

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Dindar İŞPINAR**

***FARKLI Ceratitis capitata* Wied. (DIPTERA: TEPHRITIDAE)  
POPULASYONLARININ BAZI İNSEKTİSİTLERE KARŞI  
DİRENÇ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

**ADANA-2019**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***FARKLI Ceratitis capitata* Wied. (DIPTERA: TEPHRITIDAE)  
POPULASYONLARININ BAZI İNSEKTİSİTLERE KARŞI DİRENÇ  
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Dindar İŞPINAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

Bu Tez 05./08./2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....  
Prof. Dr. Serdar SATAR  
DANIŞMAN

.....  
Prof. Dr. Ekrem ATAKAN  
ÜYE

.....  
Doç. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ  
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.  
**Kod No:**

**Prof. Dr. Mustafa GÖK  
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.  
Proje No: FYL-2017-8696**

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

## ÖZ

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

***FARKLI Ceratitis capitata* Wied. (DIPTERA: TEPHRITIDAE)  
POPULASYONLARININ BAZI İNSEKTİSİTLERE KARŞI DİRENÇ  
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Dindar İŞPINAR**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Serdar SATAR  
Yıl: 2019, Sayfa: 57  
Jüri : Prof. Dr. Serdar SATAR  
: Prof. Dr. Ekrem ATAKAN  
: Doç. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ

Bu çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesinde belirlenmiş 8 farklı bölgelerde yoğun ilaçlama yapılmasına rağmen kimyasal mücadelesinde başarı elde edilemeyen *C. capitata* popülasyonlarının esfenvalerate, spinosad, tau-fluvalinate, malathion etkili maddeli insektisitlere karşı direnç düzeyleri bioassay ve biyokimyasal yöntemlerle belirlenmiştir.

Hassas ve tarla popülasyonlarının LC<sub>50</sub> değerlerine bağlı olarak esfenvalerate, spinosad, tau-fluvalinate ve malathion insektisitleri için popülasyonlarda belirlenen direnç düzeyleri sırasıyla 10.16-23.81, 1.75-3.02, 3.10-12.40, 2.75-7.54 kat arasında saptanmıştır.

Farklı *C. capitata* popülasyonlarının estera ve glutathion S-transferaz (GST) enzim değerleri kinetik olarak okunmuştur. Tarla popülasyonlarının estera ve glutathion S-transferaz enzim değerleri sırasıyla 1.69-3.36 ve 2.19-2.34 mOD/min/mg protein arasında bulunmuştur. Hassas popülasyon için ise bu enzim değerleri 0.86 ve 2.20 mOD/min/mg protein olarak belirlenmiştir. Biyokimyasal çalışma sonucuna göre estera enzimi direnç gelişiminde istatistiksel açıdan önemli bulunurken GST enzimi önemsiz bulunmuştur.

Akdeniz meyvesineğinin mücadelesinde kullanılan bu ilaçlar tarla dozlarında bahçede meyve ağaçlarına püskürtülmüştür. Uygulamadan sonraki 1, 4, 7 ve 10.günlerde bahçeden örnek meyveler alınmıştır. Bu meyveler özel kafeslerde meyvesineği erginleri ile 24 saat aynı ortamda bırakılarak ölüm oranları incelenmiştir. Meyvesineğinin ölüm oranları 1, 4 ve 7. günlerde önemli bulunmuştur. Hiçbir ilaç 10. günde bir ölüme neden olmamıştır. Bu deneme sırasında ortamda bırakılan meyvelerden larva elde edilmiş olup ilaçlar arasında larva sayıları bakımından da bir farklılık gözlenmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Akdeniz meyvesineği, dayanıklılık, bioassay, biyokimyasal, estera, GST, malathion, esfenvalerate, tau-fluvalinate, spinosad

## ABSTRACT

MSc. Thesis

**DETERMINATION OF RESISTANCE LEVELS OF *Ceratitis capitata*  
Wied. (DIPTERA: TEPHRITIDAE) POPULATIONS AGAINST SOME  
INSECTICIDES**

**Dindar İŞPINAR**

**ÇUKUROVA UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION**

Supervisor : Prof. Dr. Serdar SATAR  
Year: 2019, Page: 57  
Jury : Prof. Dr. Serdar SATAR  
: Prof. Dr. Ekrem ATAKAN  
: Assoc. Prof. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ

In this study, despite the intensive spraying in 8 different regions determined in the Eastern Mediterranean Region, the resistance levels of *C. capitata* populations that could not be successful in chemical control were determined by bioassay and biochemical methods.

Depending on the LC50 values of sensitive and field populations, resistance levels for esfenvalerate, spinosad, tau-fluvalinate and malathion insecticides were found to be 10.16-23.81, 1.75-3.02, 3.10-12.40, 2.75-7.54 fold, respectively.

The esterase and glutathion S-transferase (GST) enzyme values of different *C. capitata* populations were read kinetically. The esterase and glutathion S-transferase enzyme values of the field populations were found between 1.69-3.36 and 2.19-2.34 mOD / min / mg protein, respectively. For the sensitive population, these enzyme values were determined as 0.86 and 2.20 mOD / min / mg protein. According to the biochemical study, the esterase enzyme was found to be statistically significant in the development of resistance while the GST enzyme was insignificant.

These insecticides used in the control of Mediterranean berries are sprayed on fruit trees in the garden at field doses. On selected days (1-4-7-10) sample fruit was taken from the garden. These fruits were left in special cages for 24 hours in the same environment and the mortality rates were examined. The mortality rates of the fruit were found to be significant on the 1st, 4th and 7th days, but not on the 10th day. During this experiment larvae were obtained from the fruits left in the environment. There was no difference in the number of larvae obtained from fruit which pesticide applied.

**Key Words:** *Ceratitis capitata*, mediterranean fruit fly, biochemical, esterase, GST, bioassay, insecticide resistance, esfenvalerate, tau-fluvalinate, malathion, spinosad

## GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Ülkemizde yetiştirilen meyve türlerinde yapılan üretim iç piyasamızı karşılamanın haricinde ihracatta da önemli katkıda bulunmaktadır. Hem ekonomimizde hem de beslenmemizde önemli rol oynayan bu meyveleri olumsuz yönde etkileyen birçok zararlı böcek türü vardır. Ancak bunlar içinde en önemli zararlı ise dış karantina yönünden toleransı sıfır olan ve 300 den fazla konukçusu olan Akdeniz meyvesineği *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae)'dir. Yetiştirilen meyvelerin tek bir tanesinin dahi bu zararlı ile bulaşık olması ihracatta sorun çıkmasına ve meyvelerin geri dönmesine sebep olarak üreticilere ekonomik zarara neden olmaktadır. Bu zararlı ile mücadelede en çok kullanılan yöntem kimyasal mücadeledir. Zararlının kimyasal mücadelesinde kısmi yem-dal ile ilaçlama yöntemi önerilmektedir. Ancak Doğu Akdeniz Bölgesindeki üreticiler bu zararlının mücadelesinde ruhsatsız ilaçlarla kaplama ilaçlama yöntemini kullanmaktadırlar. Bu durum zararlıya karşı kullanılan kimyasallara direnç oluşturmaya sebep olmuştur. Bu sebepten ötürü Akdeniz meyvesineği için kullanılan ilaçların etkisini araştırmak ve direnç gelişiminin nedenini bulmak, doğru mücadele stratejisi geliştirmek, direnç kazanmış ilaçları belirleyerek üreticileri bu konuda bilgilendirmek bu çalışmanın amacını ortaya koymaktadır. Doğu Akdeniz Bölgesinde belirlenmiş lokasyonlarda (Kayışlı, Karayusuflu, Bekirde, Dalakderesi, Tepeköy, Çağlarca, Erzin, Misis, Sarıçam) meyvesineği tarafından yumurta bırakılmış olan meyveler toplanıp laboratuvara getirilmiş, içerisinde perlit bulunan sandıklara konulmuştur. Akdeniz meyvesineğinin yumurta bıraktığı meyveler kültüre alınıp ergin sinekler elde edilmiş ve ilaç denemesinde kullanılmıştır. Doğu Akdeniz Bölgesinde yaptığımız anketler sonucunda bu zararlının kimyasal mücadelesinde en çok kullanılan insektisitlerin (esfenvalerate, spinosad, malathion ve tau-fluvalinate) farklı dozları ilaçlama kulesi ile püskürtülmüş ve sineklerin %10 ile %90 ölüm veren dozları hesaplanmıştır. Daha sonra hassas olarak belirlenmiş olan Sarıçam ilçesinden vuruklu meyvelere aynı

muamele yapılarak dirençli bölgeler ile hassas popülasyon arasında POLO (Probit or logitAnalysis) yöntemi ile kıyas yapılarak bölgelerin direnç düzeyleri ortaya konulmuştur. Gelişen direnç durumları'nın aynı zamanda enzimler yoluyla oluşup oluşmadığı biyokimyasal yöntemlerle belirlenmiştir. Bu çalışmaya ek olarak, yapılan anketler sonucunda *C. capitata*'nın kimyasal mücadelesinde üreticilerin en çok kullandıkları insektisitlerin, uygulama yapıldıktan sonraki 1, 4, 7 ve 10. günlerdeki Akdeniz meyvesineği erginlerinin ölüm oranına etkisi ortaya konulmuştur.

Sekiz farklı bölgeden toplanan *C. capitata* popülasyonlarında, hassas popülasyona oranla, azalan direnç sıralamasına göre esfenvalerate'ye karşı en dirençli bulunan popülasyon Çağlarca olarak saptanmış olup bunu sırasıyla Misis, Bekirde, Erzin, Tepeköy, Karayusuflu, Kayışlı ve Dalakderesi popülasyonları izlemiştir. Yukarıdaki popülasyon sıralamasına bağlı olarak hassas popülasyona göre direnç oranları 23.81, 15.87, 15.34, 12.97, 12.27, 11.43, 10.69 ve 10.16 kat olarak belirlenmiştir. Tau-fluvalinate ilacına karşı en dirençli bulunan popülasyon ise Çağlarca olarak saptanmış bunu azalan direnç sıralamasına göre Karayusuflu, Tepeköy, Misis, Dalakderesi, Erzin, Bekirde ve Kayışlı popülasyonları izlemiştir. Yukarıdaki popülasyon sıralamasına bağlı olarak hassas popülasyona göre direnç oranları 12.4, 8.9, 8.2, 6.6, 6.4, 4.1, 3.2 ve 3.1 kat olarak belirlenmiştir. Malathion etkili maddesine karşı en dirençli bulunan popülasyon ise Tepeköy olarak saptanmış bunu azalan direnç sıralamasına göre Çağlarca, Dalakderesi, Bekirde, Erzin, Karayusuflu, Kayışlı popülasyonları izlemektedir. Direnç oranları yukarıdaki popülasyon sıralamasına bağlı olarak hassas popülasyona göre direnç oranları ise 7.54, 6.17, 5.75, 5.07, 4.65, 3.37 ve 2.75 kat olarak belirlenmiştir. Spinosad etkili maddesine karşı en dirençli bulunan popülasyon ise Karayusuflu olarak saptanmış bunu azalan direnç sıralamasına göre Çağlarca, Erzin, Tepeköy, Kayışlı, Dalakderesi, Bekirde popülasyonları takip etmiştir. Yukarıdaki popülasyon sıralamasına bağlı olarak hassas popülasyona göre direnç oranları ise 3.0, 2.7, 2.6, 2.5, 2.4, 2.1 ve 1.8 kat olarak belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında Doğu Akdeniz

Bölgesinde, Akdeniz meyvesineğinin kimyasal mücadelesinde sorun yaşanan 8 farklı bölgeden toplanan *Ceratitıs capitata* popülasyonlarının hassas popülasyona oranla 1.75 kat ile 23.8 kat arasında değişen direnç belirlenmiştir.

Biyokimyasal çalışmalar sonucunda en yüksek esteraz enzim aktivitesi 3.36 mOD/min/mg protein değeriyle Tepeköy popülasyonunda belirlenmiş olup bu popülasyonu 2.76 mOD/min/mg protein değeriyle Çağlarca, 2.68 mOD/min/mg protein değeriyle Dalakderesi, 2.54 mOD/min/mg protein değeriyle Erzin, 2.36 mOD/min/mg protein değeriyle Bekirde, 2.08 mOD/min/mg protein değeriyle Karayusuflu, 1.84 mOD/min/mg protein değeriyle Kayışlı, 1.69 mOD/min/mg protein değeriyle Misis popülasyonu izlemiştir. Hassas popülasyonun esteraz enzim aktivitesi ise 0.86 mOD/min/mg protein olarak bulunmuştur. Akdeniz meyvesineğinin direnç geliştirmesinde önemli bir enzim olarak düşündüğümüz GST enziminin dirençli popülasyonlar ile hassas popülasyon arasında istatistiksel olarak fark olmadığı saptanmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 8 farklı bölgeden toplanan *C. capitata* popülasyonlarında esfenvalerate, tau-fluvalinate, malathion ve spinosad etkili maddelerine karşı düşük ve orta dereceli direnç saptanmış olup zararlıların bu ilaçlara karşı gösterdiği dirençte esteraz enziminin rol oynadığı fakat GST enziminin direnç için önemli olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

*Ceratitıs capitata*'nın kimyasal mücadelesinde üreticilerin kullandıkları insektisitlerin, uygulama yapıldıktan sonraki 1, 4, 7 ve 10. günler Akdeniz meyvesineği'nin erginlerinin ölüm oranına etkisi incelendiğinde, 1. gün sonunda en yüksek ölüm oranının spinosad etkili maddesinde olduğu saptanırken; en düşük ölüm oranının ise tau-fluvalinate etkili maddesinde olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmanın 4. gün sonunda ölüm oranları incelendiğinde ise en yüksek ölüm oranının spinosad ve malathion etkili maddeli insektisitlerde olduğunu; en düşük ölüm oranının ise tau-fluvalinate etkili maddede olduğu saptanmıştır. İlaçların etkinliklerinin incelendiği çalışmanın 7.gününde ise spinosad etkili maddede %10

luk ölüm oranı gözlemlendiği ve kullanılan diğer insektisitlerin erginlerin hiçbirini öldüremediği belirlenmiştir. Çalışmanın 10. gününde ise denemede kullanılan Akdeniz meyvesineğinin tamamı canlı kalmıştır. Akdeniz meyvesineği erginleri ile 24 saat boyunca aynı ortamda bırakılan meyveler bu süre sonunda ayrı kavanozlara alınarak larva çıkışlarına bakılmıştır. Belli bir süre sonra meyvelerden çıkan larva sayıları incelendiğinde birinci günde en az larva çıkışı 1.33 larva ortalamasıyla spinosad ile ilaçlanmış meyvede bulunurken, en fazla ise 4.33 larva ortalamasıyla tau-fluvalinate etkili maddesiyle ilaçlanmış meyvelerden elde edilmiştir. Diğer günlerde ise larva çıkışları artarak devam etmiştir. İlaçlar arasında larva sayıları bakımından istatistiksel açıdan da bir farklılık gözlemlenmemiştir.

## TEŞEKKÜR

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde lisans döneminden beri yanında olduğum ve mezun olduktan sonra yüksek lisansta da birlikte çalıştığım ve yanında olduğum ilk günden itibaren bana güvenen ve desteğini esirgemeyen, çalışmam süresince yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Serdar SATAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalıştığım laboratuvarında desteğini esirgemeyen turunçgil zararlıları laboratuvarında bulunan Salih AYKURT, Meryem LAFÇI, Yağmur AKAT, Zir.Yük.Mühendisi Adnan TUSUN'a ve yine aynı labrotuvarında bulunduğum lisans dönemi ve tez aşamasında yardımını hiç esirgemeyen dostum Zir.Yük. Mühendisi Gülsevım TİRİNG'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her bölümünde yanımda olan ve bu çalışmamda sabrıyla destek olan hayat arkadaşım Sinem İŞPINAR'a, maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen annem ve babam Zehra ve İsa İŞPINAR'a hayatımda çok önemli yerleri olan ablalarım NeŐe ve Betül İŞPINAR'a değerli abim Süleyman İŞPINAR'a teşekkürlerimi borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

ÖZ .....	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET .....	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER .....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	5
3. MATERYAL VE METOT .....	9
3.1. Doğu Akdeniz Bölgesinde <i>Ceratitis capitata</i> Mücadelesinde Kullanılan İnsektisitlerin Belirlenmesi .....	9
3.2. <i>Ceratitis capitata</i> Popülasyonlarının Elde Edilmesi.....	11
3.3. Akdeniz Meyvesineği Popülasyonlarının Farklı İnsektisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Biyoassay Çalışmalar ile Belirlenmesi.....	17
3.3.1. Denemelerde Kullanılan İnsektisitler.....	17
3.3.2. Denemelerde Kullanılan İnsektisit Konsantrasyonlarının Hazırlanması .....	18
3.3.3. İlaç Konsantrasyonlarının Uygulanması .....	18
3.3.4. Arazi Koşullarında Farklı İnsektisitlerin Akdeniz Meyvesineği Erginlerine ve Üreme Gücüne Olan Etkisinin Belirlenmesi.....	19
3.3.5. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Analizler .....	20
3.4. Akdeniz Meyvesineği Popülasyonlarının Farklı İnsektisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Biyokimyasal Analizler ile Belirlenmesi.....	20
3.4.1. Farklı <i>Ceratitis capitata</i> Popülasyonlarının Esteraz (EST) Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi.....	21

3.4.2. Farklı <i>Ceratitis capitata</i> Popülasyonlarının Glutathione S Transferaz (GST) Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi .....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	23
4.1. Biyoassay Analiz Sonuçları .....	23
4.1.1. <i>Ceratitis capitata</i> Popülasyonlarının Farklı İnektisitlere Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri .....	23
4.1.1.1. <i>Ceratitis capitata</i> Popülasyonunun Esfenvalerate Etkili Maddeli İnektisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri..	23
4.1.1.2. <i>Ceratitis capitata</i> Popülasyonunun Malathion Etkili Maddeli İnektisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri..	26
4.1.1.3. <i>Ceratitis capitata</i> Popülasyonunun Tau-fluvalinate Etkili Maddeli İnektisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri..	29
4.1.1.4. <i>Ceratitis capitata</i> Popülasyonunun Spinosad Etkili Maddeli İnektisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri..	32
4.2. Arazi Koşullarında Farklı İnektisitlerin Akdeniz Meyvesineği'nin Erginlerine ve Üreme Gücüne Etkisi .....	35
4.3. Biyokimyasal Analiz Sonuçları .....	38
4.3.1. Esteraz Enzim Aktivitesi Analiz Sonuçları .....	38
4.3.2. Glutathion S-Transferaz (GST) Enzim Aktivitesi Analiz Sonuçları .....	40
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	45
KAYNAKLAR .....	49
ÖZGEÇMİŞ .....	57

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

Çizelge 3.1. <i>Ceratitis capitata</i> 'nın direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı lokasyonlar.....	12
Çizelge 3.2. Çalışma kapsamında kullanılan insektisitlere ait bazı özellikler.....	18
Çizelge 4.1. Farklı <i>Ceratitis capitata</i> popülasyonlarının esfenvalerate etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri .....	24
Çizelge 4.2. Farklı <i>Ceratitis capitata</i> popülasyonlarının malathion etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri .....	27
Çizelge 4.3. Farklı <i>Ceratitis capitata</i> popülasyonlarının tau-fluvalinate etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri .....	30
Çizelge 4.4. Farklı <i>Ceratitis capitata</i> popülasyonlarının spinosad etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri .....	33
Çizelge 4.5. <i>Ceratitis capitata</i> 'nın kimyasal mücadelesinde üreticilerin kullandıkları insektisitlerin uygulama yapıldıktan 1., 4., 7 ve 10. günden sonra Akdeniz meyvesineği'nin erginlerinin ölüm oranına etkisi .....	36
Çizelge 4.6. <i>Ceratitis capitata</i> 'nın kimyasal mücadelesinde kullanılan insektisitlerin uygulamadan sonraki günlerin üreme gücüne etkisi .....	37
Çizelge 4.7. Doğu Akdeniz Bölgesi'nin dokuz farklı noktasından toplanmış <i>Ceratitis capitata</i> popülasyonlarının Esteraz enzim aktivitesi sonuçları .....	39
Çizelge 4.8. Doğu Akdeniz Bölgesi'nin dokuz farklı noktasından toplanmış <i>Ceratitis capitata</i> popülasyonlarının GST enzim aktivitesi sonuçları .....	41



## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

Şekil 3. 1. Yapılan anketler sonucu üreticilerin Akdeniz meyvesineği mücadelesinde kullandıkları aktif maddelerin oranları.....	9
Şekil 3. 2. Yapılan anketler sonucu üreticilerin Akdeniz meyve sineği'nin kimyasal mücadelesindeki başarı oranları. ....	10
Şekil 3. 3. Adana, Hatay ve Mersin illerinde sert çekirdekli ve turunçgil yetiştiriciliği yapan üreticilere Akdeniz meyvesineği hakkında yapılan anket. ....	11
Şekil 3.4. Akdeniz meyvesineği popülasyonlarının elde edildiği lokasyonların haritadaki konumları .....	13
Şekil 3. 5. <i>Ceratitis capitata</i> ile vuruklu meyvelerin laboratuvarında kültüre alınması. ....	14
Şekil 3. 6. Ergin çıkışının sağlanması için pupaların bekletildiği üst tarafı tüllerle kaplı kovalar. ....	15
Şekil 3. 7. Kültüre alınan Akdeniz meyvesineği pupalarından elde edilen ergin bireyler.....	16
Şekil 3. 8. Meyvesineklerinin beslenme kuvvetleri. ....	17
Şekil 3. 9. İlaçlama kulesi (A), pleksi-glass dairesel hücreler ve bu hücreyi ilaçlı yüzeyler karşılıklı gelecek şekilde kapatan camlar (B) deneme üniteleri (C). ....	19
Şekil 4. 1.Farklı <i>Ceratitis capitata</i> popülasyonlarının Esfenvalerate etkili maddeli ilaca karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....	26
Şekil 4.2. Farklı <i>Ceratitis capitata</i> popülasyonlarının Malathion etkili maddeli ilaca karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....	29

- Şekil 4.3. Farklı *Ceratitis capitata* popülasyonlarının Tau-fluvalinate etkili maddeli ilaca karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....31
- Şekil 4.4. Farklı *Ceratitis capitata* popülasyonlarının Spinosad etkili maddeli ilaca karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-% ölüm eğrileri.....34



## SİMGELER VE KISALTMALAR

%	:Yüzde
AChE	: Asetilkolinesteraz
BSA	: Bovin Serum Albumin
CDNB	: 1-chloro-2,4-dinitrobenzene
cm	: Santimetre
DA	: Dekar
GSH	: Glutathione
GSS	: Standart Hassas Popülasyon
g	: Gram
L	: Litre
LC <sub>50</sub>	: Lethal konsantrasyon-50
LC <sub>90</sub>	: Lethal konsantrasyon-90
mg	: Miligram
mM	: Milimol
ml	: Mililitre
Mod	: Ortalama Optik Yoğunluk
Tris	: Tris(hydroxymethyl)aminomethane
µl	: Mikrolitre
°C	: Santigrat derece
n	: Tekerrür sayısı
µl	: Mikrolitre



## 1. GİRİŞ

Ülkemizde yetiştirilen meyve türleri üzerine yapılan üretim iç piyasamızı karşılamanın haricinde ihracatta da önemli katkıda bulunmaktadır. Meyvecilik ekonomimiz açısından önemli olup üretim miktarı yıldan yıla artış göstermektedir. Meyve üretim ve ihracatını olumsuz etkileyen en önemli zararlı grubunu Tephritidae familyası oluşturmaktadır (Kakani, 2008). Bu familyada bulunan zararlılardan en önemlisi dış karantina yönünden toleransı sıfır olan Akdeniz meyvesineği *Ceratitidis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae)'dir. İhracata giden ürünlerden bir tek meyvenin dahi bu zararlı ile bulaşık olması tüm ürünün geri çevrilmesine ve tarımsal ürün ihracatının durmasına sebep olmaktadır (Başpınar ve ark., 2009).

Akdeniz meyvesineği başta ılıman ve subtropik meyveler, bazı sebzeler ve süs bitkileri olmak üzere, 300'den fazla konukçusu olan polifag bir zararlıdır. (Christenson & Foote, 1960; Demirdere, 1961; Liquido ve ark., 1991; Satar ve Tiring, 2016; Yayla ve Satar, 2018). Akdeniz meyvesineği; turunçgiller, Trabzon hurması, nar, şeftali, nektarin ve incir gibi meyvelerde ülkemizde ana zararlı konumundadır. Turunçgiller içerisinde en fazla zararı satsuma grubu gibi kolay soyulabilen mandarinlerde ve diğer çeşitlerinde yapmaktadır (Demirdere, 1961; Thomas ve ark., 2007; Tiring, 2016).

Dünyada, başta tropik ve subtropik olmak üzere tüm bölgelere yayılmıştır. Orijini Afrika Sahra'sı olan *C. capitata* Kuzey ve Güney Afrika (Uganda, Zambia, Kenya, Tanzanya), Güney ve Orta Amerika (Brezilya, Hawaii, Florida, California, Arjantin'in batı kesimi, Bermuda, Costa Rica, Uruguay), Batı Avustralya gibi tropik ve subtropik iklime sahip olan bölgelerde, İsrail, Lübnan ve Ürdün gibi Akdeniz'e komşu birçok ülkede yayılmış, ülkemizde ise Akdeniz ve Ege bölgelerinde yaygın bir zararlıdır (Papodopoulos ve ark., 1998; Vera ve ark., 2002; Israely ve ark., 2004; Ricalde ve ark., 2012; Tiring, 2015).

Akdeniz meyvesineği kışı toprağın 2-3 cm derinliklerinde pupa olarak geçirmektedir. Pupalardan ergin çıkışı iklim koşullarına bağlı olarak ilkbahar veya yaz aylarında görülmektedir. Pupadan çıkan erginler henüz cinsel olgunluğa erişmemiştir. Cinsel olgunluğa erişmemiş erginler bahçede 7-10 gün süreyle uçuşurlar ve yaprak zararlılarının neden olduğu balımsı maddeler ile beslenirler. Eğer besin bulamazlar ise pupa çıkışından 2-4 gün sonra ölürlür (Demirdere, 1961). Pupadan çıkıp cinsel olgunluğa erişen erginler çiftleşirler ve dişi bireyler yumurtalarını olgunlaşmak üzere olan meyvelerin içine bırakırlar. Meyvesineğinin bıraktığı yumurtadan çıkan larva meyvenin etli kısmıyla beslenir ve meyvenin kabuğunda çöküntü meydana getirir. Bu tip meyveler hasattan önce dökülür ve ihraç edilemez (Demirdere, 1961; Tiring, 2015)

Akdeniz meyvesinekleri uygun iklim ve besin koşullarında 3-4 aya kadar yaşayabilmektedirler. Bir dişi yaşamı boyunca en fazla 800 yumurta bırakabilmektedir. Ortalama yumurta sayısı 300'dür. Meyve içine bırakılan yumurtadan, uygun koşullarda 3 gün içinde larva çıkar. Gelişimi için gerekli olan en düşük sıcaklık eşiği gelişim evrelerine göre farklılıklar göstermektedir. Bu değer genellikle 9 ile 11°C arasında olduğu bilinmektedir (Demirdere, 1961; Escudero-colamar ve ark., 2008; Tiring, 2015). Çıkan larvalar meyvenin etli kısımları ile beslenerek 3 dönem geçirdikten sonra olgunlaşırlar. Larva gelişimi 9-18 gündür. Gelişimini tamamlayan larvalar toprağın 2-5 cm derinliğinde pupa olurlar. Yazın pupa gelişme süresi 10-12 gündür. Akdeniz meyvesineği bir dölünü 30-75 günde tamamlamaktadır (Demirdere, 1961; İleri, 1961; Tiring, 2015). Akdeniz meyvesineği, Akdeniz Bölgesi'nde 7-8, Ege bölgesinde 3-4 döl vermektedir. Akdeniz meyvesineği düşük ısıdan çabuk etkilenmektedir. Zararlıının 1,5°C'nin altında, yumurta, larva, pupa ve erginlerinin öldüğü belirlenmiştir (Bodenheimer, 1951; İleri, 1961).

Akdeniz meyvesineği'nin mücadelesinde Dünya'da genel olarak kısmi yem-dal ile kimyasal mücadele yöntemi, kitle yakalama tuzakları ve bunun yanında bazı bölgelerde kısır erkek salımı kullanılmaktadır (Martinez-Ferrer ve ark., 2010;

Yayla ve Satar, 2018). Ülkemizde ise zararlı mücadelesinde en çok kullanılan yöntem kimyasal mücadeledir. Akdeniz meyvesineği'nin kimyasal mücadelesinde kısmi yem-dal ile ilaçlama yöntemi önerilmesine rağmen Doğu Akdeniz Bölgesi'nde daha çok kaplama ilaçlama yöntemi kullanılmaktadır. Son yıllarda üretimin artmasıyla beraber üreticiler dış karantina yönünden toleransı sıfır olan bu zararlıya karşı bilinçsizce insektisit kullanmaya başlamıştır. Ancak Akdeniz meyvesineği'ne karşı bilinçsizce uygulanan insektisitlerin yeterince başarıya ulaşmadığı bilinmektedir (Yayla ve Satar, 2018). Bilinçsizce kimyasal kullanımı belli bir süre sonra zararlıların direnç geliştirmesine sebep olabilmektedir. Ülkemizde direnç konusunda yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Yapılan çalışmalar genellikle kırmızıörümcek, yaprakbiti ve yeşilkurt üzerinedir. Ülkemizde Akdeniz meyvesineğinin mücadelesinde kullanılan kimyasal ilaçların bu zararlıya etkisinin araştırıldığı bir çalışma mevcut değildir. Akdeniz meyvesineği; narenciye, sert çekirdekli ve yumuşak çekirdekli meyvelerin ana zararlısı konumundadır. Bu çalışma ile Doğu Akdeniz Bölgesinde belirlenmiş bölgelerde yoğun ilaçlama yapılmasına rağmen kimyasal mücadelesinde başarı elde edilemeyen *C. capitata* popülasyonlarının bazı insektisitlere karşı direnç düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede Akdeniz meyvesineğinin mücadelesi için doğru ilaç ve doğru mücadele stratejisi belirlenmiş olacaktır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Keiser ve Tomikawa (1970), Hawaii de bazı insektisitlerin Tephritidae familyasına bağlı Zeytin sineği, Kavun sineği ve Akdeniz meyvesineği türlerindeki toksisitesini incelenmiştir. Yapılan çalışmada malathion ilacının Akdeniz meyvesineği'ne diğer Tephritidlere göre daha toksik olduğu belirtmişlerdir. Zeytin sineği ve Kavun sineğinin malathiona toksisitesinin eşit çıktığını saptamışlardır. Methyl parathion, dicapthon, ve chlorthion ilaçlarının malathiona göre daha az toksik olduğunu ortaya koymuşlar ve Kavun sineğinin diğer iki meyve sineğine göre daha hızlı direnç geliştirdiğini gözlemlemişlerdir.

Orphanidis ve ark. (1980), Atina'da yaptıkları laboratuvar çalışmalarında DDT ve dimethoate ilaçlarını Akdeniz meyvesineği'ne aralıklı püskürterek direnç gelişimini belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan farklı zamanlardaki denemelerde *C. capitata*'ya karşı orta seviyede direnç geliştiğini belirtmişlerdir. *Ceratitidis capitata*, *Bactrocera olea* (Gmel) ve *Rhagoletis cerasi* (L.) (Diptera: Tephritidae) gibi Tephritidlere karşı DDT diğer ilaçlara göre daha az kullanılmasına rağmen, DDT ye karşı oluşan direncin dimethoata karşı oluşan dirençten daha yüksek seviyede olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Wood (1986), Akdeniz meyvesineği erginlerine karşı direnç gelişimini azaltmak için mücadele stratejileri üzerinde durmuştur. *Ceratitidis capitata*'nın çeşitli insektisitlere direnç geliştirdiğini vurgulamıştır. Bunun nedeninin kimyasal ilaçların çok fazla kullanımından kaynaklandığını tespit etmiştir ve önlem olarak cezbedici tuzaklara yönelmesi gerektiğine dikkat çekmiştir.

Dindar ve Kılınçer (1992), Bu çalışma ülkemizde yapılmış ilk bioassay çalışması olup bu çalışmada *C. capitata* erginlerine karşı malathion kullanarak besin faktörünün toksisiteye etkisi araştırılmıştır. Çalışmada şeker + maya, sadece şeker ve sadece su olarak üç farklı besin hazırlanmıştır. Çalışmada 1, 3 ve 5 günlük Akdeniz meyvesineği erginleri üzerinde yapay beslenme koşullarının malathion toksisitesini incelemişlerdir. Sonuç olarak 5 günlük yaş döneminde ve sadece su ile

beslenmiş erginlerin, şeker ve şeker+maya ile beslenen erginlere göre malathion'a en duyarlı bireyler olduğunu belirtmişlerdir.

Rossi ve Rainaldi (2000), Akdeniz meyvesineği'nin döllenmiş yumurtalarından elde edilen CCE / CC128 hücre hattının malathion etkili maddesine direnç gösterip göstermediğini araştırmıştır. Akdeniz meyvesinekleri 28 saat boyunca 90 µg/ml malathion'a maruz bırakılmış ve 48 saat normal ortamda bekletmiştir. Yapılan analizlerde esteraz genini dirençli popülasyonlarında saptamamıştır. Malathionun diğer insektisitlerle çapraz direnci kontrol etmiş ancak çapraz direncin ortaya çıkmadığını vurgulamıştır. Böceklerdeki bazı hücrelerin dirençte önemli bir yerinin olduğunu tespit etmiştir.

Chun hsu ve ark. (2006), *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)'in spinosad etkili maddesine karşı direnç düzeyini belirlemişler ve bunu laboratuvar ortamında topikal uygulama yöntemiyle saptamışlardır. Sekiz generasyon sonunda spinosad uygulanmış popülasyonun hassas popülasyona göre 408 kat direnç olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmayla birlikte spinosad'ın diğer meyve sineğinin mücadelesinde kullandıkları organofosfat ilaçlarla çapraz direnç olup olmadığını incelemişlerdir. Bu çalışmada toplamda 10 insektisit kullanmışlardır. Bunlardan 6'sı organofosfatlı (naled, trichlorfon, fenitrothion, fenthion, formothion, ve malathion) biri karbamat (methomyl) ve üçü pyrethroid grubu (cyfluthrin, cypermethrin ve fenvalerate) oluşturmaktadır. Yapılan bu çapraz direnç çalışmalarında ise sadece naled ve malathion ilaçlarına karşı çapraz direnç saptamışlardır.

Magana ve ark. (2007), İspanya'da turunçgil bahçelerinde zarar yapmış *C. capitata*'nın kimyasal mücadelesinde çok kullanılan malathion etkili maddesine karşı direnç belirleme çalışmaları yapmışlardır. Farklı bölgelerden alınan *C. capitata* popülasyonlarında 6-201 kat malathion'a direnç geliştirdiklerini belirlemişlerdir.

Magana ve ark. (2008), Akdeniz meyvesineğinin malathiona direnç geliştirmesinde bazı enzimlerin işlevleri ve nokta mutasyonlarını çalışmışlardır.

malathiona dirençli olan *C. capitata* erginlerinin bir allelinde nokta mutasyonu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda AChE enzim aktivitesinin dirençli popülasyonlarda hassas popülasyona göre daha yüksek düzeyde olduğunu saptamışlardır. Hedef site duyarsızlığının malathiona dirençte önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir.

Kakani ve ark. (2008), Asetilkolinesterazın, organofosfatların direnç geliştirmesinde önemli bir enzim olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada dirençli olan meyve sineklerin organofosfatlara karşı geliştirdikleri dirençte asetilkolinesteraz ve esteraz enzim seviyelerinin hassas popülasyonlara göre daha yüksek seviyede olduğunu gözlemlemişlerdir.

Kakani ve ark. (2010), Kaliforniya'da Akdeniz meyvesineği ile aynı familyada bulunan *B. Olea*'nın spinosada karşı direnç gelişimini çalışmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda Kaliforniya'da beş bölgede 9-13 kat direnç olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Ayrıca Kaliforniya'da şu an spinosada karşı çok fazla direnç oranı görülmediğini fakat devam eden süreçte direnç oranının artacağına dikkat çekmişlerdir.

Ferrer ve ark. (2011), Akdeniz meyvesineği'nin mücadelesinde yoğun insektisit kullanılan ve malathiona karşı direnç gösteren popülasyonları için farklı insektisitlerle çapraz direnç belirlemesi üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada malathiona 176 kat dirençli bir popülasyonda diğer organofosfatlara (trichlorphon, diazinon, phosmet ve methyl-chlorpyrifos) 3-16 kat direnç bulduklarını belirtmişlerdir. Karbamatlardan carbaryl, pyrethroidlerden ise Lambda cyhalothrin'e karşı çapraz direnç saptamışlardır.

Elfekih ve ark. (2014), Farklı popülasyonlardan elde edilen ve organofosfatlara direnç geliştirdiği düşünülen Akdeniz meyvesineği popülasyonlarının biyokimyasal çalışmalarla direncinin nedenini bulmaya çalışmışlardır. Asetilkolinesteraz enzimi ve nokta mutasyonunu incelemişlerdir. Dirençli allelleri Brezilya ve İspanya'da tespit etmişlerdir. Hedef sitede oluşan direncin organofosfatların kullanımından dolayı olduğunu saptamışlardır.

Koren ve ark. (2014), 18 generasyon boyunca malathion etkili maddesine maruz bırakılan *C. capitata* popülasyonlarının direnç düzeylerini belirlemişlerdir. Bu generasyon sonunda dişi bireylerin 2-3 kat bu insektisite toleranslı çıktığını belirtmişlerdir. Erkek bireyler de ise bu generasyon boyunca herhangi bir direnç durumu gözlemlenmemiştir. Dişi bireylerdeki malathiona direncin, yüksek karboksilesteraz aktivitesinden kaynaklı olduğunu ve GST enziminden kaynaklı olmadığını belirtmişlerdir. Erkek bireylerde ise herhangi bir enzim artışı saptamamışlardır.

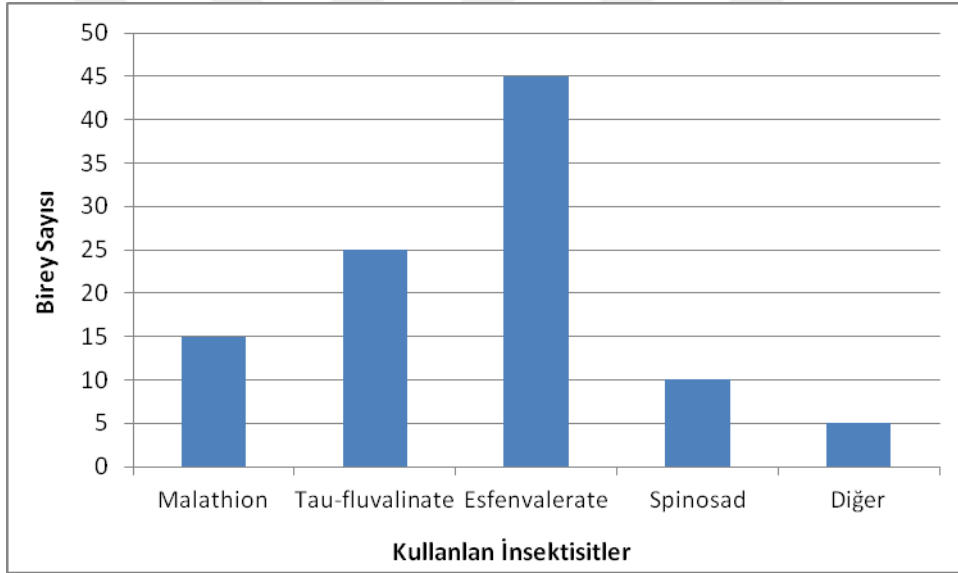
Arouri ve ark. (2015), İspanya'da farklı *C. capitata* popülasyonlarında lambda-cyhalothrin etkili maddesi üzerinde direnç durumunu belirleme konusunda çalışmalar yapmışlardır. Yapılan çalışmada dirençli popülasyonları 6-14 kat lambda-cyhalothrin etkili maddeli ilaca karşı dirençli olduklarını belirlemişlerdir. Aynı zamanda P450 enzim sistemi üzerine de çalışmalar yapmışlar ve dirençli popülasyonlarda 13-18 kat daha fazla P450 enzimi bulmuşlardır.

Yayla ve Satar (2018), Doğu Akdeniz Bölgesinde Akdeniz meyvesineğinin mücadelesinde kullanılan besi tuzaklarıyla kitle yakalama, zehirli yem kısmi dal, yeşil aksam ilaçlaması gibi üç farklı yöntemin etkinliklerini araştırmışlardır. Uygulanan metodların etkinliklerini Okitsu bahçesinde 2015-2016 yıllarının meyve sezonunda tuzaklara yakalanan meyve sineği sayısı ile zararlıyla bulaşıklı meyve sayısı sayılarak belirlemişlerdir. Denenen tüm metodların *C. capitata*'yı yeterince kontrol etmediğini saptamışlardır.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Doğu Akdeniz Bölgesinde *Ceratitis capitata* Mücadelesinde Kullanılan İsektisitlerin Belirlenmesi

Bu insektisitlerin belirlenmesinde anketler sonucunda yapılan çalışma kapsamında karar verilmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesinde (Adana, Hatay, Mersin) yaklaşık 100 (çiftçi+bayi) üreticiyle görüşülerek Akdeniz meyvesineği'nin mücadelesinde kullandıkları ilaçlar ve etkinliği konusunda bilgiler alınmıştır (Şekil 3.1).

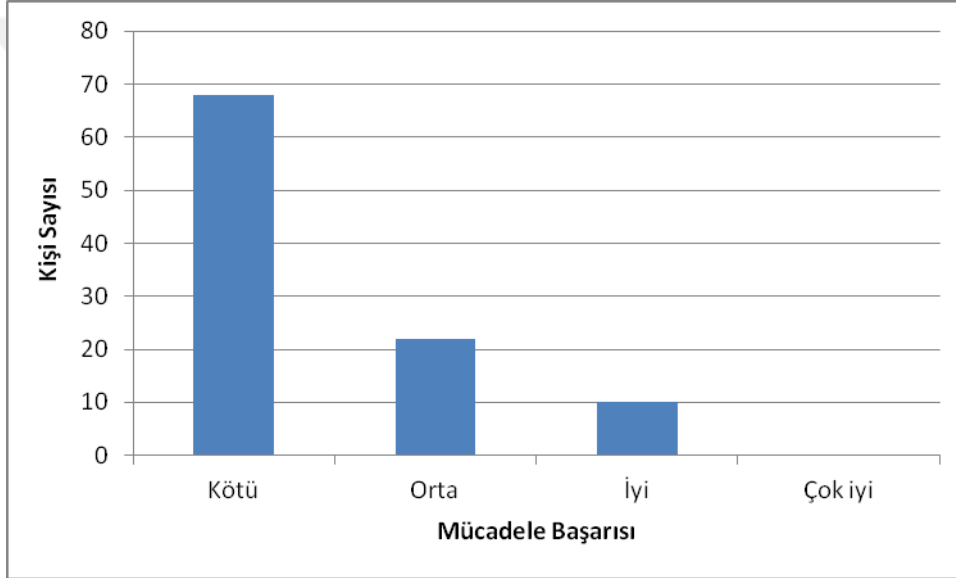


Şekil 3. 1. Yapılan anketler sonucu Doğu Akdeniz Bölgesinde üreticilerin Akdeniz meyvesineği mücadelesinde kullandıkları aktif maddelerin oranları.

Üretici ve bayilerden alınan bilgilere göre *C. capitata*'nın mücadelesinde bölgenin %45'i esfenvalerate, %25'i tau-fluvalinate, %15'i malathion, %10'luk kesimin spinosad ve %5'lik kesim ise diğer mücadele yöntemlerini kullandıkları saptanmıştır.

Üreticilerin Akdeniz meyvesineği'nin kimyasal mücadelesinde kullandıkları spinosad ve malathion aktif maddesine sahip insektisitler ruhsatlı olmasına rağmen, esfenvalerate ve tau-fluvalinate aktif maddeli insektisitler ruhsatlı değildir.

Yapılan anketler sonucunda üreticilerin %70'e yakın kısmı Akdeniz meyvesineğinin mücadelesinde başarısız olduğu, %25'lik kısmın ise orta derecede başarılı olduğu, %10'luk kısmın ise mücadelede başarı sağlayabildiği belirlenmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2. Yapılan anketler sonucu üreticilerin Akdeniz meyve sineği'nin kimyasal mücadelesindeki başarı oranları .

AKDENİZ MEYVE SİNEĞİ BİLGİ ANKETİ	
BÖLGE	.....
YETİŞTİRİLEN ÜRÜN İSMİ	.....
ÜRETİM ALANI (DA)	.....
RAKIM	.....
KULLANILAN İLAÇ İSMİ	Malathion <input type="radio"/> Decis <input type="radio"/> Sumigold <input type="radio"/> Mavrik <input type="radio"/> Success <input type="radio"/> Diğer <input type="radio"/>
MÜCADELEDE KULLANILAN İLAÇLARIN AKDENİZ MEYVE SİNEĞİNE OLAN ETKİ DÜZEYLERİ	KÖTÜ <input type="radio"/> ORTA <input type="radio"/> İYİ <input type="radio"/> ÇOK İYİ <input type="radio"/>

ZİRAAT MÜHENDİSİ DINDAR İŞPINAR

Şekil 3. 3. Adana, Hatay ve Mersin illerinde sert çekirdekli ve turunçgil yetiştiriciliği yapan üreticilere Akdeniz meyvesineği hakkında yapılan anket.

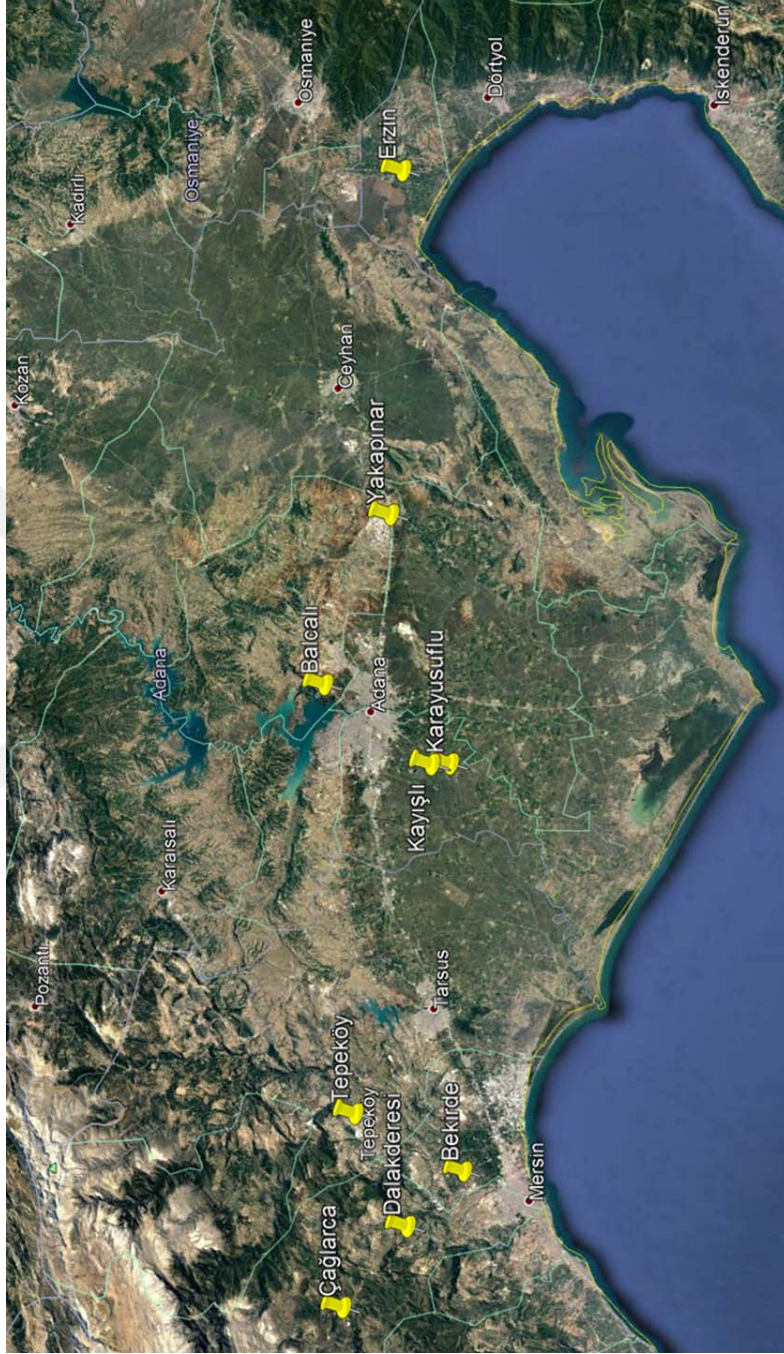
### 3.2. *Ceratitis capitata* Popülasyonlarının Elde Edilmesi

Laboratuvar koşullarında çalışmanın ana materyalini oluşturan ilk erginler üreticiler ve bayilerle görüşülerek kimyasal mücadelede sorun yaşandığı

belirlenen 8 farklı lokasyondaki meyve bahçelerinden *C. capitata*'nın yumurta bıraktığı meyvelerden elde edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. *Ceratitis capitata*'nın direnç düzeylerini belirlemek için örneklerin toplandığı lokasyonlar

LOKASYON	RAKIM	ALAN (DA)	ÜRÜN	KORDİNATLAR
Mersin (Dalakderesi)	390	40	Şeftali Erik	36°55'37"K, 34°34'01"D
Mersin (Çağlarca)	1080	50	Şeftali	37°0'58"K, 34°24'45"D
Mersin (Tepeköy)	1330	25	Şeftali Armut	36°55'03"K, 34°17'41"D
Mersin (Bekirde)	40	55	Armut	36°52'11"K, 34°41'17"D
Adana (Kayışlı)	10	60	Mandalina	36°53'51"K, 35°14'38"D
Adana (Karayusuflu)	30	50	Hurma	36°53'4"K, 35°14'32"D
Adana (Misis)	100	30	Mandalina	36°52'11"K, 34°41'17"D
Hatay (Erzin)	90	60	Mandalina	36°57'11"K, 35°36'38"D
Adana (Sarıçam)	50	35	Mandalina	37°01'48"K, 35°21'44"D



Şekil 3.4. Akdeniz meyvesineği popülasyonlarının elde edildiği lokasyonların haritadaki konumları.

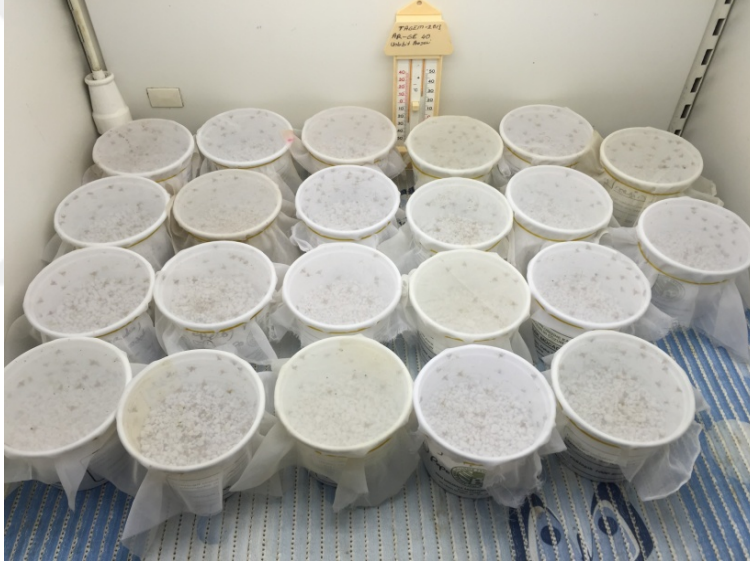
Adana iline bağlı Kayışlı, Misis ve Karayusuflu bölgelerinden meyve örnekleri alınmıştır. Mersin iline bağlı Dalakderesi, Tepeköy, ağlarca ve Tarsus bölgelerinden meyve örnekleri alınmıştır. Hatay ilinden ise Erzin bölgesinden rneler alınmıştır (izelge 3.1). Belirlenen bu bölgelerin tamamında Akdeniz meyvesineği'ne karşı yoğun şekilde ruhsatlı ve ruhsatsız tarım ilaçları kullanılmaktadır. Bu bölgelerdeki üreticiler; Akdeniz meyvesineği'ne karşı sezonda en az 6-7 kez insektisit uygulaması yaptıklarının bilgisini vermişlerdir. Denemede hassas popülasyon olarak Adana sarıçam ilçesinde herhangi bir ilaç uygulanmadan yetiştirilen Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölüm arazisindeki mandalina (Okitsu) bahçesi seçilmiştir.



şekil 3. 5. *Ceratitis capitata* ile vuruklu meyvelerin laboratuvarda kültüre alınması.

Belirlenmiş bölgelerden toplanan meyveler laboratuvara getirilip içerisinde 5 cm perlit bulunan kasalara konulmuştur (Şekil 3.5). Kullanılacak olan kasadaki meyveler 25°C sıcaklıklarda 16 saat ışıktta, 8 saat karanlıkta, %70-80 nemde kültüre alınarak meyvelerin günlük kontrolü yapılmıştır.

Meyve içinde gelişmesini tamamlayıp perlite geçen olgun larvalar, pupa olduktan ortalama 4-6 gün sonra perlitin elenmesiyle elde edilmiştir. Elde edilen pupalar, yine bir miktar nemlendirilmiş perlit bulunan üst tarafı tüllerle kaplı kapların içerisine bırakılarak, ortalama  $25\pm 1^\circ\text{C}$  olan dolaplara konulmuş ve her gün nemlendirilmiştir (Şekil 3.6).

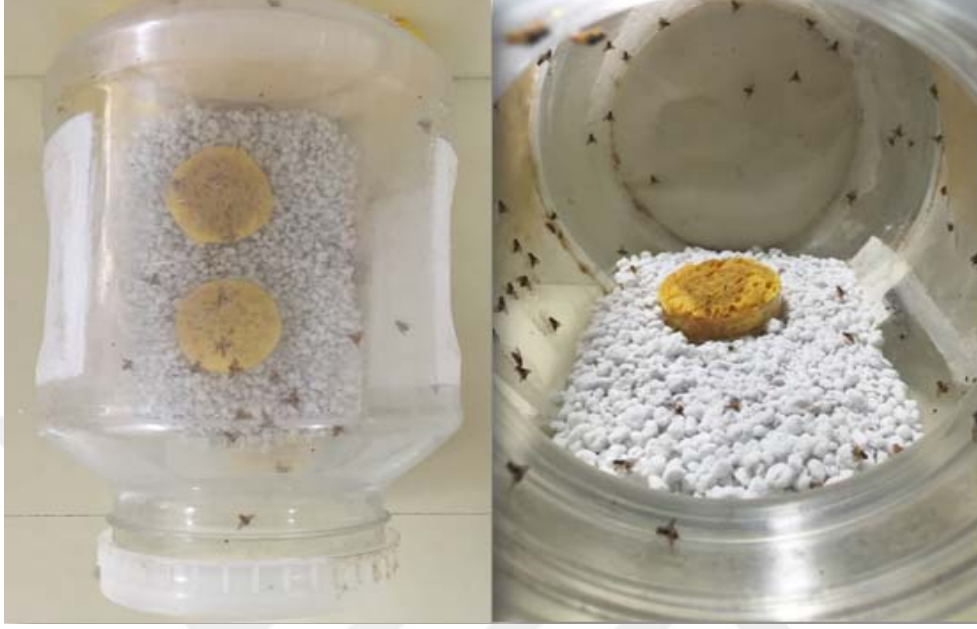


Şekil 3. 6. Ergin çıkışının sağlanması için pupaların bekletildiği üst tarafı tüllerle kaplı kovalar.



Şekil 3. 7. Kültüre alınan Akdeniz meyvesineği pupalarından elde edilen ergin bireyler

Pupadan çıkan erginler yanlarında ve tepesinde delik bulunan 5 litrelik kavanozlar içerisine bırakılarak, bir petri içerisine; 20 ml su 10 ml pekmez 5 g şeker 10 g bira mayası karışımı emdirilmiş sünger konularak, çıkan erginlerin beslenmesi sağlanmıştır (Tiring, 2015) (Şekil 3.8). Erginlerin su ve besin ihtiyacı her gün karşılanmıştır. Bireylerin beslenmesi için yeterli süre tanıldıktan sonra (3-5 gün) bu bireyler denemelerde kullanılmak üzere ortamdaki alınmıştır.



Şekil 3. 8. Meyvesineklerinin beslenme küvetleri.

### 3.3. Akdeniz Meyvesineği Popülasyonlarının Farklı İsektisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Biyoassay Çalışmaları ile Belirlenmesi

#### 3.3.1. Denemelerde Kullanılan İsektisitler

*Ceratitis capitata*'nın direnç düzeylerini belirlemek için gerçekleştirilen laboratuvar denemelerinde, yapılan anketler sonucunda belirlenen spinosad, esfenvalerate, tau-fluvalinate ve malathion etkili maddeye sahip 4 farklı insektisit kullanılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Çalışma kapsamında kullanılan insektisitlere ait bazı özellikler

Etkili Madde	Ticari İsim ve Formülasyonu	Etki Şekli	Etkilediği Dönem	Doz
Spinosad 0,24g/l	Success (CB)	Kontak	Ergin	1lt ilaç/10lt su
Esfenvalerate 200g/l	Sumigold (EC)	Kontak	Ergin	40ml/100lt
Tau-fluvalinate 240g/l	Mavrik (EW)	Kontak ve mide	Ergin	40ml/100lt
Malathion 25g/l	Malathion (WP)	Kontak ve mide	Ergin	400gr/10lt su+500 ml hidrolize protein

### 3.3.2. Denemelerde Kullanılacak İsektisit Konsantrasyonlarının Hazırlanması

*Ceratitis capitata*'nın farklı insektisitlere karşı  $LC_{50}$  ve  $LC_{90}$  değerlerini belirlemek için ilaçların önerilen dozu göz önünde bulundurularak ayrı ayrı popülasyonlarda en yüksek (% 95-99) ölüm veren dozlar saptanmıştır. Belirlenen bu dozlar her seferinde yarı yarıya saf su ile seyreltilerek yeni dozlar elde edilmiş ve popülasyonlarda % 10 ve % 90-95 ölüm veren dozlar ile ara dozlar saptanmıştır. Genel olarak bir popülasyon ve bir ilaç için en az 6 doz hazırlanmıştır. İlaçların başlangıç konsantrasyonları her zaman 1000 ml saf su ile hazırlanmıştır.

### 3.3.3. İlaç Konsantrasyonlarının Uygulanması

İlaçların *C. capitata* erginlerine direnç düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada deneme ünitesinde 2.0 cm yüksekliğinde pleksi-glass dairesel hücreler kullanılmıştır. Bu ünitenin alt ve üst yüzeylerini kapatacak şekilde 11.5-12.0 cm çapında yaklaşık 0.4 mm kalınlığında dairesel iki cam levha kullanılmıştır. İlaçlama kulesi yardımı ile kullanılan camın yüzeyine  $2\pm 0.2$  mg/cm<sup>2</sup> ilaçlı sıvı

püskürtülüp kurumaya bırakılmış ve ilaçlı yüzeyleri karşılıklı gelecek şekilde deneme ünitesinin altına ve üstüne yerleştirilmiştir (Satar ve ark. 2009) (Şekil 3.9). Bu şekilde hazırlanan deneme ünitesinin her birinin içine 10 adet Akdeniz meyvesineği ergini konulmuştur. Ünite içerisine bırakılmış sinekler 24 saat ilaçlı yüzeye maruz bırakılmış ve bu sürenin sonunda ölü ve canlı olarak sayım yapılmıştır. Fırça ile dokunulduğunda yürüyemeyen bireyler ölü olarak sayılmıştır. Denemeler 4 tekerrürlü olacak şekilde en az 1 kontrol ve 6 farklı ilaç konsantrasyonu olacak şekilde düzenlenmiştir.



Şekil 3. 9. İlaçlama kulesi (A), pleksi-glass dairesel hücreler ve bu hücreyi ilaçlı yüzeyler karşılıklı gelecek şekilde kapatan camlar (B) deneme üniteleri (C).

#### 3.3.4. Arazi Koşullarında Farklı İsektisitlerin Akdeniz Meyvesineği Erginlerine ve Üreme Gücüne Olan Etkisinin Belirlenmesi

Akdeniz meyvesineğinin kimyasal mücadelesinde kullanılan ilaçların doğa koşullarında çiftçilerin yaptığı mücadele şeklinde malathion ve spinosad etkili maddeli ilaçları etiket dozlarında, esfenvalerate ve tau-fluvalinate insektisitleri ise ruhsatsız olduğu için üreticilerin kullandığı dozda işaretlenmiş meyve ağaçlarına

sırt pompası ile (3 bar) püskürtülmüştür. Uygulamadan sonraki 1, 4, 7 ve 10.günlerde bahçeden üç adet meyve alınıp her iki yanında tül bulunan 5 litrelik kavanozlar içerisine yerleştirilmiştir. Ayrıca kavonozlar içerisine 10 adet (5 dişi, 5 erkek) 3-5 günlük Akdeniz meyvesineği ergini konulmuş ve 24 saat sürenin sonunda ölü ve canlı erginlerinin sayısı incelenmiştir. Akdeniz meyvesineğine 24 saat maruz bırakılan meyveler ayrı kavanozlara konulmuş ve vuruklu olan meyvelerin yumurta verimleri de incelenmiştir. Ölü ve canlı ergin sayısı belirlendikten sonra yüzde ölüm oranı (Abbott, 1925) hesaplanmıştır. Ölüm oranlarının normalitesi Shapiro Wilk aracılığı ile kontrol edilmiştir. Elde edilen verilerin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile aralarında fark olup olmadığına bakılmıştır. Eğer aralarındaki fark istatistiksel açıdan önemli ise çoklu karşılaştırma testi ile (Tukey) ortalamalar arasındaki farkın önemine bakılmıştır.

### 3.3.5. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Analizler

Tüm popülasyonlarda ayrı ayrı saptanan ölüm oranlarından yararlanılarak POLO (Probit or logit Analysis) bilgisayar paket programında probit analiz yöntemiyle (Finney, 1964) popülasyonların  $LC_{50-90}$  değerleri, eğimleri ve %95 güven aralıkları belirlenmiştir. Denemeye alınan tüm tarla popülasyonları için hesaplanan  $LC_{50}$  değerlerinin, hassas popülasyon için belirlenen  $LC_{50}$  değerine bölünmesiyle her ilaç için direnç oranları (DO) belirlenmiştir.

### 3.4. Akdeniz Meyvesineği Popülasyonlarının Farklı İsektisitlere Karşı Direnç Düzeylerinin Biyokimyasal Analizler ile Belirlenmesi

Biyokimyasal çalışmalarda *C. capitata*'nın isektisitlere karşı direnç geliştirmesinde önemli rolleri olan detoksifikasyon enzimlerinden Esteraz ve Glutathion S-transferaz enzim aktiviteleri araştırılmıştır. Esteraz ve Glutathion S-transferaz enzimleri birçok isektisit detoksifikasyonda rol oynamaktadır (Yorulmaz ve Ay 2009).

Enzim okuma çalışmaları 4 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Tüm enzim aktivitelerinin sonuçları Mod/min/mg protein olarak verilmiştir. Popülasyonların toplam protein oranlarının belirlenmesinde Bovine Serum Albumin yöntemi standart olarak kullanılmıştır (Bradford 1976). Enzim aktivitelerine ilişkin elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi uygulanmış, ortalamalar arasındaki fark Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Winer ve ark., 1991).

Biyokimyasal çalışmalar Rauch ve Nauen (2003) ve Wang ve ark. (2009)'e göre labratuvalda yürütülmüştür.

#### 3.4.1. Farklı *Ceratitis capitata* Popülasyonlarının Esteraz (EST) Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi

Esteraz enzim aktivitesinin kinetik olarak belirlenmesinde substrat olarak  $\alpha$ -naftil asetat ve Stumpf ve Nauen (2002)'in geliştirdikleri yöntem kullanılmıştır.

Hem dişi hem erkek olmak üzere ortalama 3 adet 3-5 günlük Akdeniz meyvesineği ergini kullanılmıştır.

- 3 adet ergin Akdeniz meyvesineği 200  $\mu$ L Tris HCl buffer (0.05 M, pH 7.5) (%0.1 Triton X-100 içeren) içerisinde ezilmiştir.
- Bu sıvı 10000 g, +4°C'de ve 5 dakika santrifüj edilmiş ve enzim kaynağı olarak kullanılmıştır.
- Enzim kaynağı olarak kullanılan supernatant 10 kez seyreltilmiştir.
- Mikroplakanın hücrelerine 25  $\mu$ L supernatant +25  $\mu$ L fosfat buffer (0.2 M, pH:6) ve her hücreye 200  $\mu$ L substrat solüsyonunun eklenmesiyle kinetik okuma başlatılmıştır.
- Kinetik okuma, hücrelere Substrat solüsyonu, 30 mg fast blue RR tuzunun 50 ml 0.2 M sodyum fosfat buffer'da ezilmesi ve bu karışıma 500  $\mu$ L 100 Mm  $\alpha$  – naftil asetatın eklenmesiyle elde edilmiştir.

- Enzim aktivitesi 30°C, 450 nm'de 7 dakika boyunca okunmuştur.

#### 3.4.2. Farklı *Ceratitıs capitata* Popülasyonlarının Glutathione S Transferaz (GST) Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi

GST enziminin kinetik olarak belirlenmesinde Stumpf ve Nauen (2002)'in geliştirdikleri yöntem kullanılmıştır. Hem dişi hem erkek toplamda ortalama 3 adet 3-5 günlük Akdeniz meyvesineği ergini kullanılmıştır.

Enzim aktivitesi substratlar olarak 1-chloro-2,4-dinitrobenzene (CDNB) ve reduced glutathion (GSH) kullanılarak belirlenmiştir.

- 3 adet ergin Akdeniz meyvesineği 300 µL Tris HCL buffer (0.05M, pH:7.5) içerisinde ezilmiştir.
- Elde edilen Supernatant 10000g, +4°C'de 5 dakika boyunca santrifüj edilmiştir.
- 100 µL supernatant, 100 µL 1-kloro-2,4- dinitrobenzen (CDNB) ve 100 µL indirgenmiş glutathion (GSH)'dan oluşan toplam hacim mikropilaya hücrelerine eklenmiştir.
- Son hacimleri sırasıyla 0.4 mM ve 4 mM olan CDNB ve GSH solüsyonlarının her birinden süpernatant üzerine 100'er µl konularak 25°C'de 340 nm dalga boyunda microplate reader'da enzim aktivitesi saptanmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada meyve ihracatında önemli bir bölge olan Doğu Akdeniz Bölgesine bağlı illerden (Mersin, Adana, Hatay) 8 farklı *C. capitata* popülasyonlarının spinosad, esfenvalerate, malathion ve tau-fluvalinate etkili maddelerine karşı geliştirdikleri direnç düzeyleri ortaya konulmuştur. Bu çalışmaya ek olarak Akdeniz meyvesineği'nin kimyasal mücadelesinde üreticilerin kullandıkları bu insektisitler arazi koşullarında meyvelere püskürtülmüş olup kullanılan bu ilaçların farklı günlerde *C. capitata* üzerinde yüzde ölüm etkisi ve yumurta verimleri incelenmiştir. Aynı zamanda Esteraz ve Glutathion S transferaz enzim aktivitelerinin belirlenmesiyle kullanılan ilaçlara karşı *C. capitata*'nın kazandığı olası direnç düzeyleri arasında bir ilişki olup olmadığı belirlenmiştir.

#### 4.1. Biyoassay Analiz Sonuçları

##### 4.1.1. *Ceratitis capitata* Popülasyonlarının Farklı İsektisitlere Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

##### 4.1.1.1. *Ceratitis capitata* Popülasyonunun Esfenvalerate Etkili Maddeli İsektisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

*Ceratitis capitata* popülasyonunun esfenvalerate etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri Çizelge 4.1 de verilmiştir. Esfenvalerate uygulaması sonucunda LC<sub>50</sub> değerlerine göre en dirençli bulunan popülasyon Çağlarca olarak saptanmış olup bunu sırasıyla Misis, Bekirde, Erzin, Tepeköy, Karayusuflu, Kayışlı ve Dalakderesi popülasyonları izlemiştir. Yukarıdaki popülasyon sıralamasına bağlı olarak hassas popülasyona göre direnç oranları 23.80, 15.87, 15.34, 12.97, 12.27, 11.43, 10.69 ve 10.16 kat olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Çağlarca popülasyonunun LC<sub>50</sub> değeri 735.3 ml/l olarak bulunurken, diğer tarla popülasyonlarının LC<sub>50</sub> değerleri bildirilen direnç sıralamasına göre 488.9, 472.6, 399.5, 378.1, 352.4, 329.3 313.1 ml/l olarak hesaplanmıştır. Çağlarca,

Misis, Bekirde, Erzin, Tepeköy, Karayusuflu, Kayışlı ve Dalakderesi popülasyonları için LC<sub>90</sub> değerleri yine sırası ile 11395.0, 7583.2, 5775.3, 4225.2, 7123.3, 5116.5, 4335.0 ve 3552.7 ml/l olarak belirlenmiştir. Hassas popülasyon için LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri 30.807 ve 203.472 ml/l olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Farklı *Ceratitis capitata* popülasyonlarının esfenvalerate etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri

Lokasyon	N*	Eğim±SE	LC <sub>50</sub> ml/l % 95 Güven Aralığı	LC <sub>90</sub> ml/l % 95 Güven Aralığı	DO** (LC <sub>50</sub> )
H***	340	1.563 ± 0.191	30.8 22.7-41.3	203.5 131.928-389.6	-
Dalakderesi	315	1.215 ± 0.155	313.1 214.2-442.5	3552.7 2080.0-8099.1	10.16
Çağlarca	340	1.077 ± 0.124	735.3 511.1-1073.3	11395.0 6114.4-28875.0	23.80
Tepeköy	310	1.005 ± 0.121	378.1 248.8-554.1	7123.3 3869.4-17883.0	12.27
Kayışlı	320	1.145 ± 0.127	329.3 232.5-469.8	4335.0 2455.6-9966.6	10.69
Erzin	310	1.251 ± 0.150	399.5 284.0-560.7	4225.2 2471.3-9479.4	12.97
Misis	340	1.076 ± 0.124	488.9 334.9-703.4	7583.2 4242.5-17899.0	15.87
Bekirde	315	1.179 ± 0.135	472.6 328.7-663.7	5775.3 3429.4-12403.0	15.34
Karayusuflu	320	1.103 ± 0.125	352.4 246.3-508.8	5116.5 2816.3-12391.0	11.43

N\*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

DO\*\*: Tarla popülasyonunun LC<sub>50</sub> değeri / Hassas popülasyonun LC<sub>50</sub> değeri

H\*\*\*: Hassas popülasyon (Sarıçam Lokasyonu)

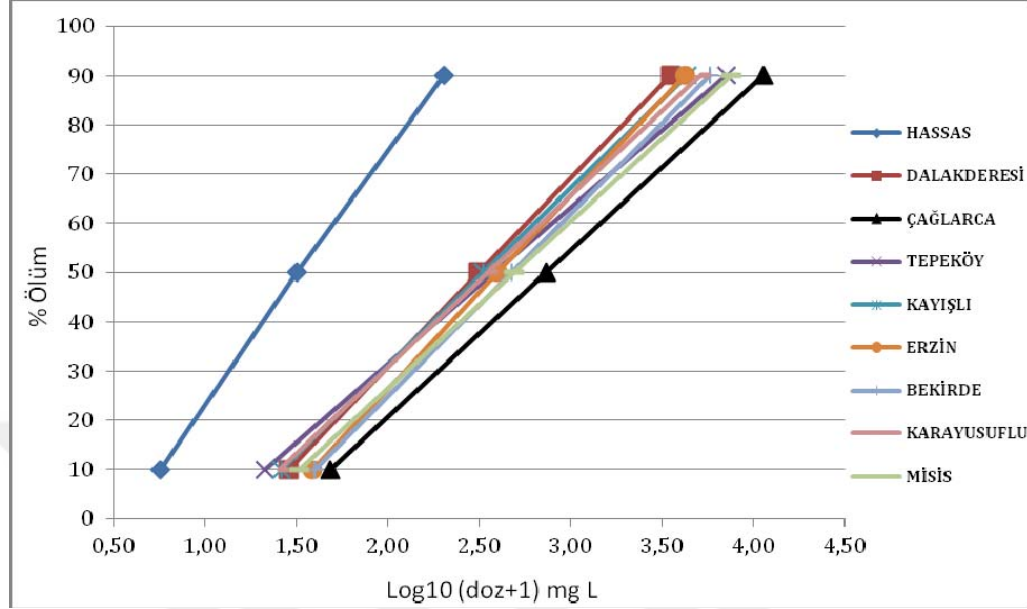
*Ceratitis capitata*'nın esfenvalerate etkili maddesine karşı gösterdiği en yüksek direnç oranı 23.8 kat ile Çağlarca (Mersin) bölgesinde en düşük direnç oranı ise 10.16 kat ile Dalakderesi (Mersin) bölgesinde saptanmıştır. Ülkemizde esfenvalerate etkili maddesinin Akdeniz meyvesineğine karşı ruhsatı yoktur. Elma,

Antep fıstığı, domates, pamuk, bağ gibi bitkilerde; lepidopterler, psillidler ve bazı yaprak pirelerinin mücadelesinde ruhsatlı olan bir ilaçtır. Ancak ruhsatlı olduğu bazı zararlılar üzerinde direnç geliştirdiği bildirilmiştir. Uğurlu ve ark., 2002 yılında Adana ilinden topladıkları *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) örneklerinin esfenvalerate'e karşı 3.3 kat gibi düşük seviyede direnç gösterdikliğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda yapılan bazı kalıntı analiz çalışmalarına bakıldığında narenciyede en fazla kalıntı çıkan ilaçların başında esfenvalerate gelmektedir (Dinçay ve ark., 2013).

*Ceratitis capitata*'nın tarla popülasyonları ve hassas popülasyonları için ilaçlara karşı gösterdikleri logaritmik doz - % ölüm eğrileri çizilmiştir. Logaritmik doz-% ölüm eğrileri ile eğimin derecesine bakılarak popülasyonun homojen mi heterojen mi olduğu konusunda bilgiler verilmiştir. Eğer eğim katsayısı yüksek (eğim >2) ise popülasyonda insektisit dayanıklılığı bakımından homojen dağılıyor iken , eğim katsayısı düşük (eğim<2) ise popülasyonda insektisit dayanıklılığı bakımından heterojen bir yapı göstermektedir (Yu, 2008).

Popülasyonun homojen olduğu durumlarda logaritmik doz-% ölüm eğrisi dik bir görüntü verirken, heterojen bir yapı gösterdikçe eğim yatıklaşmaktadır (Finney, 1964).

Doğu Akdeniz Bölgesi'ne bağlı 8 farklı *C. capitata* popülasyonlarının ve hassas popülasyonun esfenvalerate etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.1'de verilmiştir. Hassas popülasyon grafiğin en solunda yer alırken direnç belirlenen popülasyonlara ait eğriler ise grafiğin sağ tarafında yer almıştır. Logaritmik doz-% ölüm eğrileri ve eğim değerlerine bakarak Tepeköy, Misis ve Çağlarca popülasyonlarının diğer popülasyonlara göre daha heterojen bir yapı gösterdikleri belirlenmiştir.



Şekil 4. 1.Farklı *Ceratitıs capitata* popülasyonlarının esfenvalerate etkili maddeli ilaca karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-% ölüm eğrileri.

#### 4.1.1.2. *Ceratitıs capitata* Popülasyonunun Malathion Etkili Maddeli İnsektisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

*Ceratitıs capitata* popülasyonunun malathion etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Malathion uygulaması sonucunda LC<sub>50</sub> değerlerine göre en dirençli bulunan popülasyon Tepeköy olarak saptanmış, bunu azalan direnç sıralamasına göre Çağlarca, Dalakderesi, Bekirde, Erzin, Karayusuflu, Kayışlı popülasyonları izlemiştir. Direnç oranları yukarıdaki popülasyon sıralamasına bağlı olarak hassas popülasyona göre direnç oranları ise 7.54, 6.17, 5.75, 5.07, 4.65, 3.37 ve 2.75 kat olarak belirlenmiştir. Tepeköy popülasyonunun LC<sub>50</sub> değeri 349.1 ml/l olarak bulunurken, diğer tarla popülasyonlarının LC<sub>50</sub> değerleri bildirilen direnç sıralamasına göre 285.6, 266.1, 234.6, 215.2, 155.7, 127.3 ml/l olarak hesaplanmıştır. Tepeköy, Çağlarca, Dalakderesi, Bekirde, Erzin, Karayusuflu, Kayışlı popülasyonları için LC<sub>90</sub> değerleri yine sırası ile 5721.9, 2201.7, 6623.7, 2443.6, 2795.7, 1009.9,

1026.1 ml/l olarak belirlenmiştir. Hassas popülasyon için LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri 46.3 ve 367.7 ml/l olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Farklı *Ceratitis capitata* popülasyonlarının malathion etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri

Lokasyon	N*	Eğim±SE	LC <sub>50</sub> ml/l % 95 Güven Aralığı	LC <sub>90</sub> ml/l % 95 Güven Aralığı	DO** (LC <sub>50</sub> )
H***	330	1.423 ± 0.191	46.3 32.9-63.7	367.7 223.5-811.9	-
Dalakderesi	340	0.918 ± 0.122	266.1 135.5-554.3	6623.7 2194.7-70082.0	5.75
Çağlarca	320	1.445 ± 0.172	285.6 210.5-401.7	2201.7 1304.3-4856.5	6.17
Tepeköy	390	1.055 ± 0.123	349.1 241.5-525.1	5721.9 2903.7-16045.0	7.54
Kayışlı	330	1.414 ± 0.162	127.3 93.8-172.0	1026.1 644.5-2040.2	2.75
Erzin	340	1.151 ± 0.143	215.2 147.7-306.9	2795.7 1572.6-6834.0	4.65
Bekirde	350	1.259 ± 0.154	234.6 166.1-327.5	2443.6 1449.4-5360.5	5.07
Karayusuflu	320	1.578 ± 0.172	155.7 117.7-206.8	1009.9 663.4-1845.1	3.37

N\*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı ; DO\*\*: Tarla popülasyonunun LC<sub>50</sub> değeri / Hassas popülasyonun LC<sub>50</sub> değeri; H\*\*\*: Hassas popülasyon (Sarıçam Lokasyonu)

*Ceratitis capitata*'nın malathion etkili maddeli insektisite yapılan bioassay çalışmaları sonucunda denemeye alınan popülasyonların gösterdiği en yüksek direnç oranı 7.54 kat ile Tepeköy (Mersin) lokasyonunda, en düşük direnç oranı ise 2.75 kat ile Kayışlı (Adana) lokasyonunda saptanmıştır.

Magana ve ark (2007) İspanyada narenciyede büyük zarar yapan *C. capitata* popülasyonlarının malathion etkili maddesine karşı direnç oluşumu

konusunda çalışmalar yapmışlar ve Akdeniz meyvesineğinin malathiona karşı 6 ile 201 kat arasında direnç geliştirdiğini belirtmişlerdir. Couso-Ferrer ve ark (2011) yaptıkları çalışmada Akdeniz meyvesineğinin malathiona karşı direnç gelişimini ve çapraz direnç üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda *C. capitata*'nın malathiona 176 kat direnç, lambda cyhalothrin etkili maddesine ise çapraz direnç geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmalardaki direnç düzeylerindeki farklılığının sebebi, İspanya'da *C. capitata*'ya karşı en çok kullanılan insektisit malathion olduğu, bölgemizde ise malathion'un yapılan anketler sonucunda Akdeniz meyvesineği'ne karşı en az kullanılan insektisitler arasında olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Doğu Akdeniz Bölgesine bağlı 8 farklı *C. capitata* popülasyonlarının ve hassas popülasyonun malathion etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.2'de verilmiştir. Hassas popülasyon grafiğinin en solunda yer alırken direnç belirlenen popülasyonlara ait eğriler ise grafiğin sağ tarafında yer almıştır. Logaritmik doz-% ölüm eğrileri ve eğim değerlerine bakarak Dalakderesi, Tepeköy ve Erzin popülasyonlarının diğer popülasyonlara göre daha heterojen bir yapı gösterdikleri belirlenmiştir.



popülasyonları için LC<sub>90</sub> değerleri yine sırası ile 6954.3, 4108.9, 4489.7, 2786.7, 1611.1, 1858.5, 1545.6, 2305.7 ml/l olarak belirlenmiştir. Hassas popülasyon için LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri 35.9 ve 358.8 ml/l olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Farklı *Ceratitis capitata* popülasyonlarının tau-fluvalinate etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri

Bölge	N*	Eğim±SE	LC <sub>50</sub> ml/l % 95 Güven Aralığı	LC <sub>90</sub> ml/l % 95 Güven Aralığı	DO** (LC <sub>50</sub> )
H***	330	1.282 ± 0.139	35.9 25.8-49.614	358.8 220.0-723.3	-
Dalakderesi	370	1.526 ± 0.173	233.1 173.6-312.9	1611.1 1037.5-3062.8	6.49
Çağlarca	400	1.074 ± 0.129	445.5 308.4-658.6	6954.3 3626.6-18804.0	12.40
Tepeköy	340	1.086 ± 0.127	296.2 206.4-445.9	4489.7 2293.9-12440.0	8.25
Kayışlı	350	0.963 ± 0.125	107.7 69.1-160.7	2305.7 1187.3-6553.2	3.02
Erzin	330	1.153 ± 0.135	143.7 100.6-203.1	1858.5 1066.4-4260.5	4.03
Misis	330	1.198 ± 0.131	237.2 169.8-338.9	2786.8 1581.4-6374.7	6.60
Bekirde	320	1.143 ± 0.128	116.8 81.5-164.9	1545.7 901.564-3391.077	3.25
Karayusuflu	340	1.157 ± 0.135	320.8 225.8-454.9	4108.9 2338.9-9529.8	8.94

N\*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

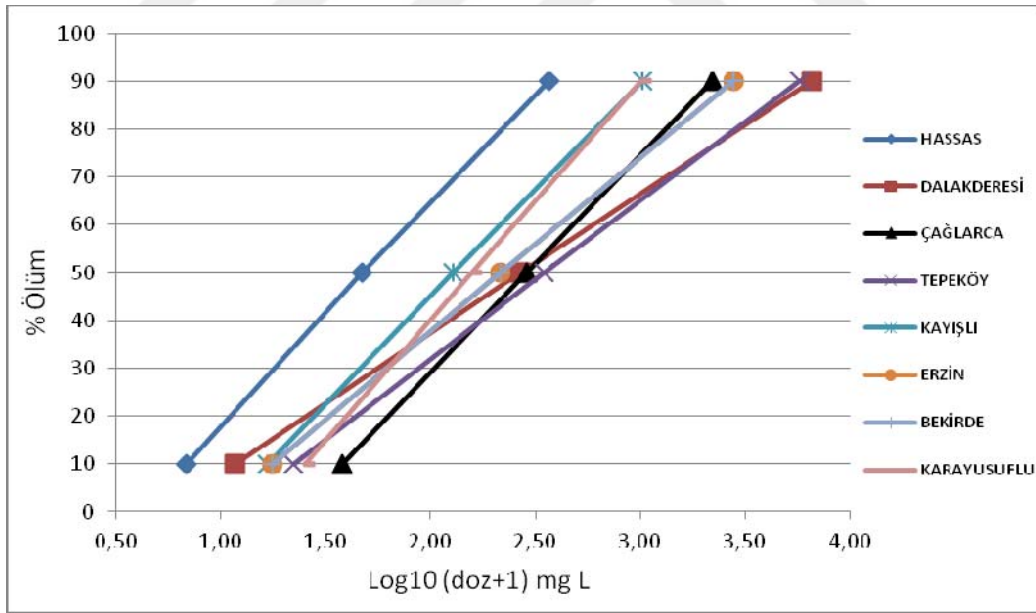
DO\*\*: Tarla popülasyonunun LC<sub>50</sub> değeri / Hassas popülasyonun LC<sub>50</sub> değeri

H\*\*\*: Hassas popülasyon (sarıçam Lokasyonu)

*Ceratitis capitata* popülasyonlarının tau-fluvalinate etkili maddesinin yapılan bioassay çalışmalar sonucunda en yüksek direnç oranının 12.40 kat ile Çağlarca (Mersin) bölgesinde olduğu, en düşük direnç oranının ise 3.02 kat ile Kayışlı (Adana) lokasyonunda olduğu saptanmıştır. Ülkemizde tau-fluvalinate etkili maddesinin Akdeniz meyvesineği'ne ruhsatı bulunmamaktadır. Antep fıstığı, şeftali, elma, domates, kiraz, pamuk gibi bitkilerde yaprak bitleri, yaprak psillası ve

bazı lepidopter zararlılarına karşı ruhsatı olan bir insektisittir. Ancak Doğu Akdeniz Bölgesinde Akdeniz meyvesineğinin mücadelesinde en çok kullanılan ilaçlardan birisidir. Doğu Akdeniz Bölgesinde, çalışma kapsamında yaptığımız anketlerle yaklaşık 100 bayi ve çiftçilere Akdeniz meyvesineğinin mücadelesinde kullandıkları ilaçlar sorulmuş ve %25 lik kısmın tau-fluvalinate etkili maddesini kullandığı ve etkisinin son dönemlerde azaldığını belirtmişlerdir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'ne bağlı 8 farklı *C. capitata* popülasyonlarının ve hassas popülasyonun tau-fluvalinate etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.3'de verilmiştir. Hassas popülasyon grafiğin en solunda yer alırken direnç belirlenen popülasyonlara ait eğriler ise grafiğin sağ tarafında yer almıştır. Lethal doz % ölüm eğrileri ve eğim değerlerine bakarak Kayışlı, Çağlarca ve Tepeköy popülasyonlarının diğer popülasyonlara göre daha heterojen bir yapı gösterdikleri belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Farklı *Ceratitis capitata* popülasyonlarının tau-fluvalinate etkili maddeli ilaca karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-% ölüm eğrileri.

#### 4.1.1.4. *Ceratitis capitata* Popülasyonunun Spinosad Etkili Maddeli İnektisite Karşı Gösterdikleri Direnç Düzeyleri

*Ceratitis capitata* popülasyonunun spinosad etkili maddeli inektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Spinosad uygulaması sonucunda LC<sub>50</sub> değerlerine göre en dirençli bulunan popülasyon Karayusuflu olarak saptanmış bunu azalan direnç sıralamasına göre Çağlarca, Erzin, Tepeköy, Kayışlı, Dalakderesi, Bekirde popülasyonları takip etmiştir. Yukarıdaki popülasyon sıralamasına bağlı olarak hassas popülasyona göre direnç oranları ise 3.02, 2.69, 2.63, 2.53, 2.37, 2.09 ve 1.75 kat olarak belirlenmiştir. Karayusuflu popülasyonunun LC<sub>50</sub> değeri 166.9, ml/l olarak bulunurken, diğer tarla popülasyonlarının LC<sub>50</sub> değerleri bildirilen direnç sıralamasına göre 148.9, 145.435, 140.3, 131.3, 115.6 ve 97.2 ml/l olarak saptanmıştır. Karayusuflu, Çağlarca, Erzin, Tepeköy, Kayışlı, Dalakderesi ve Bekirde popülasyonları için LC<sub>90</sub> değerleri yine sırası ile 1365.8, 1443.9, 1364.5, 1170.1, 1038.1, 1076.9 ve 640.4 ml/l olarak belirlenmiştir. Hassas popülasyon için LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri 55.3 ve 479.6 ml/l olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı *Ceratitis capitata* popülasyonlarının spinosad etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri direnç düzeyleri

Bölge	N*	Eğim±SE	LC <sub>50</sub> ml/l % 95 Güven Aralığı	LC <sub>90</sub> ml/l % 95 Güven Aralığı	DO** (LC <sub>50</sub> )
Hassas***	340	1.366 ± 0.157	55.3 39.3-75.6	479.6 305.1-923.1	-
Dalakderesi	320	1.322 ± 0.154	115.6 81.7-159.1	1076.9 672.1-2150.5	2.09
Çağlarca	300	1.299 ± 0.151	148.9 106.2-206.2	1443.9 877.6-3012.3	2.69
Tepeköy	330	1.391 ± 0.158	140.3 101.5-190.9	1170.1 741.5-2269.5	2.53
Kayışlı	300	1.427 ± 0.183	131.3 95.6-181.2	1038.1 625.6-2285.6	2.37
Erzin	270	1.318 ± 0.161	145.4 98.6-201.8	1364.5 872.9-2630.8	2.63
Bekirde	320	1.566 ± 0.176	97.2 72.9-129.6	639.7 417.9-1186.5	1.75
Karayusuflu	320	1.404 ± 0.158	166.9 122.3-227.7	1365.8 854.7-2703.9	3.02

N\*: Denemede kullanılan toplam birey sayısı

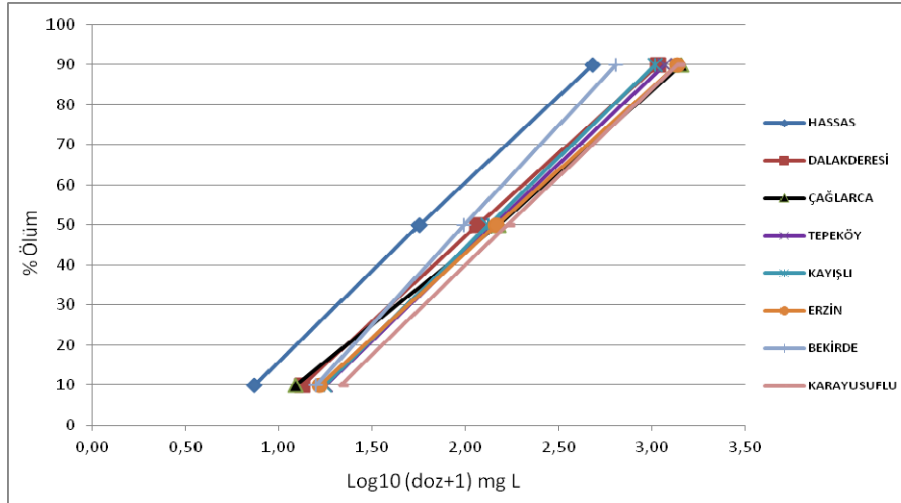
DO\*\*: Tarla popülasyonunun LC<sub>50</sub> değeri / Hassas popülasyonun LC<sub>50</sub> değeri

H\*\*\*: Hassas popülasyon

*Ceratitis capitata*'nın spinosad etkili maddesine karşı gösterdiği en yüksek direnç oranı 3.02 kat ile Karayusuflu (Adana) lokasyonunda en düşük direnç oranı ise 1.75 kat ile Bekirde (Mersin) lokasyonunda saptanmıştır. Yaptığımız çalışmada diğer ilaçlara kıyasla en düşük direnç düzeyi spinosad etkili maddesinde bulunmuştur. Bunun sebebinin ise bu insektisidin üreticiler tarafından Akdeniz meyvesineği mücadelesinde daha az kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında yapılan anket sonuçları da bu durumu

destekler niteliktedir. Akdeniz meyvesineğinin mücadelesinde kullanılan spinosad etkili maddesi için yapılmış direnç çalışması yoktur. Ancak Tephritidae familyasına bağlı diğer meyve sinekleri üzerine yapılmış çalışmalar mevcuttur. Örneğin; Chun hsu ve Feng (2006) *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae)'in spinosad etkili maddesine karşı direnç düzeyini belirlemişler ve bunu laboratuvar ortamında topikal uygulama yöntemiyle saptamışlardır. Sekiz generasyon sonunda spinosad uygulanmış popülasyonun hassas popülasyona göre 408 kat dirençli olduğunu saptamışlardır.

Doğu Akdeniz Bölgesi'ne bağlı 8 farklı *C. capitata* popülasyonlarının ve hassas popülasyonun Spinosad etkili maddeli insektisite karşı gösterdikleri logaritmik doz-% ölüm eğrileri Şekil 4.4'te verilmiştir. Hassas popülasyon grafiğin en solunda yer alırken direnç belirlenen popülasyonlara ait eğriler ise grafiğin sağ tarafında yer almıştır. Logaritmik doz yüzde ölüm eğrileri ve eğim değerlerine bakarak Çağlarca, Erzin ve Dalakderesi popülasyonlarının diğer popülasyonlara göre daha heterojen bir yapı gösterdikleri belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Farklı *Ceratitıs capitata* popülasyonlarının spinosad etkili maddeli ilaca karşı göstermiş oldukları logaritmik doz-% ölüm eğrileri.

Günümüzde tarımsal zararlılarla kimyasal mücadelede en önemli sorunların başında direnç gelmektedir. Bir insektisite karşı zararlıların duyarlılığı azaldıkça insektisitlerin etkinliği de azalmaktadır. Bundan dolayı üreticilerin yaptığı en büyük yanlış, kullandığı insektisitlerin dozunu yükselterek eski başarıyı yakalamaya çalışmalarıdır. Bunu yaparken maliyetin ve çevre sorunlarının arttığı gibi zararlıların direnç geliştirmesine neden olmaktadır. Bilinçsiz ve kontrolsüz insektisit kullanımı direncin daha hızlı ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Tosun ve Delen, 1996).

Yapılan çalışma sonucunda Akdeniz meyvesineği'ne karşı en fazla direnç 23.8 kat ile esfenvalerate ilacında, en az direnç ise 1.75 kat direnç ile spinosad ilacında saptanmıştır. Hayashi (1983), direnç oranlarına göre yaptığı sınıflandırma sisteminde direnç oranı 10'dan küçük ise direnç oranı "düşük", 10 ile 40 arasında ise direnç oranı "orta", 41 ile 160 arasında ise direnç oranı "yüksek", 160'dan büyük ise direnç oranı "çok yüksek" olarak değerlendirmiştir. Yapılan analizlere bağlı olarak bu çalışmada saptanan direnç oranları düşük ve orta düzeyde gerçekleşmiştir.

#### **4.2. Arazi Koşullarında Farklı İsektisitlerin Akdeniz Meyvesineği'nin Erginlerine ve Üreme Gücüne Etkisi**

*Ceratitis capitata*'nın kimyasal mücadelesinde üreticilerin kullandıkları insektisitlerin, uygulama yapıldıktan sonraki 1., 4., 7. ve 10. günlerde Akdeniz meyvesineği'nin erginlerinin ölüm oranına etkisi ortaya konulmuştur (Çizelge 4.5). Akdeniz meyvesineği'ne uygulanan farklı insektisitlerin uygulamadan sonraki günlerde ölüm oranları arasındaki farklılıklar 1. , 4. ve 7. günlerde önemli bulunurken ( $p < 0.05$ ), 10. günde denemeye alınan hiçbir insektisit Akdeniz meyvesineği erginini öldürmediği görülmüştür (Çizelge 4.5).

Yapılan çalışmada 1. gün sonunda en yüksek ölüm oranının spinosad etkili maddesinde olduğu saptanırken; en düşük ölüm oranının ise tau-fluvalinate etkili

maddesinde olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmanın 4. gün sonunda ölüm oranları incelendiğinde en yüksek ölüm oranının spinosad ve malathion etkili maddeli insektisitlerde olduğunu; en düşük ölüm oranının ise tau-fluvalinate etkili maddede olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.5).

İlaçların etkinlikleri tek tek incelendiği çalışmada 7. günde ise spinosad etkili maddesinde %10'luk, malathion etkili maddesinde %2.5'luk ölüm olduğu saptanırken, esfenvalerate ve tau-fluvalinate etkili maddeli insektisitlerin erginlerin hiçbirini öldüremediği belirlenmiştir. Denemeye alınan insektisitlerin hiçbirisi ilaç atımından sonraki 10. günde Akeniz meyvesineği erginini öldürememiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. *Ceratitis capitata*'nın kimyasal mücadelesinde üreticilerin kullandıkları insektisitlerin, uygulama yapıldıktan 1., 4., 7. ve 10. günden sonra Akdeniz meyvesineği'nin erginlerinin ölüm oranına etkisi (%ABBOTT)

İLAÇ	N**	1. GÜN	4. GÜN	7. GÜN	10. GÜN
<b>Spinosad</b>	10	82.50± 2.50 a*	50.0 ± 4.08a	10 ± 0.0a	0.0 ± 0.0
<b>Malathion</b>	10	52.50 ± 2.50 b	32.50 ± 2.5 a	2.5 ± 2.5 ab	0.0 ± 0.0
<b>Tau-fluvalinate</b>	10	17.50 ± 2.50 c	0.0 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0
<b>Esfenvalerate</b>	10	22.50 ± 2.50 c	2.50 ± 2.50 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0
<b>Sd</b>		3, 12	3, 12	3, 12	-
<b>F</b>		145.00	80.29	14.33	-
<b>P</b>		0.00	0.00	0.00	-

\* Ortalamalar yukarıdan aşağıya doğru izlendiğinde aynı harfi içermiyorsa TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre istatistik olarak farklıdır ( $\alpha:0.05$ ).

\*\* Denemede kullanılan birey sayısı

Bahçe üzerinde ilaçlanan meyveler üzerine bırakılan Akdeniz meyvesineği erginlerden elde edilen ölüm oranları, labratuvarda kurulan bioassay çalışmalarına paralel sonuç göstermiştir.

Akdeniz meyvesineğinin kimyasal mücadelesinde kullanılan insektisitlerin, uygulama sonrası 1., 4., 7. ve 10. günden sonra ilaçlı meyveler, meyvesineği erginleri ile 24 saat aynı ortamda bırakılmış ve ölüm oranları Çizelge 4.5 verilmiştir.

Bu 24 saat sonucunda kavanoz içinde bekletilen meyveler bu süre sonunda çıkarılıp ayrı kavanozlarda takipleri yapılarak her meyve içindeki larva sayıları belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. *Ceratitis capitata*'nın kimyasal mücadelesinde kullanılan insektisitlerin uygulamadan sonraki günlerin üreme gücüne etkisi

İLAÇ	1. GÜN	4. GÜN	7. GÜN	10. GÜN
<b>Spinosad</b>	1.33±0.20	1.67±0.21	3.33±0.33	4.70±0.03
<b>Malathion</b>	1.67±0.13	3.00±0.17	3.67±0.17	6.00±0.20
<b>Tau-fluvalinate</b>	4.33±0.17	4.00±0.15	6.00±0.19	6.30±0.23
<b>Esfenvalerate</b>	4.00±0.22	4.00±0.2	5.30±0.58	5.30±0.58
<b>Sd</b>	3, 8	3, 8	3, 8	3, 8
<b>F</b>	0.722	0.364	0.994	0.491
<b>P</b>	0.566	0.781	0.443	0.698

\* Ortalamalar yukarıdan aşağıya doğru izlendiğinde aynı harfi içermiyorsa TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre istatistik olarak farklıdır ( $\alpha:0.05$ )

Akdeniz meyvesineği ile 24 saat maruz bırakılan meyveler ayrı ortamlarda incelemeye alınmış ve meyve sineğinin yumurta bıraktığı meyvelerden bir süre

sonra çıkan larva sayıları grafikte verilmiştir (Çizelge 4.6). Birinci günde en yüksek larva sayısı 4.33 adet ile tau-fluvalinate atılan meyvelerde görülmüşken bunu 4 adet larva sayısı ile esfenvalerate takip etmiştir. Malathion ve spinosad ilacı uygulanan meyvelerde 1. gün yüksek ölüm oranına paralel olarak daha az sayıda larva elde edilmiştir. Tau-fluvalinate ve esfenvalerate uygulanan meyvelerde çıkan larva sayısı ile malathion ve spinosad kullanılmış meyvelerden çıkan larva sayıları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz olsa da larva ortalamaları arasında iki katından fazla fark görülmüştür. İlaç atımından 4 gün sonra meyve sinekleri ile maruz bırakılan meyvelere bakıldığında 1. güne göre daha yüksek sayıda larva tespit edilmiştir. 1. günde olduğu gibi en düşük larva tespiti spinosad uygulanmış meyvelerde saptanırken malathion uygulanmış meyvelerde bu oran iki katına çıkmıştır. Tau-fluvalinate ve esfenvalerate etkili uygulanmış meyvelerde de larva artışı gözlemlenmiştir. Larva sayıları 7. günde spinosad ilacında 1. güne göre iki katına çıkmıştır. Esfenvalerate ve tau-fluvalinate ilaçları uygulanmış meyvelerdeki larva sayısı en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Onuncu günde ise larva sayısı kullanılan tüm insektisitlerde normal vuruş oranına ulaşmış (5-6 larva) olup larva sayıları en az spinosad uygulanmış meyvelerde saptanmıştır.

Bu çalışmada Akdeniz meyvesineği, esfenvalerate ve tau-fluvalinate etkili maddelerine orta derecede dayanıklılık gösterirken malathiona ilacına kısmi, spinosad ilacına ise düşük direnç oranı göstermiştir. İlaç kullanılmış meyvelere bırakılan yumurta sayılarına bakıldığında yine bu çalışmayı destekleyici sonuçlar elde edilmiştir.

### **4.3. Biyokimyasal Analiz Sonuçları**

#### **4.3.1. Esteraz Enzim Aktivitesi Analiz Sonuçları**

Toplam esteraz enzim aktivitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda, popülasyonlar ve esteraz enzim aktivitesi arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Doğu Akdeniz Bölgesi'nin dokuz farklı noktasından toplanmış *Ceratitis capitata* popülasyonlarının esteraz enzim aktivitesi sonuçları

Lokasyon	N*	mOD/min/mg protein	T/S***
Hassas popülasyon	3	0.86 ± 0.06 e**	-
Dalakderesi	3	2.68 ± 0.05 bc	3.11
Çağlarca	3	2.76 ± 0.04 b	3.20
Misis	3	1.69 ± 0.04 d	1.96
Bekirde	3	2.36 ± 0.03 c	2.74
Karayusufllu	3	2.08 ± 0.08 d	2.41
Tepeköy	3	3.36 ± 0.03 a	3.90
Kayışlı	3	1.84 ± 0.05 d	2.13
Erzin	3	2.54 ± 0.04 bc	2.95

\* Tekerrür sayısı

\*\* Ortalamalar yukarıdan aşağıya doğru izlendiğinde aynı harfi içermiyorsa TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak farklıdır ( $\alpha:0.05$ )

\*\*\* Tarla popülasyonunun enzim aktivitesi / hassas popülasyonun enzim aktivitesi

*Ceratitis capitata* popülasyonlarında en yüksek esteraz enzim aktivitesi 3.36 mOD/min/mg protein değeriyle Tepeköy popülasyonunda belirlenmiş olup bu popülasyonu 2.76 mOD/min/mg protein değeriyle Çağlarca, 2.68 mOD/min/mg protein değeriyle Dalakderesi, 2.54 mOD/min/mg protein değeriyle Erzin, 2.36 mOD/min/mg protein değeriyle Bekirde, 2.08 mOD/min/mg protein değeriyle Karayusufllu, 1.84 mOD/min/mg protein değeriyle Kayışlı, 1.69 mOD/min/mg protein değeriyle Misis popülasyonu izlemiştir. Hassas popülasyonun esteraz enzim aktivitesi ise 0.86 mOD/min/mg protein olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Dirençli olan tarla popülasyonlarının enzim aktiviteleri ile hassas popülasyonun enzim aktivitesi oranlandığında (T/S) çıkan değerler sırasıyla Tepeköy, Çağlarca, Dalakderesi, Erzin, Bekirde, Karayusufllu, Kayışlı ve misis popülasyonları için 3.90, 3.20, 3.11, 2.95, 2.74, 2.41, 2.13 ve 1.96 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Esteraz enzimi Organofosfat grubu insektisitlerin direncinde önemli rol oynamaktadır (Kakani, 2008). En yüksek esteraz enzim seviyesi Tepeköy(Mersin) bölgesinde saptanmıştır. Yine yaptığımız çalışmada Organofosfat gruplu bir insektisit olan malathion ilacına en fazla direnç gösteren bölgenin Tepeköy (Mersin) olduğu belirlenmiştir. Bu da Tepeköy bölgesinde gelişen malathion direncinde esteraz enziminin etkili olduğu düşünülebilir.

Akdeniz meyvesineğide esteraz enzim aktivitesi üzerine yapılmış çalışmalar incelendiğinde; Magana ve ark. (2008) de yaptığı çalışmada Akdeniz meyvesineğinin malathiona direnci çalışılmış ve dirençli popülasyonlarında hassas popülasyona göre daha yüksek oranda esteraz enzimi saptamışlardır. Kakani (2008), Akdeniz meyvesineğinin organofosfat grubundaki insektisitlere geliştirdikleri direncin, esteraz enzim aktivitesinin artmasından kaynaklandığını saptamıştır. Koren ve ark. (2014), Dişi *C. capitata* sineklerindeki malathion toleranslılığının yüksek karboksilesteraz aktivitesinden kaynaklı olduğunu belirlemişlerdir.

#### **4.3.2. Glutathion S-Transferaz (GST) Enzim Aktivitesi Analiz Sonuçları**

Glutathion S transferaz enzim aktivitesinin belirlemek amacıyla yapılan analizlerde, popülasyonlar ve GST enzim aktivitesi arasında istatistiksel bakımdan farklılık gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.8)

Çizelge 4.8. Doğu Akdeniz Bölgesi'nin dokuz farklı noktasından toplanmış *Ceratitıs capitata* popülasyonlarının GST enzim aktivitesi sonuçları

Lokasyon	N*	mOD/min/mg protein	T/S***
Hassas popülasyon	3	2.20 ± 0.01	-
Dalakderesi	3	2.34 ± 0.03	1.06
Çağlarca	3	2.29 ± 0.04	1.04
Misis	3	2.19 ± 0.05	0.99
Bekirde	3	2.22 ± 0.05	1.01
Karayusuflu	3	2.23 ± 0.06	1.01
Tepeköy	3	2.32 ± 0.07	1.05
Kayışlı	3	2.21 ± 0.02	1.00
Erzin	3	2.28 ± 0.05	1.04

\* Tekerrür sayısı

\*\*Ortalamalar yukarıdan aşağıya doğru izlendiğinde aynı harfi içermiyorsa TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre istatistik olarak farklıdır ( $\alpha:0.05$ ).

\*\*\* Tarla popülasyonunun enzim aktivitesi / hassas popülasyonun enzim aktivitesi

*Ceratitıs capitata* popülasyonlarında en yüksek GST enzim aktivitesi 2.34 mOD/min/mg protein değeriyle Dalakderesi popülasyonunda belirlenmiş olup bu popülasyonu 2.32 mOD/min/mg protein değeriyle Tepeköy, 2.29 mOD/min/mg protein değeriyle Çağlarca, 2.28 mOD/min/mg protein değeriyle Erzin, 2.23 mOD/min/mg protein değeriyle Karayusuflu, 2.22 mOD/min/mg protein değeriyle Bekirde, 2.21 mOD/min/mg protein değeriyle Kayışlı, 2.19 mOD/min/mg protein değeriyle Misis popülasyonu izlemiştir. Hassas popülasyonun GST enzim aktivitesi ise 2.20 mOD/min/mg protein olarak bulunmuştur. Dirençli olan tarla popülasyonlarının enzim aktiviteleri ile hassas popülasyonun enzim aktivitesi oranlandığında (T/S) çıkan değerler sırasıyla Dalakderesi, Tepeköy, Çağlarca, Erzin, Karayusuflu, Bekirde, Kayışlı ve misis popülasyonları için sırasıyla 1.06, 1.05, 1.04, 1.04, 1.01, 1.01, 1.00, 0.99 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Akdeniz meyvesineğinin geliştirmiş olduğu dirençte etkili olarak düşündüğümüz diğer enzim grubu Glutathion S-transferaz enzimidir. Organik fosforlu, Organik klorlu insektisitlere karşı gelişen dirençte önemli bir rolü vardır (Susurluk, 2008). Ancak yaptığımız biyokimyasal analiz sonuçları incelendiğinde, Akdeniz meyvesineğinin direnç geliştirmesinde önemli bir enzim olarak düşündüğümüz GST enziminin dirençli popülasyonlar ile hassas popülasyon arasında istatistiksel olarak fark olmadığı saptanmıştır. Bu sonuçlara göre GST enziminin bu dört insektisit grubunun direnç geliştirmesinde önemli bir enzim olmadığı düşünülebilir. Koren ve ark. (2014), 18 generasyon boyunca malathion ilacına maruz bırakılan ve direnç geliştiren dişi *C. capitata*'nın popülasyonlarına biyokimyasal analizler yapıldığında esteraz enzim seviyesinin arttığı ancak GST enziminde bir değişiklik olmadığını saptamışlardır.

Sentetik pyrethroidli esfenvalerate ve tau-fluvalinate etkili maddeli ilaçlar voltaj kapılı sodyum kanallarına etki ederler (Scharf 2003). Bu yüzden meyvesineğinin bu insektisitlere geliştirdiği direncin sodyum kanallarıyla bağlantılı olduğu düşünülebilir.

Akdeniz meyvesineği dünyada geniş bir yaşam alanına sahip global bir zararlıdır. Ülkemizde de turunçgiller, sert çekirdekli ve yumuşak çekirdekli gibi özellikle ihracatımızda önemli yer tutan meyve gruplarında ana zararlı konumundadır ve toleransı sıfırdır.

Akdeniz meyvesineği'nin mücadelesinde dünyada genel olarak kısmi yem-dal ile kimyasal mücadele yöntemi, kitle yakalama tuzakları ve bunun yanında bazı bölgelerde kısır erkek salımı kullanılsa da bölgemizde olduğu gibi en fazla kimyasal mücadele yöntemi tercih edilmektedir (Yayla ve Satar 2018).

Akdeniz meyvesineği'nin mücadelesinde kısmi yem-dal ilaçlama ile tuzaklı mücadeleyi birleştirme yöntemi önerilmesine rağmen, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde daha çok ruhsatsız insektisitlerle kaplama ilaçlama yöntemi kullanılmaktadır. Bölgemizde yaptığımız anketler sonucunda üreticilerimiz meyve

sineğinin mücadelesi için sezonda 6-7 kez ilaç attıklarını ve yaptıkları ilaçların etkinliklerinden memnun olmadıklarını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada bioassay ve biyokimyasal yöntemler kullanılarak Akdeniz meyvesineğinin kullanılan ilaçlara karşı direnç düzeyi belirlenmiştir. Yapılan bioassay çalışmalarında Akdeniz meyvesineği esfenvalerate ve tau-fluvalinate etkili maddelerine karşı orta düzeyde direnç geliştirdiği saptanmıştır. Malathion ilacına kısmi, spinosad etkili maddesine karşı ise düşük düzeyde direnç geliştirdiği belirlenmiştir. Gelişen bu direncin nedeni biyokimyasal yöntemlerle araştırılmış olup direnç gelişiminde önemli enzimler olan Esteraz ve GST enzim oranlarına bakılmıştır. Esteraz enziminin hassas popülasyona göre daha yüksek düzeyde çıktığı ve bu enzimin direnç gelişiminde rol oynadığı belirlenmiştir. GST enziminin hassas popülasyondaki değeri ile dirençli olduğu düşünülen bölgelerdeki GST enzim değeri arasında bir fark görülmemiştir. Bundan dolayı GST enziminin Akdeniz meyvesineğinin direnç geliştirmesinde önemli bir enzim olmadığı düşünülebilir.

Yapılan bioassay ve biyokimyasal çalışmalarının yanında üreticilerin kullandıkları insektisitler tarla dozlarında mandalina bahçesine püskürtülmüştür. Uygulamadan sonraki günlerde (1., 4., 7., 10. gün) bahçeden meyve örnekleri alınarak labratuvarda meyve sinekleri ile beraber aynı kavanozlarda bekletilmiş ve bu süre sonunda meyve sineklerinin ölüm oranlarına ve bu meyvelerden çıkan larva sayılarına bakılmıştır.

Akdeniz meyvesinekleri yumurta bırakmadan önce 5-10 dakika meyve yüzeyinde gezer ve daha sonra yumurtasını bırakır. Yapılan çalışmada 24 saat meyvesineği ile aynı ortamda bırakılmıştır. Bu süre sonunda kavanozdaki ölü sinekler sayıldığında bu çalışmada belirlenen direnç oranlarına paralel sonuçlar saptanmıştır. Meyvelerden çıkan larva sayıları ise yine saptanan direnç oranlarını destekleyici sonuçlar vermiştir.



**SONUÇ VE ÖNERİLER**

Ülkemizde meyve üretim miktarları 2017 yılında bir önceki yıla göre %9,7 oranında artarak 20 milyon 809 bin ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK 2017). Meyve üretiminin hızlı bir şekilde artmasıyla ihracatta da yıldan yıla artış görülmüştür. Türkiye geneli meyve sektöründe en fazla ihraç edilen ürünlere bakıldığında birinci sırada %38 ile narenciye yer almaktadır. Bu grubu ise %35 ile yumuşak ve sert çekirdekli meyveler takip etmektedir (AKİB, 2017). Meyve sektörünün Türkiye geneli ihracatı ülke bazında incelendiğinde; 2017 yılında en fazla ihracat yapılan ülkeler arasında birinci sırayı % 29 pay ile Rusya Federasyonu'nun aldığı görülmektedir. Rusya Federasyonu'nu sırası ile %11 ile Irak, %9 ile Almanya, %6 ile Romanya ve %5 ile Ukrayna izlemiştir (AKİB 2017). Bu meyvelerin üretim ve ihracatı yapılırken çeşitli zararlılar verim ve kaliteyi düşürerek ihracatta sorun çıkarmaktadır

*Ceratitis capitata* erginlerinin esfenvalerate, spinosad, tau-fluvalinate ve malathion etkili maddelerine karşı direnç düzeylerinin belirlendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. *Ceratitis capitata* erginlerine esfenvalerate etkili maddesi ile yapılan bioassay çalışmalarında popülasyonlar arasında en dirençli bulunan Çağlarca popülasyonunun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri, 735.3 ve 11395.0 ml/l olarak belirlenmiştir. En hassas popülasyon olan Dalakderesi popülasyonunun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri 313.1 ve 3552.7 ml/l olarak saptanmıştır. En dirençli popülasyon olan Çağlarca bölgesinin direnç oranı hassas popülasyona göre 23.80 kat iken bu etkili maddeye en hassas popülasyon olan Dalakderesi'nin direnç oranı hassas popülasyona göre 10.16 kat olarak bulunmuştur.
2. *Ceratitis capitata* erginlerine spinosad etkili maddesi ile yapılan bioassay çalışmalarında popülasyonlar arasında en dirençli bulunan Karayusuflu

popülasyonunun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri, 166.9 ve 1365.8 ml/l olarak belirlenmiştir. En hassas popülasyon olan Bekirde popülasyonunun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri 97.2 ve 639.7 ml/l olarak saptanmıştır. En dirençli popülasyon olan Karayusuflu bölgesinin direnç oranı hassas popülasyona göre 3.02 kat iken bu etkili maddeye en hassas popülasyon olan Bekirde'nin direnç oranı hassas popülasyona göre 1.75 kat olarak bulunmuştur.

3. *Ceratitis capitata* erginlerine tau-fluvalinate etkili maddesi ile yapılan bioassay çalışmalarında popülasyonlar arasında en dirençli bulunan Çağlarca popülasyonunun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri, 445.5 ve 6954.3 ml/l olarak belirlenmiştir. En hassas popülasyon olan Kayışlı popülasyonunun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri 107.7 ve 2305.7 ml/l olarak saptanmıştır. En dirençli popülasyon olan Çağlarca bölgesinin direnç oranı hassas popülasyona göre 12.40 kat iken bu ilaca en hassas popülasyon olan Kayışlı'nın direnç oranı hassas popülasyona göre 3.10 kat olarak belirlenmiştir.
4. *Ceratitis capitata* erginlerine malathion etkili maddesi ile yapılan bioassay çalışmalarında popülasyonlar arasında en dirençli bulunan Tepeköy popülasyonunun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri, 349.1 ve 5721.9 ml/l olarak belirlenmiştir. En hassas popülasyon olan Kayışlı popülasyonunun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri 127.3 ve 1026.1 ml/l olarak saptanmıştır. En dirençli popülasyon olan Tepeköy popülasyonunun direnç oranı hassas popülasyona göre 7.54 kat iken bu etkili maddeye en hassas popülasyon olan Kayışlı'nın direnç oranı hassas popülasyona göre 2.75 kat olarak belirlenmiştir.
5. Esfenvalerate ve tau-fluvalinate etkili maddelerle yapılan bioassay çalışmalarında her iki insektisite dirençli popülasyon Çağlarca olarak belirlenmiş olup bu ve buna benzer sonuç gösteren bölgelerde her iki insektisit kullanılması başarısız sonuçlar alınması kaçınılmaz

olacaktır. Bu yüzden farklı etki mekanizmasına sahip ilaçlar kullanılması bu bölgeler için önerilebilir.

6. Spinosad ilacının yapılan bioassay çalışmamızda en düşük direnç verilerine sahip olan insektisit grubu olduğunu, ancak direncin başladığını ve ileriki dönemlerde takibi yapılması gereken bir insektisit olduğu unutulmamalıdır.
7. Her popülasyon için ayrı ayrı yapılan biyokimyasal analizler incelendiğinde en yüksek esteraz enzim aktivitesi 3.36 mOD/min/mg protein değeriyle Tepeköy popülasyonu olmuştur. En düşük esteraz enzim aktivitesi ise 1.69 mOD/min/mg protein değeriyle Misis popülasyonu olmuştur. Organofosfat insektisitlerin direnç geliştirmesinde esteraz enzimi önemli bir rol oynamaktadır (Kakani, 2008). Bu bağlamda Tepeköy başta olmak üzere diğer lokasyonlarda saptanan malathion direncinin esteraz enziminden kaynaklandığı söylenebilir.
8. Yapılan bioassay çalışmalarında Akdeniz meyvesineği'nin en çok direnç kazandığı ilaç esfenvalerate etkili maddesi olup, bu ilacı sırasıyla tau-fluvalinate, malathion ve spinosad izlemektedir.
9. Arazide yapılan ilaç denemelerinde yüzde ölüm oranlarına göre istatistiksel açıdan Akdeniz meyvesineğine en etkili ilaç spinosad iken etkisi en düşük ilaç esfenvalerate ve tau-fluvalinate olduğu görülmüştür. Bu sonuç yaptığımız bioassay denemelerinde çıkan sonuçlarla örtüşmektedir.
10. Arazide atılan ilaçların uygulamadan sonraki 1., 4., 7. ve 10. günler sonunda Akdeniz meyvesineği ile aynı ortamda bırakılan meyvelerin larva çıkışlarına bakıldığında 1. günde en az larva sayısı 1.33 ile spinosad etkili maddesi kullanılan meyvelerde görülürken en fazla larva ise 4.33 larva ortalaması ile tau-fluvalinate etkili maddesi kullanılan meyvelerde görülmüştür. Dördüncü gün meyvelerdeki larva sayısı spinosad etkili maddesi kullanılan meyvelerde iki katına, diğer etkili maddelerin kullanıldığı meyvelerde ise gözle görülür artışlar gözlemlenmiştir. Diğer

günlerde, kullanılan tüm insektisitlerde gün sayısı arttıkça larva sayısında da artış saptanmıştır.

11. Çalışma sonucunda elde edilen tüm sonuçlar incelendiğinde Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 8 farklı bölgeden toplanan *Ceratitis capitata* popülasyonlarında esfenvalerate, tau-fluvalinate, malathion ve spinosad etkili maddelerine karşı düşük ve orta dereceli direnç saptanmış olup zararlıların bu ilaçlara karşı gösterdiği dirençte esteraz enziminin rol oynadığı fakat GST enziminin direnç için önemli olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Tephritidae familyasına bağlı olan Akdeniz meyvesineğinin mücadelesinde en fazla kimyasal mücadele kullanılmaktadır. Benzer etki mekanizmasına sahip insektisitlerin yoğun kullanılması zararlıların bu insektisitlere direnç kazanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu bağlamda direnç gelişimini azaltmak için farklı etki mekanizmasına sahip ilaçları zamanında kullanıp diğer mücadele stratejileriyle birleştirmek gerekmektedir.

Sentetik pyrethroidli ilaçlar olan esfenvalerate ve tau-fluvalinate etkili maddeleri voltaj kapılı sodyum kanallarına etki ederler (scharf 2003). Bu nedenle meyve sineğinin bu insektisitlere geliştirdiği direncin sodyum kanallarıyla bağlantılı olduğunu, bu yüzden geniş çapta moleküler olarak çalışılıp sodyum kanalları incelenmeli ve direncin nedeni tam olarak ortaya çıkarılmalıdır.

Düşük düzeyde direnç belirlenen popülasyonların sık sık izlenmesi gerektiğini, bu tip popülasyonlarının ileride yüksek dirençli olma yolunda aday popülasyon olacağı unutulmamalıdır. Ayrıca direnç çalışmaları daha geniş çapta farklı popülasyonlarda yapmak yerinde olacaktır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar göstermektedir ki Akdeniz meyvesineğinin mücadelesinde kimyasal mücadeleye alternatif olan biyoteknik ve kültürel mücadele üzerinde daha çok durulması gerektiğini ve ileride daha dirençli popülasyonların önlenmesi için üreticilerin bu konuda bilgilendirilmesi Akdeniz meyvesineğinin mücadelesinde başarılı sonuçlar alınmasını sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- AKİB, 2017. Akdeniz ihracatçı birlikleri. <http://www.akib.org.tr/tr/default.html> (Erişim tarihi: 01.07.2019).
- Arouri, R, Le Goff, G., Hemden, H., Navarro-Llopis, V., M'saad, M., Castañera, P., Ortego, F. 2015. Resistance to lambda-cyhalothrin in Spanish field populations of *Ceratitis capitata* and metabolic resistance mediated by P450 in a resistant strain. *Pest management science*, 71(9), 1281-1291.
- Abbott, W.W. 1925, A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265-267, <http://dx.doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>.
- Başpınar, H. Çakmak, İ., Koçlu T. ve Başpınar N., 2009. Aydın ili meyve bahçelerinde Akdeniz meyvesineği *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin biyo-ekolojisi, zararı, yayılışı ve turuncğil bahçeleri üzerindeki çalışmaları. TOVAG 105O17, 56s Isparta.
- Bodenheimer F.S., 1951. *Citrus Entomology in the Middle East*. By Hoitsema Brothers, Groningen, Holland, 663p.
- Bradford, M. M. A., 1976. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72:248-253.
- Christenson L. D, Foote R. H., 1960. Biology of fruit flies. *Annual Review of Entomology*, 5:171-192.
- Chun.Hsu, J. C, & Feng, H. T., 2006. Development of resistance to spinosad in oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in laboratory selection and cross-resistance. *Journal of Economic Entomology*, 99(3): 931-936.
- Couso-Ferrer, F, Arouri, R., Beroiz, B., Perera, N., Cervera, A., Navarro-Llopis, V., & Ortego, F. 2011. Cross-resistance to insecticides in a malathion-resistant strain of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 104(4), 1349-1356.

- Demirdere, A., 1961. Çukurova Bölgesinde Akdeniz Meyve Sineği (*Ceratitıs capitata* Wied.)'nin Biyolojisi ve Mücadelesi Üzerinde Çalışmalar. Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Umum Müdürlüğü, Ayyıldız Matbaası, Ankara, 118s.
- Dindar, Ö.N, Kılınçer, N., 1992. Farklı yapay beslenme koşullarında *Ceratitıs capitata* (Wied) (Diptera: Tephritidae) erginlerine malathion'un toksisitesi üzerinde bir araştırma. Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 329–334. Entomoloji Derneği Yayınları No: 5. Bornova–İzmir, 747 s.
- Dinçay O., Civelek H. S. & Görmez, E., 2013. İzmir'de Yetiştirilen Satsuma (mandalina) ve Antalya'da Yetiştirilen Narlarda Akdeniz Meyve Sineği [*Ceratitıs capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)] Mücadelesinde Kullanılan İsektisitlerin Kalıntı Analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54(2), 231-238.
- Elfekih, S, Shannon, M., Haran, J., & Vogler, A. P. 2014. Detection of the Acetylcholinesterase Insecticide Resistance Mutation (G328A) in Natural Populations of *Ceratitıs capitata*. Journal of Economic Entomology, 107(5): 1965-1968.
- Escudero-Colomar LA, Vilajeliu M, Batllori L. 2008 Seasonality in the occurrence of the Mediterranean fruit fly [*Ceratitıs capitata* (Wied.)] in the north-east of Spain. Journal of Applied Entomology 132: 714-721.
- Finney, D. J., 1952. Probit analysis: Statistical treatment of the sigmoid curve. Cambridge university press, Cambridge, 318p.
- Couso-Ferrer F., Arouri R., Beroiz B., Perera N., Cervera A., Navarro-Llopis V., ... & Ortego F., 2011. Cross-resistance to insecticides in a malathion-resistant strain of *Ceratitıs capitata* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology, 104(4), 1349-1356..
- Hayashi, A., 1983. History present status and management of insecticide resistance. Pest Resistance to Pesticides Soft Sciences, Tokyo, 31-53s.

- İleri, M, 1961. Türkiye’de Akdeniz Meyve Sineği (*Ceratitıs capitata* Wied.) Durumu ve Mücadelesi. Tarım Bakanlığı, Ankara Zırai Mücadele Enstitüsü Md. Yayını, Ankara 38s.
- Israely N. U, Ritt &, Oman S. D, 2004. Inability of *Ceratitıs capitata* (Diptera: Tephritidae) to Overwinter in the Judean Hills Journal of Economic Entomology, 97 (1): 33-42.
- Kakani, E. G., and Mathiopoulos, K. D. 2008. Organophosphosphate resistance-related mutations in the acetylcholinesterase gene of Tephritidae. Journal of Applied Entomology, 132(9-10), 762-771.
- Kakani, E. G, Zygouridis, N. E., Tsoumani, K. T., Seraphides, N., Zalom, F. G., Mathiopoulos, K. D., 2010. Spinosad resistance development in wild olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) populations in California. Pest Management Science, 66(4), 447-453.
- Keiser, I, & Tomikawa, I. 1970. Species-specific toxicity of certain insecticides to tephritids in Hawaii suggested by unusual susceptibility relationships among oriental fruit flies, melon flies, and Mediterranean fruit flies. Journal of Economic Entomology, 63(6), 1746-1748.
- Koren, B, Yawetz, A., & Perry, A. S. (1984). Biochemical properties characterizing the development of tolerance to malathion in *Ceratitıs capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology, 77(4), 864-867.
- Liquido, N. J, R. T. Cunningham & S. Nakagawa, 1991. Host plants of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) on the Island of Hawaii (1949-1985 survey). Journal of Economic Entomology, 83: 1863-1878.
- Magaña, C, Hernández-Crespo, P., Ortego, F., & Castañera, P. 2007. Resistance to malathion in field populations of *Ceratitıs capitata*. Journal of Economic Entomology, 100(6), 1836-1843.

- Magaña, C, Hernández-Crespo, P., Brun-Barale, A., Couso-Ferrer, F., Bride, J. M., Castañera, P., ... & Ortego, F. 2008. Mechanisms of resistance to malathion in the medfly *Ceratitis capitata*. *Insect biochemistry and molecular biology*, 38(8), 756-762.
- Martinez-Ferrer M.T., Campos J.M., Fibia J.M., 2010. Martinez-Ferrer, M. T., Campos, J. M., & Fibla, J. M. (2010). Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) mass-trapping on Clementine groves in Spain: optimizing trap density. In *Proceedings of the 8th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance*, 26 September-1 October 2010, Valencia, Spain (pp. 316-324). Editorial Universitat Politècnica de València.
- Orphanidis, P. S. Kalmoukos, P., Betzios, B., & Kapetanakis, E., 1980. Development of resistance in *Ceratitis capitata* Wied. in laboratory under intermittent pressure of organophosphorous and chlorinated insecticides. In *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki* Vol. 12 (2): 198-207.
- Öncüer, C. 2004. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, No: 19, 424s. Aydın.
- Papadopoulos, N. T, B. I., Katsoyannos & J. R. Carey, 1998. Temporal changes in the composition of the overwintering larval population of the Mediterranean fruit flies (Dipt., Tephritidae) in Northern Greece. *Entomological Society of America*, 91(4): 430-434
- Rauch, N. and R. Nauen, 2003. Spirodiclofen Resistance Risk Assessment in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): a Biochemical Approach. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 74: 91-101.
- Ricalde, M. P., D. E Nava., A. E. Loeck & Donatti M. G. 2012. Temperature dependent development and survival of Brazilian populations of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, from tropical, subtropical and temperate regions. *Journal of Insect Science*, 12 (1), 33.

- Rossi, E., & Rainaldi, G. 2000. Induction of Malathion resistance in CCE/CC128 cell line of Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* (Wied.))(Diptera: Tephritidae). *Cytotechnology*, 34(1-2), 11-15.
- Satar S., Karacaoğlu M., Satar G., Uygun N., 2009. Turunçgil bahçelerinde *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae)'nin parazitoidlerinden *Lysiphlebus confusus* Tremblay and Eady, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) ve *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson)(Hymenoptera: Braconidae:Aphididae)'in biyolojik mücadele kullanıma olanakları üzerinde araştırmalar. TUBİTAK-TOVAG Proje NO:105O581, 107s
- Satar S. ve Tireng G., 2016. Okitsu mandarin çeşidinde *Ceratitis capitata* Wied.(Diptera: Tephritidae)'ya karşı tuzak kullanımının etkinliğinin belirlenmesi ve pomolojik özellikler ile vuruklu meyveler arasındaki ilişkinin saptanması. *Derim*, 33(2), 221-236
- Scharf M. E. 2003. Neurological effects of insecticides (In: Pimental D Eds: *Encyclopedia of Pest Management*), p1-5. New York, Marcel-Dekker.
- Stumpf, N. and Nauen, R. 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *T.urticae* (Acari:Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 72: 111-121.
- Susurluk, H., 2008. İki benekli kırmızıörümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae)'de piretroit insektisitlere karşı oluşan direncin moleküler karakterizasyonu. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, 153 s., Ankara.
- Tiring, G., 2015. *Ceratitis capitata* wied. (Diptera: Tephritidae)'nın Balcalı (Adana)'da farklı meyve bahçelerindeki populasyon dalgalanması ve laboratuvar koşullarında sıcaklığın gelişme süresine etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki koruma Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Adana, 69s.

- Thomas M. C., Heppner J.B., Woodruff R.E., Weems H.V., Steck G.J., Fasulo T.R., 2007. Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae). Fla Depart Agr Cons Serv, DPI. Entomol Cir.
- Tosun, N., N. Delen N 1996. Pestisitlerin Suda ve Toprakta Hareketlilikleri ve Kalıcılıkları. II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Simpozyumu. Bildiriler. 18-20 Kasım, Ankara, s 232-238.
- TÜİK, 2017. T. C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu İnternet Veritabanı, <http://www.tuik.gov.tr/jsp/duyuru/upload/vt/vt.htm>.erişim (Erişim Tarihi:26.08.2019)
- Uğurlu, S. 2001. *Heliothis armigera* (HUBN.) (Lepidoptera: Noctuidae)'nin Değişik Popülasyonlarının Bazı İsektisitlere Karşı Duyarlılık Düzeylerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Doktora Tezi, 86s, Ankara.
- Vera, M. T, R. Rodriguez, D. F., Segura, J. L., Cladera & R. W., Sutherst, 2002. Potential Geographical Distrubituon of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), with Emphasis on Argentina and Australia. Environmental Entomology, 31(6): 1009-1022
- Winer, B. J., Brown D. R. and Michels, K. M., 1991. Statistical Principles in Experimental Design, ISBN 0-07-070982-3, New York, 552p.
- Wood, R. J. 1986. Control strategies designed to reduce the chance of resistance with special reference to tephritid fruit flies. In Pest Control: Operations and Systems Analysis in Fruit Fly Management (pp. 399-436). Springer Berlin Heidelberg.
- Yayla M., & Satar S., 2018. "Akdeniz meyvesineği'nin mücadelesinde farklı yöntemlerin etkinliği", Türkiye Entomoloji Bülteni, cilt.7, ss.267-276, 2018 Kongresi Bildirileri, 329–334. Entomoloji Derneği Yayınları No: 5. Bornova–İzmir, 747 s.

Yorulmaz, S., and Ay, R., 2009. Multiple resistance, detoxifying enzyme activity, and inheritance of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33: 393-402.

Yu, S.J., 2008. The Toxicology and Biochemistry of Insecticides. CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton, 276s.





## ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Adana'nın Seyhan ilçesinde doğdu. İlk ve orta eğitimini burada tamamladıktan sonra 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünü kazandı. 2012 yılında yatay geçiş programıyla Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümüne geçti. 2015 yılında öğrenimini tamamladıktan sonra aynı yıl yüksek lisan öğrenimine başladı.

