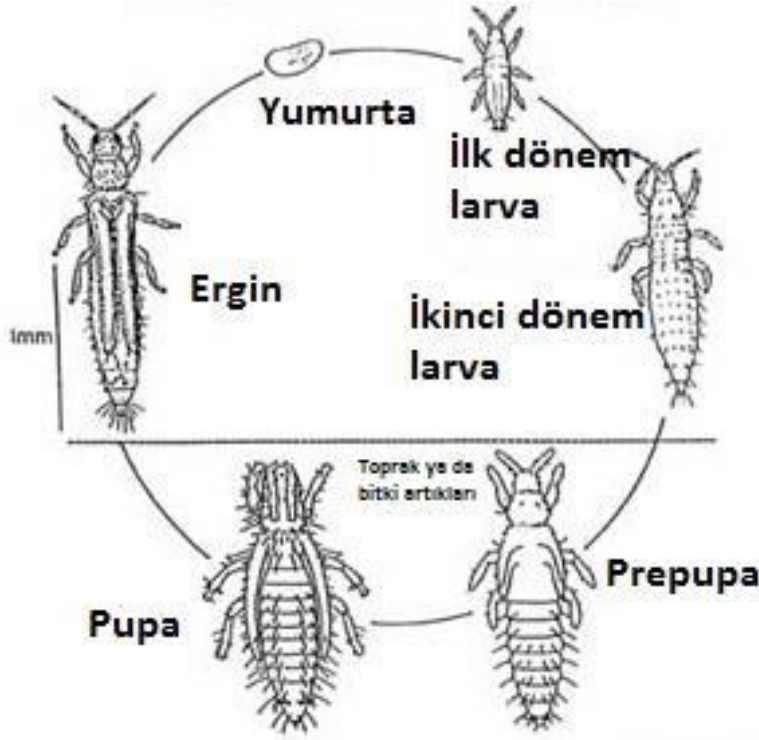


Şekil 1. 2. *Frankliniella occidentalis* **a)** yumurta (Anonymus 1) **b)** I. larva (Van Driesche 2014) **c)** II. Larva (Anonymus 2) **d)** prepupa (Anonymus 3) **e)** pupa (Anonymus 4) **f)** ergin dişi (Anonymus 5)

1.1.4. Biyolojisi

Batı çiçek thrips, delici-emici (punching-sucking) beslenme alışkanlığına sahiptir. Mandibula ile konukçusunda bir delik açar, daha sonra maksillayı açıklıktan içeri sokar. Maksilla ile hücrenin sıvısını alarak beslenir, fakat vaskular (fluem-ksilem) dokudan doğrudan beslenemez. Bu tür, bundan başka polen içeriğinden de beslenir. Predatör davranış sergilediği de kanıtlanmıştır. Kırmızıörümceklerin yumurtalarıyla beslendiği görülmüştür. Üreme biçimi: Erkekleri döllenmemiş yumurtalardan meydana gelir ve dişiler döllenmiş yumurtalardan oluşur. Dişiler testere benzeri ovipozitoru ile yumurtayı bitki yapraklarına sokar. Bu zararlı iyi bir uçucu değildir. Fakat erginler uzak alanlara yayılabilme yeteneğindedir. (Cluever vd. 2015) (Şekil 1.3). *F. occidentalis*'in biyolojik özellikleri ve hayat döngüsü 5 farklı bitkinin (lahana, hıyar, biber, fasulye ve domates) yaprakları üzerinde araştırılmıştır. Yumurtadan ergine gelişme süresi hıyar, lahana, fasulye, biber, domates yapraklarında sırasıyla: 9, 10, 10, 12 ve 12 gündür. Zararlı, lahana (Cabbage) yapraklarında 27°C'de yumurtadan ergine 10.2 günde erişmektedir. Larva I, larva II, prepupa ve pupa evreleri sırasıyla 3.07, 1.78, 2.38, 1.00

ve 2.04 gün sürmektedir. Bu sıcaklıkta bir dişi hayatı boyunca ortalama 76.6 yumurta bırakmaktadır (Zhang vd. 2007).



Şekil 1. 3. *Frankliniella occidentalis* yaşam döngüsü (Zitter ve Daughtrey 1989)

1.1.5. Konukçuları

Batı çiçek thrips, 65 familya konukçusu olan polifag bir zararlıdır. Bu konukçulara bazı örnekler şunlardır: yonca, kayısı, karanfil, krizantem, mısır, pamuk, kabak, patlıcan, gerbera, gladiol, greylort, üzüm, kavun, karpuz, nektarin, şeftali, biber, erik, çilek, domates (Cluever vd. 2015).

1.1.6. Ekonomik önemi

Bu zararlı hem doğrudan beslenerek hem de dolaylı olarak bitkiye zarar vermektedir. Beslenerek ve yumurta koyarak doğrudan zarara yol açmaktadır (Şekil 1.4). Dolaylı zararını, *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) (Şekil 1.5), *Tomato chlorotic spot virus* (TSCV), *Impatiens necrotic spot virus* (INSV)'yi içeren önemli virüslere vektörlük yaparak vermektedir (Cluever vd. 2015).



Şekil 1.4. *Frankliniella occidentalis* yaprakta beslenme zararı



Şekil 1.5. Domates meyvesinde TSWV belirtileri (Anonymus 6)

1.2. Zararlılarda İnektisitlere Direnç Sorunu

F. occidentalis mücadelesinde birçok ülkede inektisitler halen yaygın ve sık kullanılmaktadır. Bununla beraber, türün gizli-saklı yerlerde yaşama davranışları kimyasal mücadeleyi yetersiz kılmaktadır. Yumurtanın doku içerisine sokulması, pupa evresinin toprak vb. korunaklı yerlerde geçirilmesi, larva ve erginlerin çoğu zaman çiçeklerin iç kısımları gibi gizli noktalarda bulunması zararlıyı ilaç uygulamalarından koruyabilmektedir. Söz konusu türde inektisit direnci kimyasal mücadelenin başarılı olmasını engelleyen diğer bir önemli nedendir. *F. occidentalis*'in anavatanı olan Kuzey Amerika'dan, Avrupa ülkeleri, Avustralya, İsrail, Japonya ve Çin 'e kadar yayılan popülasyonlarının nerdeyse tüm kimyasal sınıflarda yer alan inektisitlere direnç geliştirdiği kaydedilmiştir (Immaraju vd. 1992; Brodsgaard 1994; Zhao vd. 1995; Karadjova 1998; Kontsedalov vd. 1998; Jensen 2000; Espinosavd. 2002; Tunç ve Dağlı 2006) (Çizelge 2.1).

Ülkemizde zararlılara karşı kimyasal mücadele yaygın kullanılmaktadır bu yüzden inektisit direnci önemli bir sorundur.

İnektisit direnci, bir popülasyon içerisinde inektisitlere maruz bırakılan bireylerden hayatta kalabilme yeteneğine sahip yeni popülasyonların oluşması şeklinde

tanımlanmıştır ve bu oluşumda kalıtsal bir değişim de gerçekleşmektedir (Ffrench-Constant ve Roush 1990).

IRAC (Insecticide Resistance Action Committe) tarafından yapılan direnç kavramı şöyle açıklanmaktadır: insektisit direnci, zararlı bir popülasyonunun hassasiyetinde kalıtsal bir değişimdir. Bir insektisit zararlı türlere karşı tavsiye edilen etiket bilgileri uyarınca kullanıldığı halde tekrar eden mücadele başarısızlıklarıyla karşılaştığı bir sonuçtur.

Özetle, bu tanımlardan, direncin (genetik) kalıtsal bir değişim olduğu ve direnç geliştiren zararlı popülasyonlarına karşı yapılan ilaç uygulamalarının başarısız kalabileceği anlaşılmaktadır.

Zararlılarda direnç mekanizmlerinin bilinmesi, insektisit direnç yönetim programlarının (IRM) başarıya ulaştırılması için ihtiyaç duyulan en önemli bilgilerdir. Böceklerde yaygın bilinen direnç mekanizmaları şu şekilde özetlenebilir:

- a. Davranışsal direnç: Böcekler ilaçlı alanlardan sakınarak hayatta kalabilirler.
- b. İsektisit vücut içerisine girişinin engellenmesi yoluyla azaltılması
- c. Metabolik direnç (Detoksifikasyon): İlaçların metabolizm yoluyla zehirsiz hale dönüştürülmesi
- d. Hedef yer direnci: İsektisidlerin etki ettiği yerin değiştirilmesi

Davranışsal direnç (Davranışsal sakınma): Yaygın kullanılan “insektisit direnci” ifadesi ile genelde “fizyolojik direnç” kastedilmektedir, fakat bu ifade “davranışsal direnç” kısmını kapsamamaktadır. Davranışsal direnç (veya davranışsal sakınma) yaklaşık 40 yıldan daha fazla zamandır bilinmektedir. IRAC tarafından davranışsal direnç aşğıdaki gibi tanımlanmaktadır: Dirençli böcek bir tehlike veya zehiri tanıyabilir ve ondan sakınabilir. Böcekler bazı ilaçlara rastladıklarında basit olarak beslenmelerini durdururlar veya ilaçlı alanlardan giderler. Örneğın böcekler, ilaçlı yaprağın alt yüzüne geçebilirler, bitki kanopisinin daha iç kısımlarına kaçarlar ya da uçarak ilaçlı alandan ayrılırlar. Davranışsal direnci basitçe anlatan bir örnek: Alman hamam böceğı *Blattella germanica* L. (Dictioptera: Blattelidae) 1980 ve 1990’larda restoranlarda glukoz içerikli atraktanlarla kontrol altına alınabilmekteydi. Fakat aynı metot aynı sahalarda artık başarılı olamamaktadır. Çünkü hamam böcekleri bu tuzaklarla beslenmekten kendilerini sakınabilmektedir (Nansen vd. 2016).

Önceki alışmalarda *F. occidentalis* türünde insektisit direnç mekanizmine yönelik elde edilen sonuçlar şunlardır:

Farklı thrips popülasyonlarında farklı mekanizmlerin dirence yol açabildiğı ya da aynı popülasyonlarda farklı mekanizmlerin aynı anda olabildiğı işaret edilerek *F. occidentalis*’de insektisitlere direncin çok bileşenli olabileceğı bildirilmiştir. Söz konusu türde olası direnç mekanizmleri şöyle özetlenmiştir: Girişin azaltılması, P450-monooksijenazlar, esterazlar ve glutatanyon-S-transferazlarca detoksifikasyon,

karbamatlı ve organik fosforlu insektisitler için hedef bölgenin ve asetilkolinesterazın değiştirilmesi ve yine piretroidlere hedef yer (knockdown) direncidir (Jensen 2000).

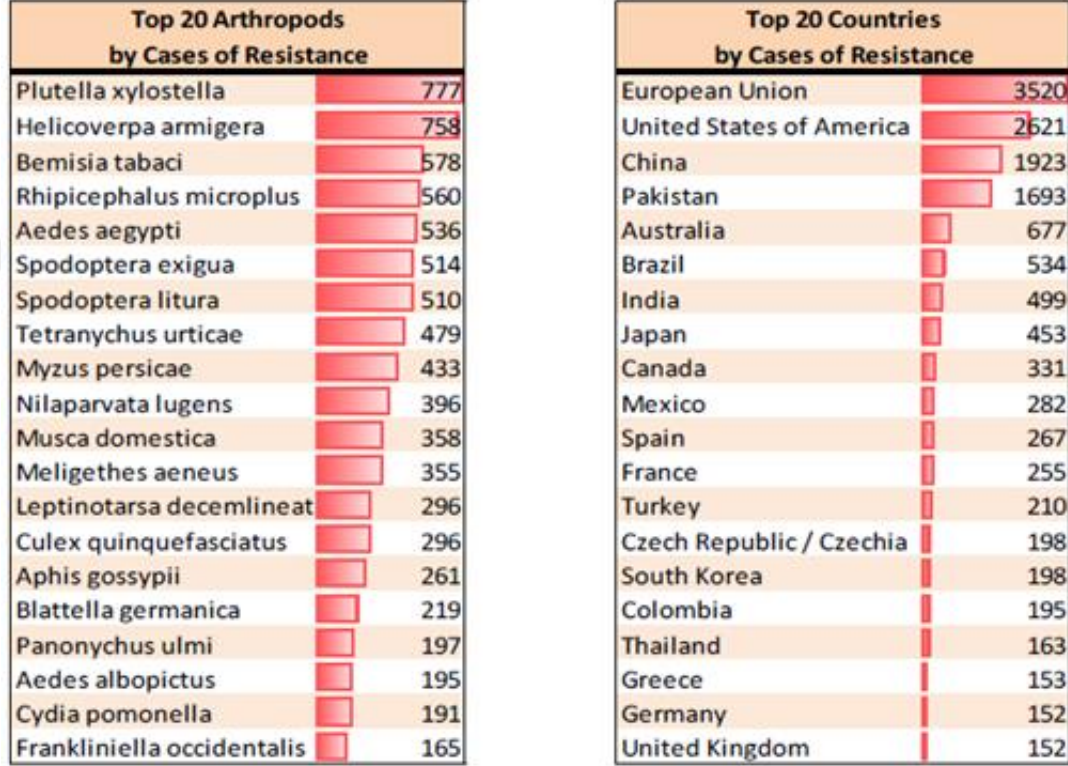
Direnç sorununa karşı insektisitlerin direnç yönetim programları kapsamında kullanılarak mevcut insektisitlerin etkili kullanım ömrünün uzatılması önerilmektedir (Soderlund ve Bloomquist 1990; Croft 1990). Zararlı popülasyonlarında yaygın kullanılan ilaçlara karşı güncel direnç durumunun belirlenmesi direnç yönetim programları için ilk basamakta elde edilmesi gereken bilgilerdir.

Son yıllarda Antalya'da seralarda başlıca zararlılardan *F. occidentalis* mücadelesinde ilaç uygulamalarında yeterli başarı elde edilemediği yönünde üretici şikayetlerinde ciddi artışlar olmuştur. Bu şikayetler dikkate alınarak *F. occidentalis* popülasyonlarının spinosad ve spinetoram'a direnç durumuna ilişkin bilgilerin ortaya çıkarılması gerektiği düşünülmüştür ve buradaki tez çalışması planlanmıştır.

Tez çalışması kapsamında Antalya'nın sahil kuşağında örtü altı üretim yapılan ilçelerinden 8 farklı *F. occidentalis* popülasyonu toplanarak laboratuvar yaprak daldırma testleriyle spinosad ve spinetoram'a karşı direnç düzeyleri belirlenmiştir. Ayrıca dirençli bir sera popülasyonu 6 ay boyunca ilaçsız devam ettirilerek spinosad ve spinetoram'a karşı direncin stabilitesi tespit edilmiştir. Ek olarak hassas ve dirençli popülasyonların sadece ilaçlı fasulye meyve (tercihsiz) testindeki ve hem ilaçlı hem de ilaçsız fasulye meyvelerinin birlikte bulunduğu (tercihli) testlerindeki ölüm oranları tespit edilerek popülasyonlarda spinosad ve spinetoram'a karşı davranışsal direnç tepkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

Gerek söz konusu türdeki direnç vaka sayısı gerekse Türkiye’de bildirilen direnç vaka sayısı dikkate alındığında insektisit direncinin günümüzde ne denli ciddi bir sorun haline geldiği IRAC tarafından güncellenen Şekil 2.1’deki tablolardan kolaylıkla anlaşılmaktadır. Tablolarda *F. occidentalis* en fazla direnç bildirilen ilk 20 tür arasında yer almaktadır. Türkiye de ülkeler bazında en fazla direnç bildirilen ilk 20 ülke arasında bulunmaktadır.



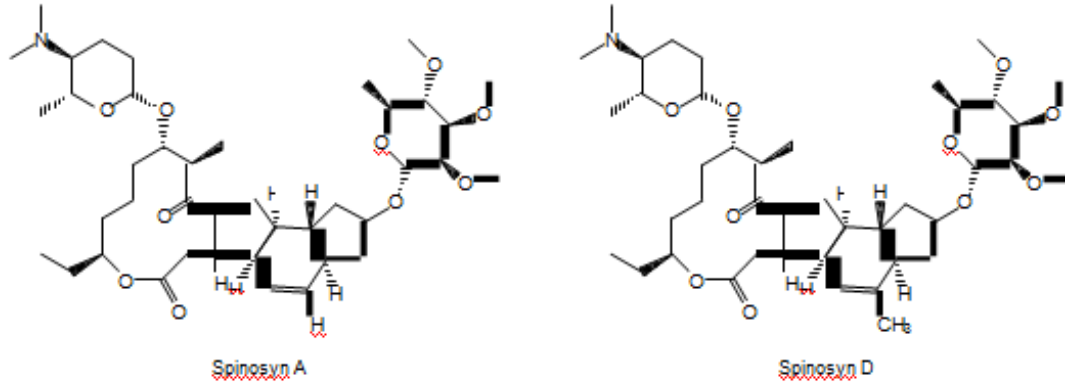
Şekil 2. 1. a) Dünyada Arthropod türleri arasında direnç vaka sayısı sıralaması b) Direnç vaka sayısı bakımından ilk 20’de yer alan ülkeler (IRAC 2016)

Türkiye’de örtüaltı ürünlerde *F. occidentalis* için ruhsatlı olan bitki koruma ürünleri aktif madde olarak şöyledir: Spinosad (biber, patlıcan, hıyar), spinetoram (biber, hıyar), acrinathrin (biber, hıyar), formetanate hydrochloride (patlıcan, hıyar), methiocarb (karanfil), azadirachtin (biber, hıyar), chlorpyrifos-methyl (patlıcan, biber), bifenthrin+imidacloprid (patlıcan), acrinathrin+abamectin (domates, patlıcan, çilek) , %7.16 *Bauveria bassiana* (ATCC 74040 IRKI min. 2.3×10^7 -biber), %1.5 *Verticillium lecanii* (strain Bb-1%1.5- 1×10^8 kob/ml min-hıyar). Ayrıca, feromon olarak 0.3 g/l anisaldehit; feromon + tuzak olarak ise Methyl-isonicotinate + mavi yapışkan tuzak ruhsatlıdır. *Amblyseius swirskii* ve *Orius laevigatus* ise biyolojik mücadele etmeni olarak ruhsatlıdır ve ticari olarak satılmaktadır. Fümigant olan fosfin gazı, soğuk depo alanlarında ruhsatlı olarak bu zararlıya karşı uygulanmaktadır (GTHB 2019)

Bu çalışmada *F. occidentalis* popülasyonlarına karşı Antalya ve ilçelerinde yaygın kullanılan insektisitlerden spinosad ve spinoteram ele alınmıştır.

2.1. Spinosad Genel Bilgiler

Üretim prosesi: Spinosad Dow AgroScience tarafından üretilmiştir. Spinosad, soya fasulyesi ve pamuk tohumundan hazırlanan ortamlarda üretilen *Saccharopolyspora spinosa* kolonilerinin fermente işlemiyle elde edilmiştir. Kimyasal yapısı iki bileşenden oluşmaktadır: Spinosad A ve spinosad D (Şekil 2.2) (Anonymus 7).



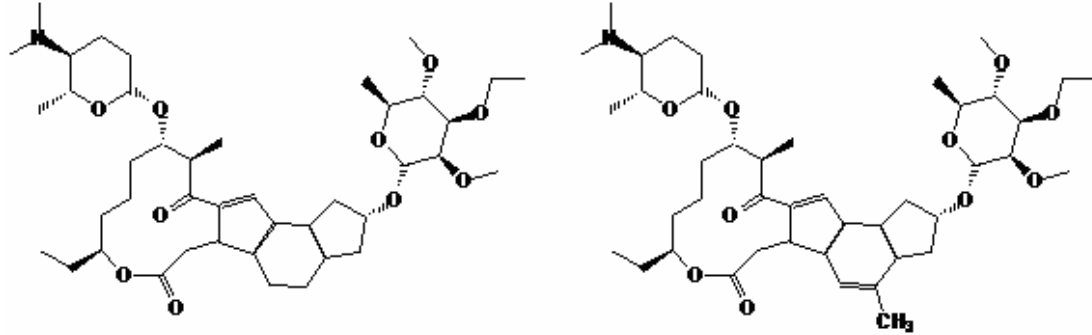
Şekil 2. 2. Spinosad'ı oluşturan bileşenler spinosad A ve spinosad D (Anonymus 7)

Spinosad Dow AgroScience tarafından formüle edilen insektisitlerin aktif maddelerinden birisidir. Spinosad SC, WG, WP, zehirli tuzaklar gibi çeşitli formülasyon teknolojileri kullanılarak formüle edilmiştir. Sıvı formülasyonlar propylenglycol içinde süspansiyon halinde katı spinosad'a sahiptir. Spinosad içeren formülasyonlar, Audeinez, Biospin, Boomerang, Caribstar, Conserve, Entrust, Flipper, GF-120 NF Naturalyte, Laser, Mozkill, Musdo Gold, NaturalureNaturalyte, SpinTor, Success, Syneis, Tracer gibi çeşitli ticari isimler adı altında satılmaktadır. Spinosad Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (US EPA) tarafından "Düşük riskli pestisit programı" kapsamında kabul edilmiştir ve bu sınıf kapsamında ruhsat verilmiştir. Spinosad geniş spektrumlu bir insektisittir. Şu takımlarda olan zararlıları kontrol için kullanılmaktadır: Lepidoptera larvaları, Diptera, Thysanoptera, Coleoptera ve birçok ürün zararlısı türler. Spinosad 82 ülkede çim, ağaç tarımı, süs bitkileri, seralar, ticari sucul bitkiler ve ateş karıncalarını içeren 250'den fazla üründe ruhsatlıdır. Biyolojik konsantrasyon potansiyeli düşüktür. Yani besin zincirinde birikme ihtimali bulunmamaktadır. Spinosad deniz yumuşakçaları için akut olarak hayli toksiktir ve akut olarak balıklara orta düzeyde toksiktir. Spinosad pratik olarak akut ve diyet yoluyla kuşlara toksik değildir (Anonymus 7).

2.2. Spinetoram Genel Bilgiler

Spinetoram Dow AgroScience tarafından üretilmiştir. Spinetoram kimyasal olarak modifiye edilen spinosin J ve spinosin L karışımından oluşmaktadır. Formülasyonu çeşitli ticari isimler adı altında satılmaktadır: Delegate, Exalt ve Radiant. Spinetoram, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (US EPA) tarafından "Düşük riskli pestisit programı" kapsamında kabul edilmiştir ve ruhsat verilmiştir. Üretim işlemi: Spinetoram üretimi için spinosin J ve L başlangıç materyali olmuştur. *Saccharopolyspora spinosa* kolonileri (soya fasulyesi ve pamuk tohumu gibi) doğal

materyallerde üretilmiştir. Spinetoram'ın sentetik üretimi için daha sonra çeşitli formülasyonlar hazırlanmıştır (Şekil 2.3) (Anonymus 8).



3'-O-ethyl-5,6-dihydro spinosyn J

3'-O-ethyl spinosyn L

Şekil 2. 3. Spinetoram'ı oluşturan bileşenler spinosyn J ve spinosyn L (Anonymus 8)

Spinetoram ürünlerde zararlılar için geniş spektrumlu bir insektisittir. Faydalı böceklere güvenlik sınırlarında kalacak şekilde, spinetoram düşük dozlarda hedef zararlıya yüksek etki göstermektedir. Yapraklar üzerinde kuru kalıntısı bal arıları ve diğer faydalılar için zararsızdır. Tavsiye dozunun (15-30 g/hektar) düşük dozlarda olması nedeniyle çevre, memeliler ve faydalı böcekler için güvenlidir (Anonymus 8).

F. occidentalis biyolojik özelliklerden dolayı insektisitlere önemli düzeyde direnç geliştirme potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir. İnsektisit direnci bu türde önemli bir sorun olduğu için üzerinde en fazla direnç taraması yapılan türlerden bir tanesidir. Dünya genelinde *F. occidentalis* popülasyonlarında insektisitlere direnç konusunda yapılan çalışmalar ve sonuçları Çizelge 2.1'de özet olarak sunulmuştur.

Çizelge 2. 1. *Frankliniella occidentalis* popülasyonlarında insektisitlere karşı dünya genelinde belirlenen direnç durumu ve direnç mekanizm tipleri (Gao vd. 2012, Wang vd. 2016, Dağlı 2018)

İnsektisit ve IRAC sınıfı	Popülasyonun orijini	Direnç test yılı	Direnç düzeyleri	Direnç mekanizmi
Spinosad 5	Antalya, Türkiye (sera)	2015	235	-
Spinetoram 5	Antalya, Türkiye (sera)	2015	Lab testinde tavsiye dozunda %12 canlı	-
Spinetoram 5	Shouguang, Çin (tarla)	2014	17.29	-
Spinosad 5	Shouguang, Çin (tarla)	2014	15.64	-

Çizelge 2. 1' in devamı

Spinosad 5	Almeria, İspanya (sera)	2003	13500	Değiştirilmiş nAChR
Spinosad 5	Murcia, İspanya (sera)	2004	3682	Değiştirilmiş nAChR
Spinosad 5	Urbana, IL (tarla)	2001	Tarla testinde canlılık	-
Spinosad 5	Haidian, Çin (lab)	2006	80.8	Değiştirilmiş nAChR
Spinosad 5	Mengtougou, Çin (sera)	2010	35.38	Değiştirilmiş nAChR
Spinosad 5	Hyogo, Japonya (lab)	1998	14	Değiştirilmiş nAChR
Abamectin 6	San Diago, CA (sera)	1992	20-240	-
Abamectin 6	Santa Barbara, CA (sera)	1992	67-113	-
Abamectin 6	Haidian, Çin (lab)	2003	45.5	P450
Abamectin 6	HavatHaBsor, İsrail (sera)	1997	9.0	-
Bendiocarb 1A	Columbia, Kansas City, Joplin, St Louis, MO (sera)	1991-1993	0.9-11	P450
Carbosulfan 1-A	Yesha, İsrail (sera)	1995	22.2	-
Methiocarb 1-A	Murcia, İspanya (tarla)	2000-2001	22.3	P450
Methiocarb 1-A	Danimarka (sera)	1996	2.1-34	P450, esteraz, GST, değiştirilmiş AChE
Methiocarb 1-A	Yesha, İsrail (sera)	1995	35.4	-
Methomyl 1-A	San Diego, CA (sera)	1992	43-102	-
Methomyl 1-A	Santa Barbara, CA (sera)	1992	42-180	-
Methomyl 1-A	Columbia, Kansas City, Joplin St Louis, MO (sera)	1992-1993	3.4-26	-
Methomyl 1-A	Columbia, MO (laboratuvar)	1992	3.6	-
Acephate 1-B	Kenya (tarla)	1990	141-244	-
Acephate 1-B	Danimarka (sera)	1990	54-96	-
Acephate 1-B	İsviçre (sera)	1990	100	-
Chlorpyrifos	Santa Barbara, CA (sera)	1992	14-16	-

Çizelge 2. 1' in devamı

Diazinon 1-B	Columbia, Kansas City, Joplin, St Louis, MO (sera)	1992-1993	10.4-98	P450
Diazinon 1-B	Kansas City, MO (laboratuvar)	1989	271	P450. Değiştirilmiş AChE
Diazinon 1-B	Columbia, MO (laboratuvar)	1992	14	P450
Endosulfan 2-A	Murcia, İspanya (tarla)	200-2001	3.6-4.6	GST
Fipronil 2-B	NSW, Avustralya (tarla)	2001-2003	%35 canlı teşhis dozunda	-
Acrinathrin 3-A	Murcia, İspanya (tarla)	2000-2001	29.8	P450
Acrinathrin 3-A	Almeria, İspanya (tarla)	2003	43	P450
Acrinathrin 3-A	WA, NSW, Queensland, Avustralya (tarla)	2003	15-78	-
Alpha-cypermethrin 3-A	WA, NSW, Queensland, Avustralya (tarla)	2003	15-45	-
Bifenthrin 3-A	San Diego, CA (sera)	1992	70-106	-
Bifenthrin 3-A	Santa Barbara, CA	1992	142-275	-
Bifenthrin 3-A	WA, NSW, Queensland, Avustralya (tarla)	2003	23-61	-
Cyhalothrin	Haidian, Beijing, Çin (sera)	2010	39.67	-
Cypermethrin 3-A	Columbia, Kansas City, Joplin, St Louis, MO (sera)	1992-1993	18.3-273	-
Cypermethrin 3-A	Columbia, MO (lab)	1992	232	-
Cypermethrin 3-A	Altınova, Turkey (sera)	2002	2.9-9.6	-
DDT	Kansas City, MO (lab)	1989	6.0	-
Deltamethrin 3-A	Ontario, Kanada	1997	Duyarlıya göre önemli düzeyde canlı kalmakta	P450

Çizelge 2. 1' in devamı

Deltamethrin 3-A	WA, NSW, Queensland, Avustralya (tarla)	2003	15-70	-
Esfenvalerate 3-A	WA, NSW, Queensland, Avustralya (tarla)	2003	15-26	-
Fenvalerate 3-A	Kansas City, MO (lab)	1989	3.6	P450, girişin azalması
Formetanate 3-A	Murcia, İspanya (tarla)	2000- 2001	23.0	P450
Permethrin 3-A	San Diego, CA (sera)	1992	1182-1217	P450
Permethrin 3-A	Santa Barbara, CA (sera)	1992	42-495	P450, kdr
Permethrin 3-A	Kansas City, MO (lab)	1989	2.5	-
Permethrin 3-A	WA, NSW, Queensland, Avustralya (tarla)	2003	32-79	
Tau-fluvalinate 3-A	WA, NSW, Queensland, Avustralya (tarla)	2003	167-1300	
Imidacloprid 4-A	Kansas City, MO (lab)	1989	14	-
Imidacloprid 4-A	Shandong, Çin (lab)	2009	7.7	P450

F. occidentalis'in Türkiye'deki popülasyonları üzerinde yapılan direnç taramalarına izleyen paragraflarda daha detaylı değinilmiştir.

Dağlı ve Tunç (2007) ülkemizde 2001-2003 yıllarında Antalya'dan alınan *F. occidentalis* popülasyonlarında abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'e karşı direnç taraması yapılmıştır ve sadece piretroit cypermethrin'e (12 kat üzerinde) orta düzeyde direnç kaydedilmiştir.

Dağlı ve Tunç (2006) tarafından laboratuvar testleriyle *F. occidentalis*'in 5 farklı gruptan insektisit: abamectin, cypermethrin, endosulfan, malathion ve methomyl'e karşı davranışsal tepkileri ile bu ilaçların yaprak dokularına nüfuzlarına ve kalıntı etki sürelerine göre etkinlikleri araştırılmıştır. Tümü ilaçlı disklerde elde edilen ölüm oranları %100'e yaklaşırken yarısı ilaçlı yaprak disklerinde elde edilen ölüm oranları methomyl, abamectin, malathion, endosulfan ve cypermethrin için sırasıyla %100, %87, %82, %37 ve %32'dir. Davranışsal tepkilerle ilgili bu sonuçlar *F. occidentalis*'in cypermethrin ve endosulfan uygulanan alanlardan davranışsal olarak sakındığını (davranışsal direnç) göstermiştir.

Antalya ve ilçelerinden 2007-2009 yıllarında toplanan *F. occidentalis* popülasyonlarında organikfosforlu malathion, karbamatlı methiocarb ve spinozin sınıftan spinosad'a karşı popülasyonların bir kısmının önemli düzeyde dirençli olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmada mücadelede halen kritik önemi olan spinosad aktif maddesine karşı 10 farklı popülasyondan sadece Kumluca'dan alınan 2'sinde 141 kata varan bir direnç kaydedilmiştir (Dağlı vd. 2010).

Dağlı (2018) Kumluca'dan bir biber serasından 2015 yılında alınan *F. occidentalis* popülasyonu üzerinde bazı ruhsatlı insektisitlere direnç durumunu araştırmıştır. Test sonuçları 2015-Kumluca popülasyonunda spinosad direncinin hassas popülasyona göre 235 kat gibi çok daha yüksek düzeylere ulaştığını göstermiştir. 2015-Kumluca popülasyonunda acrinathrin'e daha düşük düzeylerde direnç tespit edilirken, formetanate'a hiç direnç görülmemiştir.

Şimşek (2010) "Antalya İlinde Örtüaltı Hıyar ve Biber Yetiştiriciliğinde Batı Çiçek Tripsi [*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)]'ne Karşı Bazı İlaçların Etkinliklerinin Araştırılması" konulu tez çalışmasında sera koşullarında Acrinathrin, Azadirachtin, Formetanate aktif maddelerinin biyolojik etki düzeylerini tespit etmişlerdir. Ele aldıkları aktif maddelerin etkilerini kıyaslamak için hıyarda Methomyl, biberde ise Spinosad'ı uygulamışlardır. Sera denemeleri, Antalya-Aksu (hıyar) ve Serik (biber)'de 2009 yılı Mayıs-Haziran aylarında kurulmuştur. Sayımlar ilaçlamadan 1 gün önce ve ilaçlamalardan 1, 3, 7, 10 ve 14 gün sonra yapılmıştır. Uygulamaların başarı değerlendirilmelerinde, bitkilerden tesadüfi olarak toplanan çiçeklerin içerisindeki canlı olan ergin ve nimfler dikkate alınmıştır. Hıyar serasında 1, 3, 7, 10 ve 14 gün sonrasında acrinathrin'in etki düzeyleri: %77.83, %81.64, %72.54, %55.00 ve %47.36; azadirachtin'in etki düzeyleri: %29.45, %60.21, %44.92, %38.48 ve %30.20 ve formetanate'in etki düzeyleri: %70.49, %85.81, %82.53 %77.82 ve %76.50'dir. Karşılaştırma ilacı olarak kullanılan methomyl'in ise aynı günlerdeki sayımlardaki etki oranı: %69.71, %84.25, %83.12 %77.38 ve %74.78'dir. Biber serasında 1, 3, 7, 10 ve 14 gün sonraki acrinathrin'in etki düzeyleri: %73.52, %78.19, %58.51, %58.52 ve %62,56; azadirachtin'in etki düzeyleri: %25.15, %33.87, %42.38, %33.94 ve %43.20; formetanate'in etki düzeyleri: %85.75, %90.26, %78.98, %81.14 ve %86.33'dir. Karşılaştırma ilacı olan spinosad'ın aynı günlerdeki sayımlardaki etki oranı: %81.32, %83.62, %81.28, %76.87 ve %76.36'dir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. İnsektisitler

Çalışmada test edilen iki insektisit, spinosad ve spinoteram aktif maddelerinin ticari isimleri ve kimyasal grupları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Çalışmada test edilen aktif maddeler, ticari ismi, formülasyonu ve IRAC’a göre etki biçimi (IRAC 2018b)

Aktif madde	Ticari ismi, tavsiye dozu ve Türkiyede ilk ruhsat tarihi	IRAC’a göre etkili maddenin bağlı olduğu sınıf (numarası) ve etki biçimi
spinosad	Laser, SC 480 gr/litre Dow Agro Sciences, 20 ml/da (11.19.1998)	Spinosyn (5), sinir sistemi üzerinde nikotinkasetilkolin reseptörlerini aktive edici etki
spinoteram	Radiant 120 SC Dow Agro Sciences, 50 ml/da (07.01.2014)	Spinosyn (5), sinir sistemi üzerinde nikotinkasetil kolin reseptörlerini aktive edici etki

3.1.2. Bitki materyali

İnsektisit testleri için iklim odasında torf ve perlit karışımında plastik bardaklara ekilen fasulyeler 24±2 °C sıcaklık ve 16:8 saat (aydınlık: karanlık) iklimlendirme şartlarında Şekil 3.1’deki gibi yetiştirilmiştir. Fasulye bitkilerinin üretiminde ilaçsız tohum kullanılmıştır.



Şekil 3. 1. a) Çimlenmiş fasulye tohumları **b)** Bir iki haftalık fasulye bitkileri

3.1.3. Böcek materyali

Antalya ili Demre, Kumluca, Aksu, Serik, Manavgat, Alanya ve Gazipaşa ilçelerindeki seralardan 2018-2019 yıllarında 8 farklı *F. occidentalis* popülasyonu toplanmıştır (Şekil 3.2). Popülasyonların toplandığı konukçu ve lokasyonlarla ilgili detaylı bilgiler Çizelge 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3. 2. *Frankliniella occidentalis* popülasyonlarının alındığı yerler

Çizelge 3. 2. Antalya’da farklı lokasyonlardan toplanan *Frankliniella occidentalis* popülasyonları ve koordinatları

Popülasyon	Konukçu	Lokasyon	Tarih	Koordinat
Hassas-HSN	Biber (Ev bahçesi)	Şuhut Afyonkarahisar	2017	38°31'40.18''K 30°32'44.80''D
Alanya	Patlıcan (Sera)	Konaklı Payallar Emişbeleni	01.05.2018	36°37'24.92''K 31°53'7.65''D
Gazipaşa	Patlıcan (2-3 farklı sera)	Macar köyü	01.05.2018	36°13'26.62''K 32°20'31.40''D
Demre Beymelek	Biber (2-3 farklı sera)	Beymelek	03.05.2018	36°14'51.67''K 30°1'43.80''D
Kumluca Salur	Biber (Sera)	Salur	03.05.2018	36°21'56.30''K 30°14'17.96''D
Manavgat	Patlıcan-biber (2 farklı sera)	Denizyaka mahallesi	01.05.2018	36°51'31.69''K 31°11'10.79''D 36°51'28.09''K 31°11'1.37''D
Aksu	Patlıcan (Sera)	Hacjaliler köyü	08.05.2018	36°55'38.73''K 30°50'13.29''D
Demre Köşkerler	Biber (2-3 farklı sera)	Köşkerler	03.05.2018	36°16'13.81''K 29°59'40.26''D
Serik	Biber (Sera)	Çakış mahallesi	02.01.2019	36°55'18.47''K 31°11'18.20''D

Üretici seralarından her bir popülasyon için en az 100-200 kadar ergin thrips toplanarak havalandırma açıklığı olan koruma kaplarına veya üretim kafeslerine Şekil 3.3'deki gibi alınmıştır. Aynı gün içinde bölüm laboratuvarına getirilerek toplanan thripsler ağız aspiratörü ile çekilerek içerisinde fasulye meyvesi bulunan temiz üretim kafeslerine aktarılmıştır (Şekil 3.4). Popülasyonların tür teşhisleri Tunç ve Göçmen (1995); Doğanlar ve Aydın (2009); Cluever vd. (2015)'e göre yapılmıştır.



Şekil 3. 3. *Frankliniella occidentalis* erginlerinin seradan toplanması a ve b



Şekil 3. 4. a) Çiçek içinde bulunan thripsler b) Temiz kaplara aktarılması

3.1.4. Diğer materyaller

Fasulye tohumu, torf, perlit, plastik bardak, plastik kavanoz, terazi, hassas terazi, mikropipet, cam pipet, puar, cam beher, 3 cm çaplı petri, yumuşak pens, streç film, böcek iğnesi, ağız aspiratörü, CO₂ gazı, triton X-100, sodyum hipoklorit, agar, şeker, fasulye meyvesi, kurutma kağıdı, havlu peçete ve stereo mikroskop kullanılan diğer materyallerdir.

3.2. Metot

3.2.1. Thrips popülasyonlarının üretimi

F. occidentalis popülasyonları laboratuvar koşullarında, Dağlı (2018) tarafından bu zararlı için kullanılan yöntemle üretilmiştir. Thrips üretimi, 24 ± 2 °C 16:8 (aydınlık: karanlık) gün uzunluğundaki iklim odasında yapılmıştır. Böceklerin beslenme ve yumurtlamaları için taze fasulye meyveleri kullanılmıştır. Pazardan alınan fasulye meyveleri, steril hale gelmeleri için yaklaşık 3 dakika (6 g/l'lik) sodyum hipokloritli suya batırılmıştır. Sonrasında saf suyla olabildiğince durulandıktan sonra (30 g/l) şeker çözeltisine batırılmıştır. Kuruması için bir süre bekletilen fasulyeler daha sonra popülasyonların çoğaltılması için kullanılmıştır. Thrips üretimi için 2 litrelik şeffaf plastik kaplar kullanılmıştır. Bu kapların kapak kısımları açılarak filtre kağıdı yapıştırılmıştır böylece üretim kaplarına hava alışverişi sağlanmıştır. Thrips üretimi için üretim kapları içine 4-5 tane fasulye ile 100 kadar ergin *F. occidentalis* salınarak 3 gün kadar fasulyelere yumurtlatılmıştır (Şekil 3.5). Yumurta bulunduran fasulye meyveleri yumurtlatma kabından alınarak, zeminine (pupa dönemlerini geçirmeleri amacıyla 3-4 kat kağıt havlu parçaları bırakılan başka bir üretim kabına aktarılmıştır. Bu kaptaki fasulyelerde bulunan yumurtalar bir süre sonra açılarak larvalar görülmüştür. Larvalar fasulye meyvelerinde beslenmişlerdir daha sonra zemindeki kağıt havlu katmanları arasında pupa evrelerini tamamlayarak ergin olmuşlardır. Thrips kültürlerinin sürekli çoğaltılması için üretim kaplarına 3-4 günde bir yeni fasulyeler ilave edilmiştir bu esnada üretim kapları içindeki eski fasulye meyveleri alınarak uzaklaştırılmıştır. Kültürlerden daha fazla sayıda thrips elde etmek amacıyla az miktarlarda bal verilmiştir. Ayrıca larva beslenme evrelerinde düşük miktarlarda çam poleni de kültür kaplarına bırakılmıştır.



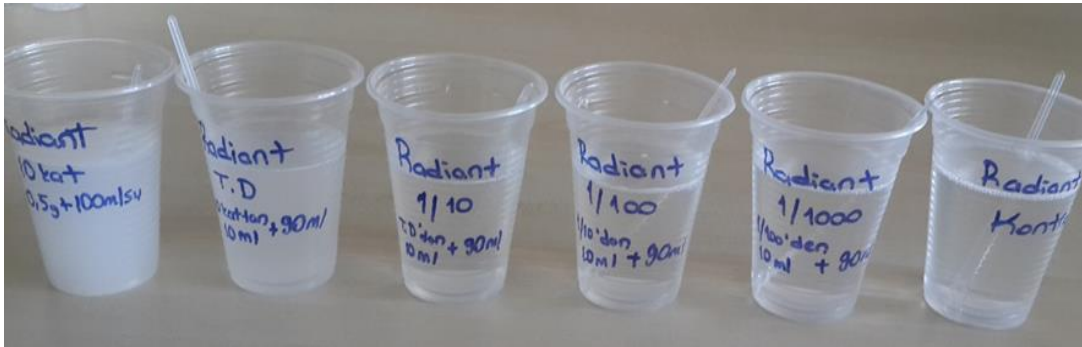
Şekil 3.5. a) Steril edilmiş fasulye meyveleri b) Thrips üretim kafesleri

3.2.2. Laboratuvar test yöntemleri

3.2.2.1. Yaprak daldırma testi

Bu çalışmada ele alınan thrips popülasyonlarında direnç oranlarının belirlenmesi için öncelikle hassas ve sera popülasyonlarının lethal konsantrasyon (LC) değerleri tespit edilmiştir. Direnç oranları, bu değerler üzerinden hesaplanmıştır. Popülasyonların LC değerleri, yaprak daldırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem söz konusu zararlı tür için Zhang vd. (2008) ve Dağlı (2018) tarafından da kullanılmıştır. Ayrıca benzer metod IRAC (2018a) tarafından (10 nolu test yöntemi olarak) önerilmiştir. Çalışmada

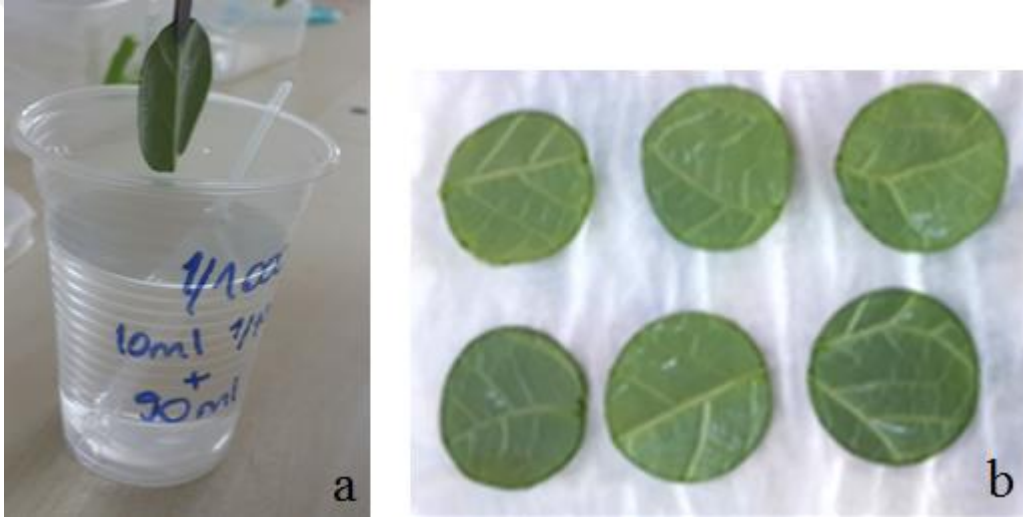
kullanılan insektisit test metodu protokolü kısaca şu basamaklardan meydana gelmektedir: İnsektisitler, spinosad ve spinetoram'la popülasyonlarda %0 - %100 arasında ölüm meydana getiren 4-6 doz serisi hazırlanmıştır (Şekil 3.6). Spinosad için kullanılan doz serisi: 0.096, 0.96, 9.6, 96, 960 mg(e.m.)/l'dir. Spinetoram için kullanılan doz serisi ise 0.06, 0.6, 6, 60, 600 mg(e.m.)/l'dir. İklim odasında yetiştirilen fasulye yapraklarından 3 cm çapında yaprak diskleri elde edilmiştir (Şekil 3.7). Yaprak diskleri söz konusu ilaç konsantrasyonlarına 5 saniye daldırılmıştır ve kurumaları için 1-2 saat süresince nemlendirilmiş bir peçete üzerinde muhafaza edilmiştir (Şekil 3.8). Testlerde thripsler yaprakların arka (alt) yüzeyinde teste tabi tutuldukları için disklerin kurutulması ve petrilere yerleştirilmesi esnasında yaprak disklerinin alt yüzü üste gelecek şekilde muhafaza edilmiştir. Bir cam beher içinde saf su ile (%2'lik) agar çözelti halinde karıştırılarak mikrodalga fırında kaynatılmıştır. Sıcak agarın ılık hale gelmesi için bir süre beklenmiştir. Ilık duruma gelen agar sıvı fazdayken 3 cm çapındaki plastik petrilere tabanına dökülmüştür. Fasulye yaprak diskleri petri içerisine dökülmüş olan agarın üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.9). Popülasyonların üretildiği kaplardan ergin dişi thripsler küçük bir ağız aspiratörü ile alınarak karbondioksit gazı ile geçici süre bayıldıktan sonra hazırlanmış olan insektisit test hücrelerinin içerisine bırakılmıştır (Şekil 3.10). Son olarak thripslerin kaçmaması için petrilere streç filmle kapatılmıştır ve havalanması için streç ince uçlu bir iğne ile delinmiştir (Şekil 3.11). Kontrol olarak kullanılan test hücrelerinde saf su ve Tx-100 (100µl/1.5 L su) çözeltisi kullanılmıştır. Bir test hücresi (bir petri) bir tekrar olarak dikkate alınmış ve her bir doz için 3 tekerrür kullanılmıştır. Bir tekerrürde en az 20 ergin dişi birey kullanılmıştır. Teste tabi tutulan böceklerde canlı ve ölü sayıları üç gün sonra stereo mikroskop kullanılarak belirlenmiştir. Test hücrelerindeki thripslere iğne ya da fırça ile dokunulduğunda rahatlıkla hareket edebilenler canlı olarak kabul edilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3. 6. LC belirlenmesi için hazırlanan doz serileri



Şekil 3. 7. Yaprak disklerinin çıkarılması



Şekil 3. 8. Yaprak disklerinin a) daldırılması b) kurutulması



Şekil 3. 9. a) Agarlı petriye diskin konulması b) Petriye yerleştirilen yaprak diski



Şekil 3. 10. a) Aspiratör içine toplanan thripsler b) CO₂ gazı tüpü



Şekil 3. 11. Thripslerin insektisit kalıntılarına maruz bırakıldığı test hücreleri



Şekil 3. 12. a) Mikroskop ile canlı-ölu sayımı b) Ergin thripsler

3.2.2.2. Direncin stabilitesi testi

Direncin stabilitesi testi, spinosad ve spinetoram'a dirençli olduğu belirlenen bir sera (Manavgat) popülasyonu söz konusu ilaçlarla belirli bir süre ilaç baskısı olmaksızın devam ettirildiğinde direnç oranlarında ne düzeyde bir farklılığın olabileceğinin anlaşılması için düzenlenmiştir.

Manavgat popülasyonunun spinosad ve spinetoram'a yüksek direnç gösterdiği 3.2.2 de açıklanan olağan test yöntemi ile belirlenmiştir. Söz konusu popülasyon 6 ay boyunca ilaç uygulanmaksızın bekletilmiştir ve yeniden söz konusu ilaçlar için LC değerleri sözü edilen yöntemle belirlenmiştir. Altı ay sonrasında yapılan test sonuçları 6 ay öncesindeki test sonuçları ile kıyaslanarak direncin ne düzeyde gerilediği ortaya çıkarılmıştır.

3.2.2.3. Davranışsal direnç mekanizminin tespiti için uygulanan testler

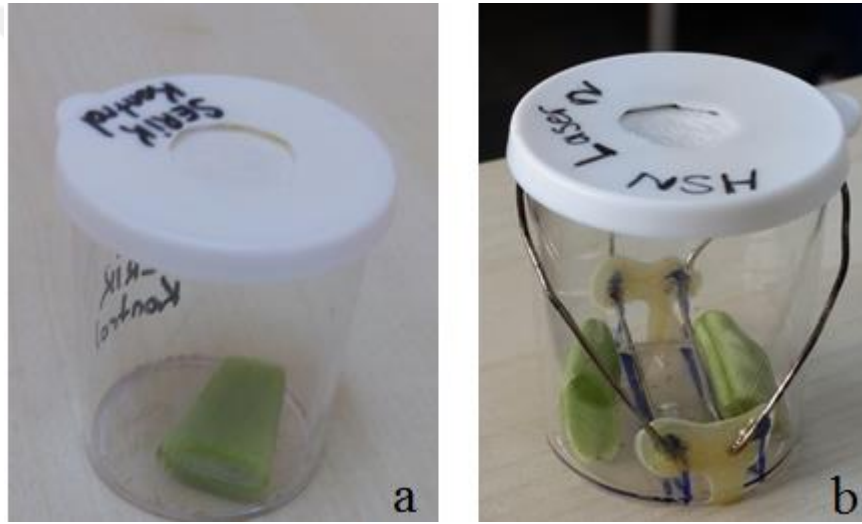
Kütikülden girişin azalması, detoksifikasyon enzimleri ile ilaçların zehirsiz forma dönüştürülmesi ve insektisitlerin bağlanma yerindeki farklılaşma zararlılarda yaygın bilinen direnç mekanizmleridir. Fakat bu 3 mekanizmin yanında böceklerin ilaçlı kısımlardan sakınarak kaçabildikleri ve hayatta kaldıkları da not edilmiştir. Önceki bazı araştırmalarda böceklerin davranışsal direnç mekanizmine sahip oldukları kaydedilmiştir (Nansen vd. 2016). Burada düzenlenen test söz konusu türün popülasyonlarında ne düzeyde davranışsal sakınma yeteneği olduğunu ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan yaprak daldırma testinde olduğu gibi tamamı ilaçlı yüzeylerde böceklerin test edilmesi davranışsal direncin anlaşılması bakımından yetersizdir. Davranışsal direnç için burada düzenlenen testlerde, hassas ve dirençli thripsler sadece ilaçlı (tercihsiz test) fasulyedeki ve ayrıca ilaçlı ve ilaçsız (tercihli) fasulyelerin birlikte buldukları durumdaki ölüm oranları kaydedilerek davranışsal direnç oranları belirlenmiştir.

Buradaki testlerde fasulye yaprak diskleri yerine fasulye meyveleri kullanılmıştır. Bir taze fasulye meyvesi 2 cm olacak şekilde parçalara ayrılmıştır. Parçalara ayrılan fasulyelerin nemini muhafaza etmesi için kesilen yüzeylerine vazalin sürülmüştür. Spinosad ve spinetoram tavsiye dozlarında saf su içerisinde hazırlanmıştır. Fasulye meyveleri, 10 saniye boyunca söz konusu ilaç konsantrasyonlarına daldırılmıştır. Muamele edilen fasulyeler oda koşullarında 1-2 saat bekletilerek üzerindeki damlacıkların yok olması sağlanmıştır (Şekil 3.13). Bu aşamadan sonra tercihsiz testte bir plastik tüp içerisine sadece ilaçlı fasulye meyvesi konulmuştur. Tercihli testte ise ilaçlı ve ilaçsız fasulye meyveleri birlikte bir plastik tüp içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 3.14).

Davranışsal testlerde, 3 tekerrür kullanılmıştır ve her tekerrürde 20-30 adet ergin dişi thrips teste maruz bırakılmıştır. Kontrol muamelelerinde ve ilaçsız olan fasulye meyvelerinde sadece saf su kullanılmıştır.



Şekil 3. 13. Fasulye meyvelerinin kurutulması



Şekil 3. 14. a) Sadece ilaçlı fasulye meyvesi bulunan tüp b) İlaçlı ve ilaçsız fasulye meyvelerinin bulunduğu tüp

3.2.3. İstatiksel analiz

Seralardan alınan ve hassas olan popülasyonların LC değerlerinin ve diğer parametrelerinin hesaplanması için yaprak daldırma testlerindeki canlı-ölü böcek sayıları probit analiz programına girilmiştir. (Probit analizi için LeOra Software, PoloPlus 2002-2015 Version 2.0 paket programı kullanılmıştır). Popülasyonların direnç katlarını hesaplamak için araziden alınan popülasyonun LC₅₀ değerleri hassas popülasyonunun aynı değerlerine bölünmesiyle elde edilmiştir.

Sadece davranışsal direnç testlerinde düzeltilmiş ölüm oranları Abott (1925) formülü ile elde edilmiştir.

4. BULGULAR

Tez çalışması kapsamında Antalya'nın sahil kuşağında örtü altı üretim yapılan ilçelerinden 8 farklı *F. occidentalis* popülasyonu toplanarak laboratuvar yaprak daldırma testleriyle spinosad ve spinetoram'a karşı direnç düzeyleri belirlenmiştir. Ayrıca dirençli bir sera popülasyonu 6 ay boyunca ilaçsız devam ettirilerek spinosad ve spinetoram'a karşı direncin stabilitesi tespit edilmiştir. Ek olarak hassas ve dirençli popülasyonların sadece ilaçlı fasulye meyve (tercihsiz) testindeki ve hem ilaçlı hem de ilaçsız fasulye meyvelerinin birlikte bulunduğu (tercihli) testlerindeki ölüm oranları tespit edilerek popülasyonlarda spinosad ve spinetoram'a karşı davranışsal direnç tepkileri araştırılmıştır. Sözü edilen test sonuçlarına ilişkin veriler izleyen kısımlarda alt başlıklar halinde ayrı ayrı verilmiştir.

4.1. Popülasyonlarda Spinosad İçin Direnç Durumu

Popülasyonlarda spinosad için tespit edilen LC₅₀ değerleri, direnç oranları ve ilgili parametreler Çizelge 4.1 ve 4.2'de verilmiştir. Buna göre Aksu, Kumluca (Salur), Serik, Alanya, Gazipaşa, Demre (Köşkerler), Demre (Beymelek) ve Manavgat popülasyonlarının LC₅₀ değerleri sırasıyla 7.7, 11.1, 16.1, 16.9, 20.8, 38.7, 42.2 ve 124.8 mg(e.m)/l olarak bulunmuştur. En yüksek LC₅₀ değeri Manavgat popülasyonunda 124.8 mg (e.m)/l'dir. En düşük LC₅₀ değeri ise Aksu popülasyonunda 7.7 mg(e.m)/l olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4. 1. Antalya sera popülasyonlarında spinosad için lethal konsantrasyon değerleri ve direnç düzeyleri

Popülasyon	n	eğim± sem	LC ₅₀ mg(e.m.)/l (%95'lik güven sınırı)	Direnç düzeyi (LC ₅₀)	LC ₉₀ mg(e.m.)/l (%95'lik güven sınırı)	Spinosad tavsiye dozu mg (e.m.)/l
Hassas-HSN	314	1.8 ± 0.2	0.4 0.2–0.8	–	1.9 0.9–7.4	96
Aksu	375	1.0 ± 0.1	7.7 3.8 - 15.4	19.3	132.9 57.1-473.7	
Kumluca Salur	400	1.0 ± 0.1	11.1 6.1–19.4	27.8	248 119.3–715.2	
Serik	337	1.1 ± 0.1	16.1 5.4-37.6	40.3	214.3 84.4-1124.7	
Alanya	567	1.0 ± 0.1	16.9 9.5–29.7	42.3	301.3 142.7–913.3	
Gazipaşa	417	1.1 ± 0.1	20.8 10.1–39.6	52	278.7 131.5–852.9	
Demre Köşkerler	255	0.9 ± 0.1	38.7 19.4-72.6	96.8	1088.2 482.9-3590.1	
Demre Beymelek	493	1.1 ± 0.1	42.2 29.1–62.6	105.5	587.8 328.3–1343	
Manavgat	260	0.9 ± 0.1	124.8 45-399.6	312	3620 867- 165496	

n: testte kullanılan böcek sayısı

Direnç düzeyi: sera popülasyonunun LC₅₀ değeri / hassas popülasyonun LC₅₀ değeri

Popülasyonların (LC₅₀ değerlerine göre elde edilen) direnç katları sırasıyla şöyledir: Aksu'da 19.3 kat, Kumluca (Salur)'da 27.8 kat, Serik'de 40.3 kat, Alanya'da

42.3 kat, Gazipaşa'da 52 kat, Demre (Köşkerler)'de 96.8 kat, Demre (Beymelek)'de 105.5 kat ve Manavgat'da 312 kattır. Aksu en düşük dirence sahipken Manavgat popülasyonu en yüksek direnç gösteren popülasyon olmuştur.

Çizelge 4. 2.Sera popülasyonlarda spinosad'a direnç düzeyleri ve spinosad'ın tavsiye dozundaki etki oranı

Popülasyon	Direnç düzeyi (LC ₅₀)	Tavsiye dozunda % ölüm
Hassas-HSN	-	100.0
Aksu	19.3	88.9
Serik	40.3	88.1
KumlucaSalur	27.8	78.0
Alanya	42.3	76.4
DemreKöşkerler	96.8	73.2
Gazipaşa	52	72.3
DemreBeymelek	105.5	63.4
Manavgat	312	35.7

Popülasyonlardaki direnç oranları arttıkça, tavsiye dozundaki ölüm oranlarının düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.2). Spinosad'la tavsiye dozunda popülasyonlar üzerinde elde edilen ölüm oranı sıralamasına bakıldığında Manavgat popülasyonunda en düşük ölüm oranı %35.7 ile tespit edilmiştir, en yüksek ölüm oranı ise %88.9 ile Aksu popülasyonunda belirlenmiştir. Özetle, laboratuvar testleri spinosad'ın tavsiye dozundaki uygulamalarında sera popülasyonlarının %12 ile %65'i kadarının hayatta kalabileceğini göstermiştir.

4.2. Popülasyonlarda Spinotoram İçin Direnç Durumu

Bu çalışmada kullanılan hassas popülasyon spinotoram'a karşı tam duyarlılık göstermiştir. Hassas popülasyonun LC₉₀ değeri tavsiye dozunun oldukça altındadır (Çizelge 4.3).

Popülasyonlarda spinotoram için tespit edilen LC₅₀ değerleri ve ilgili parametreler Çizelge 4.3'de verilmiştir. Buna göre Demre Köşkerler, Serik, Alanya, Aksu Hacıaliler, Gazipaşa, Kumluca Salur, Demre Beymelek ve Manavgat popülasyonlarının LC₅₀ değerleri sırasıyla 0.2, 0.9, 1.6, 2.8, 3.2, 7.7, 10, 10.6 ve 34.9 mg(e.m)/l olarak bulunmuştur. En yüksek LC₅₀ değeri Manavgat popülasyonunda (34.9 mg (e.m)/l), en düşük LC₅₀ değeri ise Demre Köşkerler popülasyonunda elde edilmiştir (0.9 mg(e.m)/l). Popülasyonların (LC₅₀ değerlerine göre elde edilen) direnç katları sırasıyla Demre Köşkerler'de 4.5 kat, Serik'de 8 kat, Alanya'da 14 kat, Aksu'da 16 kat, Gazipaşa'da 38.5 kat, Kumluca (Salur)'da 50 kat, Demre (Beymelek)'de 53 kat ve Manavgat'da 174.5 kat olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 3. Antalya'dan alınan sera popülasyonlarında spinetoram için lethal konsantrasyon değerleri ve direnç düzeyleri

Popülasyon	n	eğim± sem	LC ₅₀ mg(e.m.)/l (%95'lik güven sınırı)	Direnç düzeyi (LC ₅₀)	LC ₉₀ mg(e.m.)/l (%95'lik güven sınırı)	Spinetoram tavsiye dozu mg(e.m.)/l
Hassas-HSN	653	2.1 ± 0.2	0.2 0.1- 0.2	-	0.6 0.5 - 1.0	60
Demre Köşkerler	299	1.3 ± 0.2	0.9 0.4 - 1.5	4.5	7.9 4.2 - 25.9	
Serik	369	1.1 ± 0.1	1.6 0.5 - 4.5	8	21.1 6.8 - 205.0	
Alanya	389	0.8 ± 0.1	2.8 1.6 - 4.8	14	91.3 41.8 - 268.2	
Aksu	507	1.9 ± 0.2	3.2 1.9 - 5.2	16	15.4 9.1 - 36.6	
Gazipaşa	328	0.9 ± 0.1	7.7 4.0 - 13.9	38.5	184.9 83.6 - 637.5	
Kumluca Salur	363	1.0 ± 0.1	10.0 4.1 - 22.7	50	203.0 73.2 - 1351.4	
Demre Beymelek	438	1.0 ± 0.1	10.6 5.6 - 21.2	53	206.0 85.7 - 762	
Manavgat	454	1.2 ± 0.1	34.9 20.6 - 57.1	174.5	388.1 204.7- 1036	

n: testte kullanılan böcek sayısı

Direnç düzeyi: sera popülasyonunun LC₅₀ değeri / hassas popülasyonun LC₅₀ değeri

Çizelge 4. 4. Sera popülasyonlarının spinoteram'a direnç düzeyleri ve spinoteram'ın tavsiye dozundaki etki oranı

popülasyon	Direnç düzeyi (LC ₅₀)	Tavsiye dozunda % ölüm
Hassas-HSN	-	100.0
DemreKöşkerler	4.5	98.4
Aksu	16	96.7
Serik	8	90.8
Alanya	14	81.9
KumlucaSalur	50	74.2
DemreBeymelek	53	72.4
Gazipaşa	38.5	68.8
Manavgat	174.5	53.6

Popülasyonlardaki direnç oranları arttıkça, tavsiye dozundaki ölüm oranlarının düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.4). Spinetoram aktif maddesi için tavsiye dozundaki ölüm aralığı en düşük %53.6 ile Manavgat ve en yüksek %98.4 oranıyla Demre (Köşkerler) popülasyonlarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Burada spinoteram'ın tavsiye dozundaki uygulamalarda sera popülasyonlarının %2 ile %47 aralığında hayatta kalabileceği görülmüştür.

4.3. Direncin Stabilitesi

Spinosad ve spinoteram direncinin stabilitesi, bu iki insektisite yüksek düzeyde direnç gösteren Manavgat popülasyonu üzerinde araştırılmıştır ve bu testlerde elde edilen bulgular Çizelge 4.5 ve 4.6’ da verilmiştir.

4.3.1. Spinosad direncinin stabilitesi

Spinosad direncinin stabilitesi Manavgat popülasyonunda izlenmiştir. Bu popülasyonda spinosad direnci yaklaşık 6 ay ilaç baskısı olmaksızın bekletildikten sonra tekrar belirlenmiştir, ilk ölçüm ve 6 ay sonraki ölçüm verileri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4. 5. Manavgat popülasyonunda spinosad direncinin stabilitesi

popülasyon	n	eğim± sem	LC ₅₀ mg(e.m.)/l (%95’lik güven sınırı)	Direnç düzeyi (LC ₅₀)	LC ₉₀ mg(e.m.)/l (%95’lik güven sınırı)	Tavsiye dozunda % ölüm	Spinosad tavsiye dozu mg (e.m.)/l
Hassas-HSN	314	1.8 ± 0.2	0.4 0.2-0.8	-	1.9 0.9-7.4	100.0	96
Manavgat (12.10.18) ilk ölçüm	260	0.9 ± 0.1	124.8 45-399.6	312	3620 867.5- 165496	35.7	
Manavgat (11.04.19) 6 ay sonra	285	1.3 ± 0.2	108.4 32.1-332.2	271	1118.1 356.2- 45895.4	35.8	

Spinosad’a 312 kat direnç gösteren Manavgat popülasyonunda 6 aylık bir süre sonunda direnç düzeyi 271 kat olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Direnç katında rakamsal olarak bir miktar iniş görülmesine rağmen güven sınırları dikkate alındığında bunun önemli olmadığı görülmektedir. Çünkü 6 ay sonraki ölçümde elde edilen güven aralıkları, 6 ay öncesindeki güven aralıkları ile nerdeyse üst üste çakışmaktadır (Çizelge 4.5). Ek olarak 6 ay öncesinde ve 6 ay sonrasındaki testlerde tavsiye dozundaki ölüm oranları da değişmemiştir. Altı ay sonraki testte popülasyonun LC₉₀ doz değeri spinosad tavsiye dozunun hala çok üzerindedir.

4.3.2. Spineteram direncinin stabilitesi

Spineteram direncinin stabilitesi, yaklaşık 6 ay ilaç baskısı olmaksızın bekletilen Manavgat popülasyonunda izlenmiştir. İlk ölçüm ve 6 ay sonraki ölçüm verileri Çizelge 4.6’da verilmiştir. Spineteram direncinde önemli ölçüde düşüş gözlenmiştir. İlaç baskısı olmaksızın 6 ay bekletilen popülasyonda spineteram direnci 174.5 kattan 54.5 kata inmiştir (Çizelge 4.6). Bununla birlikte 6 ay sonraki ölçümde elde edilen güven aralığı ile 6 ay önceki ölçümde elde edilen güven aralığı bir miktar çakışmaktadır. Spineteram direncinde belirgin bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Fakat popülasyonun LC₉₀ doz değeri (274 mg e.m./l) hala spineteram’ın tavsiye dozundan (60 mg e.m./l) oldukça yüksektir ve tavsiye dozunda hala %30 oranında bir thrips hayatta kalabilmektedir.

Çizelge 4. 6. Manavgat popülasyonunda spinetoram direncinin stabilitesi

popülasyon	n	eğim± sem	LC ₅₀ mg(e.m.)/l (%95'lik güven sınırı)	Direnç düzeyi (LC ₅₀)	LC ₉₀ mg(e.m.)/l (%95'lik güven sınırı)	Tavsiye dozunda % ölüm	Spinetoram tavsiye dozu mg(e.m.)/l
Hassas-HSN	653	2.1 ± 0.2	0.2 0.1 - 0.2	-	0.6 0.5 - 1.0	100.0	60
Manavgat (07.11.18) İlk ölçüm	454	1.2 ± 0.1	34.9 20.6 - 57.1	174.5	388.1 204.7 - 1036.4	53.6	
Manavgat (08.05.19) 6 ay sonra	511	0.9 ± 0.1	10.9 4.8 - 25.3	54.5	274 97.0 - 1400.9	70.7	

4.4. Davranışsal Direnç

Çalışmanın buradaki kısmında, hassas ve dirençli (Serik) popülasyonların, sadece ilaçlı fasulye meyvesi bulunan kaptaki (tercihsiz test) ve hem ilaçlı hem de ilaçsız fasulye meyvelerinin birlikte bulunduğu kaptaki (tercihli test) ölüm oranları tespit edilerek popülasyonlarda spinosad ve spinetoram'a karşı davranışsal direnç tepkileri araştırılmıştır.

Davranışsal direnç için, hassas ve dirençli popülasyonda spinosad ve spinetoram'ın tavsiye dozlarında düzenlenen testlerde elde edilen bulgular Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4. 7. Hassas ve dirençli popülasyonlarda spinosad'ın tercihsiz (sadece ilaçlı) ve tercihli (ilaçlı ve ilaçsız) testlerindeki ölüm oranları

Test tipi	Spinosad % ölüm*			
	n	Hassas popülasyon	n	Dirençli popülasyon
Tercihsiz (sadece ilaçlı)	115	100	78	86.1
Tercihli (ilaçlı ve ilaçsız)	145	100	99	79.9

*Abbotta göre düzeltilmiştir

Çizelge 4. 8. Hassas ve dirençli popülasyonlarda spinetoram'ın tercihsiz (sadece ilaçlı) ve tercihli (ilaçlı ve ilaçsız) testlerindeki ölüm oranları

Test tipi	Spinetoram % ölüm*			
	n	Hassas popülasyon	n	Dirençli popülasyon
Tercihsiz (sadece ilaçlı)	82	100	72	92
Tercihli (ilaçlı ve ilaçsız)	111	98.8	89	74.4

*Abbotta göre düzeltilmiştir

Spinosad için hassas popülasyon üzerinde yapılan tercihsiz ve tercihli testlerde popülasyonun tamamının öldüğü görülmektedir (Çizelge 4.7). Bu yüzden hassas

popülasyonun spinosad'a karşı davranışsal sakinme yeteneği bulunmamaktadır. Fakat dirençli popülasyon üzerinde yapılan tercihsiz testte %86.1 olan ölüm oranı tercihli testte %80'e düşmüştür. Diğer bir ifadeyle tercihli testte tercihsiz teste göre yaklaşık %6 oranında daha fazla thrips hayatta kalmaktadır. Bu sonuçlar düşük düzeylerde de olsa (%6 gibi) dirençli popülasyonda spinosad'a karşı davranışsal direncin olabileceğini düşündürmektedir.

Spinetoram'da hassas popülasyon için yapılan tercihsiz testte popülasyonun tamamının, tercihli testlerde ise popülasyonun tamamına yakınının öldüğü görülmektedir (Çizelge 4.8). Bu yüzden hassas popülasyonun spinetoram'a karşı davranışsal sakinme yeteneği bulunmamaktadır. Fakat dirençli popülasyon üzerinde yapılan tercihsiz testte ölüm oranı %92 düzeyindeyken tercihli testte bu oran %74.4'e kadar düşmüştür. Kısaca, dirençli popülasyondaki thripsler tercihli testte muhtemelen ilaçsız meyvede beslenmek yoluyla %18 oranında daha fazla hayatta kalmıştır. Bu bulgular dirençli bir sera popülasyonunda spinetoram'a karşı davranışsal direncin olabileceğini göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada ele alınan sera popülasyonlarının direnç durumu ve popülasyonlardaki direnç durumunun pratikteki ilaç uygulamalarının başarısına olabilecek etkisi aşağıda açıklanan bazı parametreler ve kıyaslamalar üzerinden değerlendirilmiştir:

1) Direnç katı (oranı): Araziden alınan sera popülasyonlarının LC değerlerinin hassas popülasyonun LC değerlerine bölünmesiyle elde edilmektedir. Popülasyonlar arasındaki duyarlılık farklılığını ortaya koyabilmektedir. Fakat direnç katları hassas popülasyonun LC değerlerine birebir bağlı olduğu için tek başlarına popülasyonlarda belirlenen direnç katının pratikteki mücadele başarısına etkisini tahmin için yeterli olmayabilir. Örneğin duyarlı popülasyonlar kimi zaman aşırı duyarlı olabilmektedir ve bu yüzden binlerle ifade edilen direnç katları ortaya çıkmaktadır fakat bu popülasyonların alındığı yerde arazi uygulamaları hala başarılı olabilmektedir. Aksine, kimi durumda hassas popülasyon yeterince duyarlılık gösteremeyebilir ve buna bağlı olarak direnç katları düşük düzeylerde tespit edilmesine karşın arazideki ilaç uygulamaları başarısız kalabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı popülasyonlardaki direnç düzeylerinin pratikteki ilaç uygulamalarının başarısına olabilecek etkisinin yakından tahmini için aşağıda açıklanan ilave kıyaslamalara ihtiyaç duyulmuştur.

2) Popülasyonların LC₉₀ doz değerleri ile insektisitlerin önerilen tavsiye dozlarının karşılaştırılması. LC₉₀ verileri ile tavsiye dozunun kıyaslanması, söz konusu insektisitlerle (popülasyonların alındığı seralarda) yapılacak ilaç uygulamalarının hangi oranda başarılı olabileceği tahmin edilmek istenmektedir.

3) Ayrıca bir thrips popülasyonu için tespit edilen direnç oranı, aynı popülasyon için laboratuvar testlerinde tavsiye dozunda elde edilen ölüm oranları ile aynı çizelgelerde verilerek direnç düzeylerinin pratikteki mücadelelere ne düzeyde etkide bulunabileceği daha somut olarak ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada hassas olarak kullanılan *F. occidentalis* popülasyonu spinosad ve spinetoram'a karşı oldukça duyarlıdır. Çünkü hassas popülasyonun %90'ını öldüren (LC₉₀) doz değerleri spinosad ve spinetoram için sırasıyla 1.9 ile 0.6 mg(e.m.)/l'dir. Bu değerler söz konusu insektisitlerin tavsiye dozu olan 96 ve 60 mg(e.m.)/l'nin oldukça altında kalmıştır. Buradaki bulgular bu ilaçların yoğun olarak kullanılmadığı alanlarda (hassas popülasyonun temin edildiği yerler gibi) popülasyonların direnç geliştirmedeğini ya da duyarlılıklarını koruyabildiğini göstermiştir. Bu bakımdan ilaç uygulama sıklığının azaltılması önerisinin direnci engellemek bakımından ne denli etkili olabileceği bu örnek üzerinde somut olarak anlaşılmaktadır.

5.1. Popülasyonlarda Spinosad İçin Direnç Durumu

Bu çalışmada test edilen sera popülasyonları arasında en yüksek LC₅₀ değeri Manavgat popülasyonunda 124.8 mg(e.m)/l'dir. En düşük LC₅₀ değeri ise Aksu popülasyonunda 7.7 mg(e.m)/l olarak elde edilmiştir. Popülasyonların direnç oranları ise 19.3 kat (Aksu) ile 312 kat (Manavgat) aralığındadır. Popülasyonların tamamının LC₉₀ doz aralığı (132.9 ile 3620 mg e.m/l) spinosad'ın tavsiye dozunun (96 mg e.m/l)

üzerinde çıkmıştır (Çizelge 4.1). Ayrıca tavsiye dozundaki testlerde popülasyonların %12 - %65 arasında thripsin hayatta kalabildiği tespit edilmiştir.

Tüm bu sonuçlar Antalya'dan alınan söz konusu sera popülasyonlarının spinosad'a karşı yüksek ve önemli düzeylerde direnç geliştirdiğini göstermiştir. Bu durum popülasyonların alındığı lokasyonlarda bu insektisit ile yapılacak mücadelelerin başarısız kalabileceğini düşündürmektedir.

F. occidentalis'de spinosad direnci Türkiye'de ve dünyada yapılan bazı çalışmalarda da bildirilmiştir.

Antalya ve ilçelerinden 2007-2009 yıllarında toplanan *F. occidentalis* popülasyonlarında organik fosforlu malathion, karbamatlı methiocarb ve spinosyn sınıftan spinosad'a karşı popülasyonların bir kısmının önemli düzeyde dirençli olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada mücadelede halen kritik önemi olan spinosad aktif maddesine karşı 10 farklı popülasyondan sadece Kumluca'dan alınan 2'sinde direnç tespit edilmiştir (Mavikent ve Kumluca 2009 popülasyonlarında direnç 42 ve 141 kattır) Ayrıca popülasyonların LC₅₀ aralığı 0.2-42 mg(e.m.)/l'dir (Dağlı vd. 2010). Tez çalışması için ele alınan 2018-2019 sera popülasyonlarının tamamında önemli ve yüksek düzeyde direnç tespit edilmiştir (19 ile 312 kat). Ayrıca popülasyonların LC₅₀ aralığı 7.7 ile 124.8 mg(e.m.)/l'dir. Önceki çalışmalarda spinosad direnci sadece Kumluca'da iki lokasyonda görülürken yaklaşık 10 yıllık bir süre sonunda Gazipaşa'dan Demre'ye kadar örnek alınan tüm sera popülasyonlarında spinosad direncinin yaygın duruma ve yüksek düzeylere çıktığı tespit edilmiştir. Spinosad bu bölgede 2000'li yıllardan itibaren *F. occidentalis* ve bazı zararlılara karşı uzun yıllar mücadelede kullanılmıştır. Bu durum spinosad direncinin daha yaygın ve yüksek seviyelere gelmesinde başlıca etkidir. Bu çalışma için ele alınan sera popülasyonlarının tümü spinosad'a karşı önemli düzeylerde direnç göstermektedir. Bununla birlikte popülasyonların bazılarının direnç düzeyleri arasında da önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Spinosad kullanım sıklığının bölgesel düzeylerde değişkenlik göstermesi muhtemelen bu farklılıklara yol açmış olabilir.

Başka ülke popülasyonları üzerinde de spinosad direnciyle ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bielza vd. (2007) İspanya'da araziden topladığı *F. occidentalis* popülasyonlarında spinosad'a direnç durumunu araştırmıştır. Sahada yaygın olarak kullanımından önceki zaman diliminde (2001-2002) toplanan popülasyonlarda spinosad direncinin oldukça düşük düzeylerde kaldığı tespit edilmiştir. İzleyen yıllarda (2003 ve 2004) yoğun spinosad kullanılan seralardan toplanan popülasyonlarda ise spinosad'a 3682 kattan daha yüksek düzeylerde direnç belirlenmiştir. Bununla beraber, bu çalışmayı yapan araştırmacılar direnç katının bu denli yüksek rakamlara ulaşmasında kullandıkları hassas popülasyonun spinosad'a aşırı düzeyde duyarlı olmasının neden olduğunu not etmişlerdir. Bu nedenle buradaki yüksek direnç katlarının beklenildiği gibi mücadelede başarısızlığı neden olmayabileceğini belirterek popülasyonlardan yalnızca üçünün LC₅₀ doz değerlerinin spinosad'ın arazi tavsiye dozu (90-120 mg e.m./l)'nin üzerinde çıktığını tespit etmişlerdir (Bielza vd. 2007). Avusturalya ve Japonya'da yapılan araştırmalarda da arazi popülasyonlarında yapılan spinosad seleksiyonuyla spinosad'a karşı önemli düzeylerde direnç geliştiği gözlenmiştir (Herron ve James 2005; Zhang vd. 2008).

5.2. Popülasyonlarda Spinetoram İçin Direnç Durumu

Popülasyonlarda spinetoram için tespit edilen en yüksek LC₅₀ değeri Manavgat popülasyonunda 34.9 mg(e.m)/l ve en düşük LC₅₀ değeri ise Demre Köşkerler popülasyonunda 0.9 mg(e.m)/l olarak elde edilmiştir. Popülasyonların direnç oranları ise 4.5 kat (Demre-Köşkerler) ile 174.5 kat (Manavgat) aralığındadır. Ayrıca tavsiye dozundaki testlerde popülasyonların %2 ile %47 arasında thripsin hayatta kalabildiği tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar Antalya'dan alınan söz konusu 8 sera popülasyonunun 5'inin (Gazipaşa, Alanya, Manavgat, Kumluca-Salur, Demre-Beymelek) spinetoram'a karşı yüksek ve önemli düzeylerde direnç geliştirdiğini göstermiştir. Bu durum popülasyonların alındığı lokasyonlarda bu insektisitle yapılacak mücadelelerin başarısız kalabileceğini düşündürmektedir. Diğer 3 popülasyon ise (Demre-Köşkerler, Serik, Aksu) söz konusu insektiside karşı düşük düzeylerde direnç göstermektedir (sırasıyla 4.5, 8, 16 kat). Aynı zamanda bu 3 popülasyonun LC₉₀ doz değerleri spinetoram'ın tavsiye dozunun altındadır. Bu sonuçlar spinetoram'ın hala bu 3 popülasyonun alındığı lokasyonlarda başarılı olarak kullanılabileceğine işaret etmektedir. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda başka ülke popülasyonlarında da spinetoram'a direnç geliştiği bildirilmiştir (Gao vd. 2012; Wang vd. 2016). Çin'in Shouguang, Shandong bölgesinden 2014 yılında patlıcan bitkisinden alınan *F. occidentalis* popülasyonlarında spinetoram ve spinosad'a sırasıyla 17 ve 15 kat direnç tespit edilmiştir (Wang vd. 2016). Aynı sınıfta yer aldığı ve benzer etki biçimine sahip olduğu spinosad'a göre pratikte daha kısa süre kullanılmasına karşın ele alınan popülasyonlarda spinetoram'a da yüksek ve yaygın denilebilecek ölçüde direnç gelişmesinde başlıca faktör çapraz direnç durumu olabilir. Daha açık bir ifade ile spinosad çok daha uzun yıllar pratikte kullanılmıştır ve popülasyonlar spinetoram'ın kullanıma sunulmasından öncesinde bile spinosad'a dirençli hale gelmiş olabilir. Aynı etki biçimine sahip olmaları nedeniyle muhtemelen spinosad direncinde rol oynayan direnç mekanizmi aynı zamanda spinetoram'a da direnç sağlamaktadır. Bu durum Kumluca-2015 popülasyonunda açık olarak tespit edilmiştir (Dağlı 2018). Spinosad'a 235 kat dirençli olan Kumluca-2015 popülasyonu (daha önce spinetoram'a hiç maruz kalmamasına karşın) spinetoram'ın tavsiye dozundaki testinde %12 oranında hayatta kalabilmiştir. Bu testte hassas popülasyonun tamamı ölmüştür. Bu sonuç spinosad'ın uzun yıllar kullanımı popülasyonlarda spinetoram'a karşı çapraz dirence yol açmıştır. Bu iki ilaca karşı popülasyonların aynı direnç mekanizmlerini kullanarak hayatta kalabilmeleri direnç yönetiminde söz konusu aktif maddelerin dönüşümlü kullanımlarının uygun olmayacağını göstermektedir.

5.3. Spinosad ve Spinetoram Direncinin Stabilitesi

Spinosad'a 312 kat direnç gösteren Manavgat popülasyonunda 6 aylık bir süre sonunda direnç düzeyi 271 kat olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Direnç katında rakamsal olarak bir miktar iniş görülmesine rağmen güven sınırları dikkate alındığında bunun önemli olmadığı görülmektedir. Çünkü 6 ay önceki ve sonraki ölçümde elde edilen güven aralıkları nerdeyse üst üste çakışmaktadır (Çizelge 4.5). Ek olarak 6 ay öncesinde ve 6 ay sonrasındaki testlerde tavsiye dozundaki ölüm oranları da değişmemiştir. Altı ay sonraki testte popülasyonun LC₉₀ doz değeri spinosad tavsiye dozunun hala çok üzerindedir. Buradaki sonuçlar spinosad direncinin 6 aylık bir süre

zarfında büyük ölçüde stabil olabileceğini göstermiştir. Kumluca 2015 popülasyonunda yapılan benzer bir çalışmada spinosad direncinin 1 yıldan daha fazla stabil kaldığı bildirilmiştir (Dağlı 2018).

Spinetoram için düzenlenen stabilite testlerinde spinetoram direncinin önemli ölçüde düştüğü tespit edilmiştir. İlaç baskısı olmaksızın 6 ay bekletilen popülasyonda spinetoram direnci 174.5 kattan 54.5 kata inmiştir, tavsiye dozundaki ölüm oranı da 6 ay öncesine göre %17 oranında artmıştır (Çizelge 4.6). Bununla birlikte 6 ay sonraki ölçümde elde edilen güven aralığı ile 6 ay önceki ölçümde elde edilen güven aralığı bir miktar çakışmaktadır. Spinetoram'a dirençli popülasyonda 6 ay sonrasında belirli düzeyde düşüş kaydedilmekle beraber bu popülasyonun LC₉₀ doz değeri (274 mg e.m./l) hala spinetoram'ın tavsiye dozundan (60 mg e.m./l) oldukça yüksektir. Ayrıca tavsiye dozunda hala %30 oranında bir thrips popülasyonu hayatta kalabilmektedir. Kısaca, 6 aylık bir sürede spinetoram direncinde tespit edilen bu düşüş miktarı söz konusu insektisit in arazi uygulamalarındaki başarısı için yeterli bir seviye değildir. Spinetoram direncinin stabilitesinin daha uzun sürelerde izlenmesi gerekmektedir.

Burada yaptığımız stabilite çalışmaları ilaç baskısı olmadığı bir durumda popülasyonlardaki direncin düşüp düşmediği konusunda bir düzeyde fikir vermektedir. Fakat hassas ve dirençli popülasyonlar üzerinde yapılacak karşılıklı çaprazlama testleriyle spinosad ve spinetoram direncin genetiği ortaya çıkarılarak direncin stabilitesi konusunda daha kesin yorumların yapılması uygun olacaktır.

5.4. Spinosad ve Spinetoram'a Davranışsal Direnç

Davranışsal direnç tespiti için burada yapıldığı gibi farklı bir deney planlanmıştır. Direnç taramalarıyla ilgili yapılan çoğu çalışmada böcekler (yaprak daldırma metodunda olduğu gibi) tamamı ilaçlı yüzeylerde teste tabi tutulmaktadır. Bu tür test metotları böceklerin ilaçlı alanlardan davranışsal sakinme yeteneğine sahip olup olmadıklarını ortaya koyamamaktadır. Oysa davranışsal direnç bir direnç mekanizması olarak literatürde yer almaktadır. Bu yüzden hassas ve dirençli (Serik) popülasyonlarının, sadece ilaçlı fasulye meyvesi bulunan kaptaki (tercihsiz test) ve hem ilaçlı hem de ilaçsız fasulye meyvelerinin birlikte bulunduğu kaptaki (tercihli test) ölüm oranları tespit edilerek popülasyonlarda spinosad ve spinetoram'a karşı davranışsal direnç tepkileri araştırılmıştır.

Spinosad için hassas popülasyon üzerinde yapılan tercihsiz ve tercihli testlerde popülasyonun tamamının öldüğü görülmektedir (Çizelge 4.7). Bu yüzden hassas popülasyonun spinosad'a karşı davranışsal sakinme yeteneği bulunmamaktadır. Fakat dirençli popülasyon üzerinde yapılan tercihsiz testte %86.1 olan ölüm oranı tercihli testte %80'e düşmüştür. Diğer bir ifadeyle tercihli testte tercihsiz teste göre yaklaşık %6 oranında daha fazla thrips hayatta kalmaktadır. Bu sonuçlar düşük düzeylerde de olsa (%6 gibi) dirençli popülasyonda spinosad'a karşı davranışsal direncin olabileceğini düşündürmektedir.

Spinetoram için yapılan davranışsal direnç testlerine bakıldığında, hassas popülasyon için yapılan tercihsiz testte popülasyonun tamamının, tercihli testlerde ise popülasyonun tamamına yakınının öldüğü görülmektedir (Çizelge 4.8). Bu yüzden hassas popülasyonun spinetoram'a karşı davranışsal sakinme yeteneği

bulunmamaktadır. Fakat dirençli popülasyon üzerinde yapılan tercihsiz testte ölüm oranı %92 düzeyindeyken tercihli testte bu oran %74.4'e kadar düşmüştür. Kısaca, dirençli popülasyondaki thripsler tercihli testte muhtemelen ilaçsız meyvede beslenmek yoluyla %18 oranında daha fazla hayatta kalmıştır. Bu bulgular dirençli bir sera popülasyonunda spinetoram'a karşı davranışsal direncin olabileceğini göstermektedir.



6. SONUÇLAR

Çalışmada ele alınan sera popülasyonlarında spinosad'la yapılan laboratuvar testlerinde LC_{50} değer aralığı 7.7 ile 124.8 mg (e.m)/l'dir. Popülasyonlarda spinosad için LC_{90} doz aralığı ise 132.9 ile 3620 mg(e.m.)/l'dir. Hassas popülasyona göre sera popülasyonlarının direnç aralığı 19-312 kat aralığındadır. Spinosad'la tavsiye dozunda yapılan laboratuvar testlerinde sera popülasyonlarında %12 ile %65 oranında thripsin hayatta kalabildiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Antalya sera popülasyonlarının spinosad'a karşı yüksek ve önemli düzeylerde direnç geliştirdiğini göstermiştir. Popülasyonların alındığı lokasyonlarda spinosad uygulamaları yeterli düzeyde etkili olmayabilir.

Spinotoram için düzenlenen testlerde söz konusu popülasyonların LC_{50} değer aralığı 1.0 ile 34.9 mg(e.m)/l'dir. LC_{90} aralığı ise 8-388 mg(e.m)/l'dir. Popülasyonlarda direnç 5 – 175 kat aralığındadır. 8 sera popülasyonunun 5'inin LC_{90} doz değerleri spinotoram'ın tavsiye dozunun (60 mg em/l) üzerindedir. Bu 5 popülasyonun alındığı lokasyonlarda spinotoram'la mücadeleler başarısız kalabilir. Diğer 3 popülasyonun (Aksu, Demre-Köşkerler, Serik) LC_{90} doz değerleri spinotoram'ın tavsiye dozunun altındadır. Spinotoram bu 3 popülasyonun alındığı yerlerde hala başarılı olabilecektir.

Stabilite testlerinde, spinosad'a 312 kat direnç gösteren Manavgat popülasyonunda 6 aylık bir süre sonunda direnç düzeyi 271 kat olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Direnç katında rakamsal olarak bir miktar iniş görülmesine rağmen güven sınırları dikkate alındığında bunun önemli olmadığı görülmektedir. Çünkü 6 ay sonraki ölçümde elde edilen güven aralıkları, 6 ay öncesindeki güven aralıkları ile nerdeyse üst üste çakışmaktadır (Çizelge 4.5). Ek olarak 6 ay öncesinde ve 6 ay sonrasındaki testlerde tavsiye dozundaki ölüm oranları da değişmemiştir. Altı ay sonraki teste popülasyonun LC_{90} doz değeri spinosad tavsiye dozunun hala çok üzerindedir. Buradaki sonuçlar spinosad direncinin 6 aylık bir süre zarfında büyük ölçüde stabil olduğunu göstermiştir.

Spinotoram için düzenlenen stabilite testlerinde spinotoram direncinin önemli ölçüde düştüğü tespit edilmiştir. İlaç baskısı olmaksızın 6 ay bekletilen popülasyonda spinotoram direnci 174.5 kattan 54.5 kata inmiştir, tavsiye dozundaki ölüm oranı da 6 ay öncesine göre %17 oranında artmıştır(Çizelge 4.6). Bununla birlikte 6 ay sonraki ölçümde elde edilen güven aralığı ile 6 ay önceki ölçümde elde edilen güven aralığı bir miktar çakışmaktadır. Spinotoram'a dirençte 6 ay bekletilen popülasyonda belirli düzeyde düşüş kaydedilmekle beraber bu popülasyonun LC_{90} doz değeri (274 mg e.m/l) hala spinotoram'ın tavsiye dozundan (60 mg e.m/l) oldukça yüksektir ve tavsiye dozunda hala %30 oranında bir thrips hayatta kalabilmektedir. Kısaca, 6 aylık bir sürede spinotoram direncinde tespit edilen bu düşüş miktarı söz konusu insektisit arazi uygulamalarındaki başarısı için yeterli bir seviye değildir. Daha uzun süreler spinotoram direncinin izlenmesi gerekmektedir.

Spinosad'la davranışsal direnç testlerinde, hassas varlık üzerinde yapılan tercihsiz ve tercihli testlerde popülasyonun tamamının öldüğü görülmektedir. Bu yüzden hassas popülasyonun spinosad'a karşı davranışsal sakinme yeteneği bulunmamaktadır. Fakat dirençli popülasyon üzerinde yapılan tercihsiz testte %86.1 olan ölüm oranı tercihli testte %80'e düşmüştür. Diğer bir ifadeyle tercihli testte

tercihsiz teste göre yaklaşık %6 oranında daha fazla thrips hayatta kalmaktadır. Bu sonuçlar düşük düzeylerde de olsa (%6 gibi) dirençli popülasyonda spinosad'a karşı davranışsal direncin olabileceğini düşündürmektedir.

Spinetoram'la davranışsal direnç testlerine, hassas popülasyon için yapılan tercihsiz testte popülasyonun tamamının, tercihli testlerde ise popülasyonun tamamına yakınının öldüğü görülmektedir. Bu yüzden hassas popülasyonun spinetoram'a karşı davranışsal sakınma yeteneği bulunmamaktadır. Fakat dirençli popülasyon üzerinde yapılan tercihsiz testte ölüm oranı %92 düzeyindeyken tercihli testte bu oran %74.4'e kadar düşmüştür. Kısaca, dirençli popülasyonun bireyleri tercihli testte muhtemelen ilaçsız meyvede beslenmek yoluyla %18 oranında daha fazla hayatta kalmıştır. Bu bulgular dirençli bir sera popülasyonunda spinetoram'a karşı davranışsal direncin olabileceğini göstermektedir.

Spinosyn sınıfta yer alan spinosad ve spinetoram "düşük riskli pestisitler" sınıfında ruhsatlıdır, çevreye ve memelilere nispeten güvenli ilaçlardır. Fakat buradaki sonuçlar *F. occidentalis* Antalya popülasyonlarında bu ilaçlara karşı yüksek düzeyde direnç geliştiğini göstermiştir. Bu düzeylerdeki direnç mücadelede büyük oranda başarısızlığa yol açacaktır. Söz konusu zararlının dirençli popülasyonlarına karşı çapraz direnç göstermeyecek başka aktif maddelerin önerilmesi mücadelenin başarısı açısından yerinde olacaktır. Fakat çapraz veya çoklu direnç göstermeyecek aktif madde neredeyse yok denecek kadar az sayıdadır. İnsektisitlere dayalı mücadelenin, "direnç" yüzünden artık yeterli çözüm olamadığı çalışma bulgularından da bir kez daha anlaşılmaktadır. Kalıcı mücadele stratejileri için, insektisit uygulama sıklığı mümkün olduğunca azaltılmalıdır. Biyolojik mücadele, kültürel önlemler gibi diğer IPM seçeneklerinin zararlı mücadele programları içerisine dahil edilmesi gereklidir.

7. KAYNAKLAR

- Anonymous 1: <http://www.infonet-biovision.org/print/ct/78/pests> [Son erişim tarihi: 24.05.2019].
- Anonymous 2: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/F/I-TS-FOCC-NM.022.html> [Son erişim tarihi: 24.05.2019].
- Anonymous 3: <https://www.phytoma.com/sanidad-vegetal/phytoimages/category/1 plagas?start=435> [Son erişim tarihi: 24.05.2019].
- Anonymous 4: <http://dkbdigitaldesigns.com/clm/content/frankliniella-occidentalis-4> [Son erişim tarihi: 24.05.2019].
- Anonymous 5: Western Flower Thrips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) http://edis.ifas.ufl.edu/LyraEDISServlet?command=getImageDetail&image_soi=FIGURE%201&document_soid=IN1089&document_version=1 [Son erişim tarihi: 24.05.2019].
- Anonymous 6: Photo courtesy of J. Thomas, Dept. of Primary Industries, Queensland http://vegetablemndonline.ppath.cornell.edu/PhotoPages/Tomatoes/Tom_SpWilt/Tom_SpWiltFS13.html [Son erişim tarihi: 24.05.2019].
- Anonymous 7: Spinosad. DOW Product Safety Assessment documents, www.dow.com/productsafety/assess/finder [Son erişim tarihi: 24.05.2019].
- Anonymous 8: Spinetoram. DOW Product Safety Assessment documents, www.dow.com/productsafety/assess/finder [Son erişim tarihi: 24.05.2019].
- Atakan, E. 2003. *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'in pamuk bitkisinde zararının araştırılması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27 (1): 39-49.
- Atakan, E. 2008a. Thrips (Thysanoptera) species and damage associated with strawberry in Adana and Mersin province, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 32 (2): 91-101.
- Atakan, E. 2008b. Population fluctuations of two thrips (Thysanoptera) species and thrips damage associated with some temperate fruits in Adana province, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 32 (4): 255-271.
- Bielza, P., V. Quinto, J. Contreras, M. Torné, A. Martín, P. J. Espinosa, 2007. Resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in greenhouses of south-eastern Spain. *Pest Management Science*, 63: 682-687.
- Brodsgaard, H.F. 1994. Insecticide resistance in European and African strain of Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) tested in a new residue-on-glass test. *Journal of Economic Entomology*, 87 (5):1141-1146.
- Bulut, E., Göçmen, H. 2000. Pests and their natural enemies on greenhouse vegetables in Antalya. *IOBC/WPRS Bulletin*, 23(1): 33-37.
- Cluever, J.D., Smith, H.A., Funderburk, J.E., Frantz, G. 2015. Western Flower Thrips [*Frankliniella occidentalis* (Pergande)]. UF/IFAS Extension Service, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu> [Son erişim tarihi: 24.05.2019]

- Croft, B.A. 1990. "Developing a philosophy and program of pesticide resistance management, 277-296". In: Pesticide Resistance in Arthropods, (Eds: R.T., Roush & B.E. Tabashnik), Chapman and Hall, Newyork and London, 303 p.
- Dağlı, F., Tunç, İ. 2006. *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) üzerinde farklı gruplardan insektisidlerle yaprak kalıntı testleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1): 9-14.
- Dağlı, F., Tunç, İ. 2007. Insecticide resistance in *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) collected from horticulture and cotton in Turkey. *Australian Journal of Entomology*, 46: 320-324.
- Dağlı, F., Ikten, C., Bahşi, Ş.Ü. 2010. *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) Antalya Popülasyonlarının İnsektisidlere Duyarlılığı ve İnsektisid Direnci ile Detoksifiye Edici Enzim Aktiviteleri Arasındaki İlişkinin Araştırılması. Tübitak projesi 106O717.
- Dağlı, F., 2018. Spinosad resistance in a population of *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) from Antalya and its cross resistance to acrinathrin and formetanate. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 42 (4): 241-251
- Doğanlar, M., Aydın, S. 2009. Güneydoğu Anadolu Bölgesi (Türkiye)'nde yeni bir zararlı, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 33 (2): 153-160.
- EPPO, 2019. European and Mediterranean Plant Protection Organization. <https://gd.eppo.int/taxon/Franoc/distribution> [Son erişim tarihi: 21.05.2019].
- Espinoza, P. J., Bielza, P., Contreras J., Lacasa A. 2002. Insecticide resistance in field populations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in Murcia (South-east Spain). *Pest Management Science*, 58: 967-971.
- French-Constant, R.H., Roush, R.T. 1990. Resistance Detection and Documentation: The relative Roles of Pesticidal and Biochemical Assays. Pesticide Resistance in Arthropods, ed: Roush R.T., Tabashnik B. E., Chapman and Hall, Newyork and London, pp. 4-38.
- Fidan, H. 2016. Antalya'da Örtü Altı Domates ve Biber Alanlarında Dayanıklılık Kıran *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) İzolatların Genetik Kıyaslanması, VI. Türkiye Bitki Koruma Kongresi Konya, Türkiye. 560.
- Gao, Y., Lei, Z., Reitz, S.T. 2012. Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms and management strategies. *Pest Management Science*, 68: 1111-1121.
- GTHB, 2019. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Bkü Veri Tabanı Programı <https://bku.tarim.gov.tr/Kullanım/TavsiyeArama> [Son Erişim: 06.05.2019]
- Herron, G.A., James, T. M. 2005. Monitoring insecticide resistance in Australian *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) detects fipronil and spinosad resistance. *Australian Journal of Entomology*, 35: 161-164.
- Hazır, A., Ulusoy, M.R., Atakan, E. 2011. Studies on determination of Thysanoptera species associated with nectarines and their damage in Adana and Mersin provinces, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 35 (1):133-144.

- Immaraju, J.H., Paine, T.D., Bethke, J.A., Robb, K.L., Newman, J.P. 1992. Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) Resistance to Insecticides in Coastal California Greenhouses, *Journal of Economic Entomology*, 85 (1): 9-14.
- IRAC, Team 2015/2016. New resistance database figures (p.3). 50th IRAC International Meeting, Dublin April 5-8th, 2016. <http://www.irc-online.org/documents/resistance-database-team-update-2016/> [Son Erişim tarihi: 10.05.2019]
- IRAC, 2018a. Susceptibility test method (010) *Frankliniella occidentalis* adults. <https://www.irc-online.org/methods/frankliniella-occidentalis-adults/> [Son erişim tarihi: 31.01.2018]
- IRAC, 2018b. "IRAC Mode of Action Classification Scheme". <http://www.irc-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf> [Son erişim tarihi: 29.01.2018]
- Karadjova, O., Vierbergen, G., Tunç, İ. 1998. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in Bulgarian greenhouse populations, Sixth international symposium on Thysanoptera, ed, pp.55-62.
- Kontsedalov, S., Weintraub, P.G., Horowitz A.R, Ishaaya I. 1998. Effects of Insecticides on Immature and Adult Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Israel. *Journal of Economic Entomology*, 91 (5): 1067-1071.
- Jensen, S.E. 2000. Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Integrated Pest Management Reviews*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 5, pp. 131-146.
- Kılıç, T., Yoldaş, Z. 2004. İzmir ilinde örtüaltı hıyar yetiştiriciliğinde thrips türlerinin (Thysanoptera) belirlenmesi, yayılışı ve bulunuş oranı üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28 (2): 151-160.
- Kirk, W.D.J., Terry, L.I. 2003. The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agricultural and Forest Entomology*, 5: 301–310
- Mound, L.A., Paris, D., Fisher, N. 2009. World Thysanoptera. CSIRO. http://anic.ento.csiro.au/thrips/identifying_thrips/Thripinae.htm. [Son erişim tarihi: 20.12.2014].
- Mound, L.A., Teulon, D.A.J. 1995. Thysanoptera as phytophagous opportunists, pp. 3–19 In Parker BL, Skinner M, Lewis T. (eds.), *Thrips Biology and Management* NATO ASI Series, Series A: *Life Sciences* Vol. 276. Plenum Press, New York.
- Nansen, C., Baissac, O., Nansen, M., Powis, K., Baker, G. 2016. Behavioral avoidance – will physiological insecticide resistance level of insect strains affect their oviposition and movement responses? *PLoS ONE* 11(3): e01499994. doi: 10.1371/journal.pone.0149994
- Nas, S., Atakan, E., Elekçioğlu, N. 2007. Doğu Akdeniz Bölgesi turuncgil alanlarında bulunan Thysanoptera türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 31 (4): 307-316.
- Özmerci, F., Akşit, T., Tunç, İ. 2006. Manisa ili bağ alanlarında saptanan thrips türleri ve önemli türlerin ilçelere göre dağılımı. *Bitki Koruma Bülteni*, 46 (1-4):51-63.

- Sertkaya, E., Doğanlar, O., Atakan, E., Doğanlar, M. 2006. First Incidence of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) on Cotton in Amik Plain, Hatay. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2 (1): 22-24.
- Soderlund, D.M., Bloomquist, J.R. 1990. "Molecular mechanisms of insecticide resistance, 58-96". In: *Pesticide Resistance in Arthropods*, (Eds: R.T., Roush & B. E. Tabashnik), Chapman and Hall, New York and London, 303 p.
- Şimşek, B. 2010. Antalya ilinde örtüaltı hıyar ve biber yetiştiriciliğinde batı çiçek tripsi [*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)]'ne karşı bazı ilaçların etkinliklerinin araştırılması. Yüksek lisans Tezi, Ege Üniversitesi, 76 s.
- Şevik, M.A. 2011. Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV)'nin Tarımsal ürünlerde meydana getirdiği ekonomik kayıplar. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (1): 35-42.
- Şevik, M.A., Arlı-Sökmen, M. 2012. Estimation of the effect of *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) infection on some yield components of tomato. *Phytoparasitica*, 40: 87-93.
- Tekşam, İ., Tunç, İ. 2009. An analysis of Thysanoptera associated with citrus flowers in Antalya, Turkey: composition, distribution, abundance and pest status of species. *Applied Entomology and Zoology*, 44 (3):55-464.
- Tunç, İ., Göçmen, H. 1995. Antalya'da bulunan iki sera zararlısı *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acarina, Tarsonemidae) ve *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysan, Thripidae) üzerine notlar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 19 (2): 101-109.
- Van Driesche, R. 2014. Western Flower Trips in Greenhouses: A Review of its Biological Control and Other Methods. [http://biocontrol.ucr.edu/wft.html#Pest Identification and Biology](http://biocontrol.ucr.edu/wft.html#Pest%20Identification%20and%20Biology). [Son erişim tarihi: 10.05.2019]
- Wang, Z.H., Gong, Y.J., Jin, G.H., Li, B.Y., Chen, J.C., Kang, Z.J., Zhu, L., Gao Y.L., Reitz, S., Wei, S.J. 2016. Field – evolved resistance to insecticides in the invasive western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in China. *Pest Management Science*, 72: 1440-1444.
- Yıldırım, E.M., Başpınar, H. 2013. Aydın ili çilek alanlarında *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'nin popülasyon dalgalanmaları. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3(4): 135-138.
- Zhao, G., Liu W., Knowles C.O.1995. Fenvalerate Resistance Mechanisms in Western Flower Thrips (Thysanoptera:Thripidae), *Journal of Economic Entomology* 88 (3): 531-535.
- Zhang, Z.J., Wu Q.J., Li X.F., Zhang, Y.J., Xu, B.Y., Zhu, G.R. 2007. Life history of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysan., Thripidae), on five different vegetable leaves. *Journal of Applied Entomology* 1361: 347–354.
- Zhang, S., Kono, S., Murai, T., Miyata, T. 2008. Mechanisms of resistance to spinosad in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Insect Science*, 15, 125-132.

Zitter, T.A., Daughtrey, M.L. 1989. Vegetable MD Online. Department of Plant Pathology, and J.P. Sanderson, Department of Entomology, Cornell University http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Virus_SpottedWilt.htm [Son erişim tarihi: 10.05.2019]

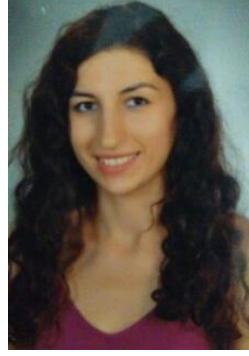


ÖZGEÇMİŞ

BADEGÜL ÜNSAL

badegul17_unsal@windowlive.com

badegulunsal@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2016-2019	Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Bölümü, Antalya
Lisans	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
2011-2015	Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

- 1- Dağlı F., Toure İ., Ünsal B. (2018). *Tuta absoluta* (Meyrick) Dalaman-2017 (Muğla, Türkiye) popülasyonunun chlorantraniliprole ve flubendiamide'e karşı duyarlılık düzeyi. Türkiye VII. Bitki Koruma Kongresi (Uluslararası Katılımlı). 14-17 Kasım 2018. Muğla, Türkiye. (Sözel Bildiri)
- 2- Ünsal B., Dağlı F. (2018). Antalya'da bir seradan 2017'de alınan *Frankliniella occidentalis* (Pergande) popülasyonunda Spinosyn bileşiklere karşı yüksek insektisit-direnci. Türkiye VII. Bitki Koruma Kongresi (Uluslararası Katılımlı). 14-17 Kasım 2018. Muğla, Türkiye. (Poster Bildiri)
- 3- Ünsal B., Dağlı F. (2018). The Prevalence of Spinosad Resistance in *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) Populations From Antalya (Turkey) in 2018. International Congress on Agriculture and Animal Sciences. 7-9 November 2018. Alanya, Turkey. (Oral Presentation)
- 4- Zambak Ş., Ünsal B., Tiryaki O. (2015). "Effects of chlorpyrifos and glyphosate pesticides on behaviour of earthworm in the soil." Sixth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2015" Bosnia and Herzegovina, 15-18 Ekim 2015. (Poster Bildiri ve Bilimsel Makale yayını)