

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
2013-YL-039

**DOMATES GÜVESİ (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), Lep.:
Gelechiidae)'NDE İNSEKTİSİT DİRENCİNİN
ÖNLENMESİ VE GECİKTİRİLMESİ OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Melis USLUY

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Cafer TURGUT

AYDIN

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Melis USLUY tarafından hazırlanan “Domates Güvesi (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), Lep.: Gelechiidae)’nde İnsektisit Direncinin Önlenmesi ve Geciktirilmesi Olanaklarının Araştırılması” başlıklı tez, 30.07.2013 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Unvan, Adı Soyadı	Kurumu	İmza
Başkan :Prof. Dr. Cafer TURGUT	ADÜ Ziraat Fak.
Üye :Prof. Dr. Tülin AKŞİT	ADÜ Ziraat Fak.
Üye :Yrd. Doç. Dr. Uğur ŞİRİN	ADÜ Ziraat Fak.

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans Tezi, Enstitü Yönetim Kurulununsayılı kararıyla..... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN
Enstitü Müdürü

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kurulların gereği olarak eksiksiz şekilde uygunca atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim

06.08.2013

Melis USLUY

ÖZET

DOMATES GÜVESİ (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), (Lep.: Gelechiidae)'NDE İNSEKTİSİT DİRENCİNİN ÖNLENMESİ VE GECİKTİRİLMESİ OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Melis USLUY

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cafer TURGUT
2013, 54 sayfa

Domates güvesi (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), Lep.: Gelechiidae) en önemli domates zararlılarından birisidir. Türkiye'ye zararının ilk giriş yaptığı Urla ilçesinde ve yoğun domates üretimi yapılan Aydın ilinde % 50 - 100'e varan ürün kayıplarına neden olması nedeniyle, kimyasal mücadele uygulanmaktadır. Yoğun kimyasal kullanımı nedeniyle zararının kullanılan insektisitlere karşı direnç oluşturduğu görülmüştür. Bu nedenle bu çalışmada Urla ve Aydın bölgelerinde Domates güvesinin insektisitlere karşı direnç durumunun araştırılması, hangi enzimlerin direnç durumundan sorumlu olduğunun belirlenmesi ve elde edilen sonuçlara göre hangi sinerjist maddelerin direncin oluşmasını engellediğinin saptanması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Aydın popülasyonunda Indoxacarb, Metaflumizone, Spinosad ve Chlorantraniliprole'un LC₅₀ değeri Urla popülasyonuna göre yüksek bulunmuştur. Urla popülasyonunda ise Azadirachtin'in LC₅₀ değeri Aydın popülasyonuna göre yüksek bulunmuştur. Dirençli olduğu saptanan Aydın ve Urla popülasyonları için insektisit ve sinerjist madde (PBO, DEM, TRIP) uygulamaları ile direncin azaltılabileceği saptanmıştır. Yapılan enzim analizleri sonucunda ise GST enzimi ve EST enzimleri Aydın popülasyonu için sırasıyla 1.905 unit aktivite/mg protein/dk ve 0.110 n mol βNA/mg protein/dk olup, GST enzimi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Sonuç olarak Aydın ve Urla bölgesindeki *T. absoluta* popülasyonlarının kullanılan insektisitlere karşı direnç oluşturduğu ve sinerjist maddelerin direnci azaltmada önemli rol oynadığı saptanmış olup, zararlı ile mücadele için moleküler seviyede çalışmaların artırılması gerektiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates güvesi, *Tuta absoluta*, Direnç, Sinerjizm

ABSTRACT

INVESTIGATION ABOUT THE SUPPRESSION OF INSECTICIDE RESISTANCE OF TOMATO MINER (*TUTA ABSOLOUTA* (Meyrick, 1917) LEP.: GELECHIIDAE) AND RETARDING THE POSSIBILITY

Melis USLUY

M.Sc. Thesis, Department of Plant Protection
Supervisor: Prof. Dr. Cafer TURGUT
2013, 54 pages

Tomato Miner (*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), Lep.: Gelechiidae) is one of the most important tomatoes pest. It causes 50-100 % production losses in the first entry region Urla and intensive tomato production area Aydın. For that reason in *T. absoluta* management strategies, chemical application is mostly used. Because of the intensive chemical usage, resistance was occurred. Due to these reasons it is aimed to determine the resistance status of *T. absoluta* in Urla and Aydın regions and which enzyme system is responsible from this resistance, along with the results which synergist can inhibit the insecticide resistance. According to the results when Aydın population compared by Urla population LC₅₀ values Indoxacarb, Metaflumizone, Spinosad and Chlorantraniliprole were found higher. LC₅₀ values for Azadirachtin was higher in Urla region as compared by Aydın region. Resistance in the *T. absoluta* population of Urla and Aydın can reduce the resistance by using insecticide with synergists (PBO, DEM, TRİP). Therefore the result of enzymatic assay showed that GST and EST activities of Aydın population was found respectively 1.905 unit aktivitey/mg protein/dk and 0.110 n mol β NA/mg protein/dk, with this values GST enzyme activities of Aydın population was found significant according to the Urla population. As a result *T. absoluta* population in Aydın and Urla region have insecticide resistance and synergists play an important role for insecticide management program is determined. Besides this moleculer studies for this pest can be improved was observed.

Key words: Tomato Miner, *Tuta absoluta*, Resistance, Synergism

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesi, yürütülmesi ve değerlendirme aşamalarında yol gösterici olan, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan tez danışmanım Prof. Dr. Cafer TURGUT'a

Biyokimyasal analizler sırasında yol gösteren, enzim sonuçlarının değerlendirilmesinde yardımcı olan Prof. Dr. Leyla Didem KOZACI'ya,

Arazi çalışmalarında ve enzim analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Doktora öğrencisi Serhan MERMER'e , arazi çalışmalarında yardımcı olan Ziraat Yüksek Mühendisi Melike ŞENEL'e,

Yüksek Lisans tez projesini destekleyen, Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerine (ZRF 12038), ADÜ-BİLTEM'e, Adnan Menderes Üniversitesi Bitki Koruma Bölümüne,

Her zaman yanımda olan, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen AİLEME ve Ali YALÇIN'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
BİLİMSEL ETİK SAYFASI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Depolama Sistemleri	5
2.2. Direnç Oluşumunu Etkileyen Enzimler	5
2.3. Direnç Mekanizmaları.....	6
2.4. Sinerjizm	6
2.5. Direnç, Enzim ve Sinerjizm ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Indoxacarb.....	17
3.1.2. Metaflumizone	17
3.1.3. Spinosad	17
3.1.4. Azadirachtin	20
3.1.5. Clorantraniliprole	21
3.1.6. Piperonyl Butoxide.....	22
3.1.7. Diethyl Maleate.....	22

3.1.8.	Triphenyl phosphate	23
3.2.	Yöntem	24
3.2.1.	Kitle Üretimi.....	24
3.2.2.	<i>Tuta absoluta</i> 'nın Direnç Durumunun Belirlenmesi.....	25
3.2.3.	Domates Güvesi <i>Tuta absoluta</i> 'nın Enzim Aktivitesi Ölçümü	26
3.2.3.1.	Enzim ekstratı hazırlama	26
3.2.3.2.	Esteraz	26
3.2.3.3.	Gluthathion S Transferaz.....	27
3.3.	İstatistik Analizleri	28
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
5.	SONUÇ.....	43
	KAYNAKLAR.....	44
	ÖZGEÇMİŞ.....	52

SİMGELER DİZİNİ

AChE:	Asetilkolinesteraz
CarE:	Carboxylesterase
CDNB:	1-chloro-2,4-dinitrobenzene
DDE:	Dichlorodipenyldichloroethylene
DEF:	S,S,S-tri-butyl phosphorotrithioate
DEM:	Diethyl maleate
EST:	Esteraz enzimi
GST:	Glutathion-s-transferaz
GSH:	Glutathione
IRAC:	İnsektisit Direnciyle Mücadele Komitesi
LD₅₀:	%50'sini Öldüren Letal Doz
LD₉₀:	%90'nını Öldüren Letal Doz
MCB:	Monochlorobimane
MFO:	Mixed Function Oxidase
PBO:	Piperonyl butoxide
SDS:	Sodyum dodesil sülfat
TRİP:	Triphenyl butoxide
WHO:	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Indoxacarb'ın kimyasal yapısı.....	18
Şekil 3.2. Metaflumizone'un kimyasal yapısı	18
Şekil 3.3. Spinosad'ın kimyasal yapısı	19
Şekil 3.4. Azadirachtin'in kimyasal yapısı	20
Şekil 3.5. Chlorantraniliprole'un kimyasal yapısı	21
Şekil 3.6. Piperonyl butoxide'in kimyasal yapısı	22
Şekil 3.7. Diethyl maleate'ın kimyasal yapısı	22
Şekil 3.8. Triphenyl phosphate'ın kimyasal yapısı.....	23
Şekil 3.9. <i>T.absoluta</i> 'nın yumurta ve larva dönemi.....	24
Şekil 3.10. Deneme kurulduktan sonra ölü ve canlı larva tespiti.....	26
Şekil 3.11. Enzim analizlerinin yapıldığı Thermo Labsystem Multiskan Spectrum spektrofotometre cihazı.....	27
Şekil 4.1. Aydın ve Urla Populasyonlarına ait Esteraz enzim miktarları.....	33
Şekil 4.2. Aydın ve Urla Populasyonlarına ait GST enzim miktarları	33
Şekil 4.3. Aydın'da Indoxacarb ve Indoxacarb ile sinerjist maddelerin etkisi	35
Şekil 4.4. Urla'da Indoxacarb ve Indoxacarb ile sinerjist maddelerin etkisi	36
Şekil 4.5. Aydın'da Azadirachtin ve Azadirachtin ile sinerjist maddelerin etkisi ..	37
Şekil 4.6. Urla'da Azadirachtin ve Azadirachtin ile sinerjist maddelerin etkisi.....	37
Şekil 4.7. Aydın'da Metaflumizone ve Metaflumizone ile sinerjist maddelerin etkisi.....	38
Şekil 4.8. Urla'da Metaflumizone ve Metaflumizone ile sinerjist maddelerin etkisi	39
Şekil 4.9. Aydın'da Spinosad ve Spinosad ile sinerjist maddelerin etkisi.....	40

Şekil 4.10. Urla'da Spinosad ve Spinosad ile sinerjist maddelerin etkisi 40

Şekil 4.11. Aydın'da Chlorantraniliprole ve Chlorantraniliprole ile sinerjist maddelerin etkisi 41

Şekil 4.12. Urla'da Chlorantraniliprole ve Chlorantraniliprole ile sinerjist maddelerin etkisi 42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Denemede kullanılan insektisitler ve etki şekilleri	17
Çizelge 3.2. Denemede Kullanılan Sinerjistler	21
Çizelge 4.1. Aydın ve Urla Populasyonunda <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917) 2. dönem larvalarının LC ₅₀ , LC ₉₀ ve Direnç Değerleri (RF).....	29
Çizelge 4.2. Aydın ve Urla popülasyonunda <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917) larvalarının PBO, DEM ve TRİP sinerjistleri ve denemede kullanılan insektisitlerle kullanıldığında LC ₅₀ değerleri ve sinerjizm oranları	34

1. GİRİŞ

Tarımsal ürünlerde hastalık, zararlı ve yabancı otlar önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bunlara karşı gerekli mücadele yapılmadığı durumlarda ürün kayıpları % 35'den %100' e kadar ulaşabilmektedir (Anonim, 2011a). Ürün kayıplarını önlemek için birçok mücadele yöntemi olmasına rağmen ilk akla gelen kimyasal mücadele olmaktadır. Bu durum birçok tarımsal üründe görülmesine rağmen sebzelerde çok zararlı ve hastalık olmasından dolayı daha çok gündemdedir. Sebzeler arasında en yoğun ilaç kullanılan ürün olan domatesin (*Solanum lycopersicum* L.) anavatanı Orta ve Güney Amerika'dır ve dünya çapında büyük miktarda yetiştiriciliği yapılan patlıcangiller (Solanaceae) familyasına ait tek yıllık bir sebze türüdür. Türkiye'de en çok üretilen ve tüketilen sebze olan domates vitamin ve mineral bakımından zengin olup, içerisinde A, B1, B, B6, C, K vitaminleri, niasin, kalsiyum, karbonhidrat, protein, yağ ve likopen bulunmaktadır. İçerisindeki A, C ve E vitaminleri antioksidan içeriğiyle kansere yakalanmayı azalttığı iddia edilir. Domatesin 100 gramı 23 kalori içerir (Anonim, 2007).

Dünya'da 2011 yılı verilerine göre 4.734.356 ha alanda 159.023.383 ton üretilen domatesin Türkiye'deki üretim miktarı 269.584 ha alanda 11.003.400 ton'dur. Türkiye bu verilerle Çin, ABD ve Hindistan'dan sonra üretim miktarı olarak Dünyada 4. sırada yer almaktadır (Anonim, 2013).

Domatesin kullanım alanları dünyanın çeşitli yerlerinde farklılık göstermesiyle birlikte başlıca; taze, domates suyu, turşu, konserve, salça, ketçap, sos, püre, dondurulmuş ve kurutulmuş olarak değerlendirilmektedir. Türkiye domates üretiminin 2012 yılı verilerine baktığımızda 11.350.000 ton domatesin 7.697.961 tonu sofralık, 3.652.039 tonu salçalık olarak üretilmiştir (Anonim, 2012a). Türkiye'de domates üretiminde Ege, Akdeniz ve Marmara Bölgesi 2006-2010 yılları arasında ortalama %78'lik üretim sağlamıştır. Akdeniz Bölgesi üretimde ilk sırada bulunurken bunu sırasıyla Ege ve Marmara Bölgesi izlemektedir. Domates üretiminde 2009 yılında, önceki yıla göre %2.2 ve 2010 yılında ise % 6.5 azalma görülmüştür. Bu yıllarda üretim Akdeniz Bölgesi'nde artarken Ege ve Marmara Bölgelerinde azalmıştır (Anonim, 2012b). Türkiye'de domates üretiminin en fazla olduğu iller sırasıyla Antalya, İzmir, Bursa, Çanakkale, Muğla ve Aydın'dır. Aydın 96.771 ton'luk domates üretimiyle Türkiye'ye önemli oranda katkı sağlamaktadır (Anonim, 2012a).

Domates bitkisi birçok fungal, viral, bakteriyel hastalık etmeninden, böceklerden ve yabancı otlardan zarar görmektedir. Bunlar Domates mildiyösü, *Phytophthora infestans*, Domates kurşını küf *Botrytis cinerea*, Erken yaprak yanıklığı *Alternaria solani*, Domates bakteriyel leke hastalığı *Xanthomonas vesicatoria*, zararlı olarak Yaprak galeri sinekleri, thrips ve son zamanlarda büyük kayıplara neden olan Domates güvesi örnek verilebilir. Yoğun domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda gözlenen Domates güvesi 1970'lerde Güney Amerika'da, 2001 yılında Japonya'da (Siqueira vd., 2001), 2006 yılında İspanya'da , 2008 yılında Fransa, Cezayir ve Fas'ın pek çok yerinde saptanmıştır. Fransa, İtalya, Tunus, Yunanistan ve Malta'da 2009 yılında resmi olarak varlığı saptanmıştır. Bu zararlının Dünya domates üretiminde % 60.2 azalmaya ve üretim alanlarının %63.4'ünde zarara neden olduğu bildirilmektedir. Bugüne kadar gerçekleşen yayılma durumuna göre 2013-2014 yıllarında Hindistan, 2015-2016 yılları arasında Çin ve 2016-2017 yıllarında Pasifik kıyılarına yayılacağı tahmin edilmektedir (Desneux vd., 2011). Zararlı ilk olarak Aydın'da ve İzmir'in Urla İlçesindeki domateslerde tespit edilmiştir. Daha sonra ise Antalya'nın Kumluca Bölgesi'nde 2010 yılının ocak ayında tespit edilmiştir (Erler vd., 2010). Başta Ege ve Akdeniz olmak üzere Marmara, İç Anadolu, Karadeniz, Güneydoğu Anadolu, Doğu Anadolu Bölgelerinde 2010-2011 yıllarında domates yetiştirilen alanlarda varlığı tespit edilmiştir (Kılıç, 2010).

Türkiye'de domates yetiştirilen alanlarda ana zararlı konumuna gelen bu zararlı, uygun koşullarda yılda 10-12 döl verebilmektedir. Bir dişi ömrü boyunca ortalama 260 adet yumurta bırakmaktadır. Yaşam döngüsü çevre koşullarına göre değişmekle birlikte ortalama 30 gündür. Zararını; sera, örtü altı ve açıkta tarla koşullarında gösterebilmekte ve bitkinin toprak üstünde kalan tüm organlarında beslenebilmektedir. Yaprakta ve meyvede zararlının, siyah beslenme artıklarını görmek mümkündür. Yapraklarda epidermis tabakaları arasında beslenerek düzensiz galeriler oluşturur ve bitkinin ölmesine neden olmaktadır. Meyveler gelişmeye başlarken saldırıya uğrar ve meyvede oluşturdukları galeriler meyvenin çürümesine ve sekonder patojenler tarafından enfekte edilmesine neden olur. Zarar domates meyvelerinde büyüme aşamasında, sevk edilirken ve işleme sırasında halen görülebilmektedir. Türkiye'de zararlı %50-100'e varan oranlarda verim kaybına neden olmaktadır (Kılıç, 2010). Günümüzde zararlı ile mücadelede kültürel, biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemleri yetersiz kalmış bu nedenle yoğun kimyasal mücadele yapılmaya başlanmıştır.

Brezilya'da bir vejetasyon döneminde ortalama 36 kez ilaçlama yapıldığı belirlenmiştir (Picanço vd., 1995). Fakat yoğun ilaçlama nedeniyle kullanılan insektisitlere karşı zararlıda direnç oluştuğu ve ilaçların tavsiye edilen dozlarda etki göstermedikleri tespit edilmiştir (Gontijo vd., 2013; Lietti vd., 2005; Reyes vd., 2012; Siqueira vd., 2000). Bunun sonucunda kullanılan ilaçlardan istenen etki alınamamakta ve yoğun ilaçmadan dolayı doğal düşmanlar, insan ve çevre olumsuz etkilenerek geriye döndürülmesi zor birçok etki yaratmaktadır. Ayrıca üretim maliyetinin artışı ve pestisit kalıntısı sebebiyle ihraç edilen ürünlerin geri dönmesiyle ülke prestijinin kaybı söz konusu olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Domates güvesinin Türkiye'de ilk saptandığı İzmir'in İlçesi Urla ile Aydın ilinde kullanılan ilaçlara karşı direnç durumunun ve direnç durumunda hangi enzimlerin sorumlu olabileceğini tespit etmektir. Ayrıca, sinerjist maddelerin insektisit ile uygulandığında oluşturduğu etkiyi tespit etmektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Direnç ve Direnç Tipleri

Direnç ile ilgili çalışmalar ilk olarak A. L. Melander'in San Jose kabuklu biti (*Quadrospidiotus pernicious* (Comstock, 1881), Hem.: Diaspididae)'nin Lime sülfüre dayanıklı bulunmasıyla ortaya çıkmıştır. Geçmiş yıllarda, özellikle 1970 ve 1980 yılları sonrasında, çevre toksikologları, entomologlar ve biyologların dikkatlerini direnç konusu üzerine çekmesiyle dayanıklılık gen ve mekanizmaları incelenmeye başlanmıştır. Yapılan çalışmalar ve surveyler dahilinde, 10.000 arthropod türünden 553 türün insektisitlere karşı dirençli olduğu tahmin edilmektedir (Whalon, 2008). Direnç, normal bir popülasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tespit edilen bir kimyasal maddenin belirli bir dozuna karşı, aynı popülasyondaki bazı bireylerin tolerans kazanma yeteneğidir (Hamingway, 1998). Ünal ve Gürkan (2001) direnci, pestisit önerildiği zararlıların popülasyonlarında hatalı uygulama ve uygun olmayan çevre koşulları gibi problemler dışında bir hassasiyet azalması olarak tanımlamışlardır.

Öncüer (2008) direnç tiplerini, morfolojik direnç, davranışsal direnç, fizyolojik direnç, çapraz direnç ve çok yönlü direnç olmak üzere gruplara ayırmıştır. Morfolojik direnç; zararlının vücut özelliklerinden kaynaklanan dirençtir. Böceğin vücudunun kıllı olması, kütikulanın kalın olması gibi zararlı vücudunun ilaçla temasının az olması veya ilacın etki edeceği hedef bölgeye ulaşamaması sonucu oluşan direnç tipidir. Davranış direnci, zararlının davranışları nedeniyle ortaya çıkan direnç tipidir. Örneğin bazı depo zararlılarının gaz etkili ilaçlara karşı stigmalarını kapatması, Elma iç kurdu larvalarının beslenme sırasında ilaçlı meyve kabuğunu yutmayıp dışarı atması gibi. Fizyolojik direnç en tehlikeli dayanıklılık tipidir. Zararlının fizyolojik faaliyetleri sonucu biyokimyasal yollarla meydana gelen, genellikle kalıtsal olan ve mutasyonlarla ortaya çıkabilen direnç tipidir. Dayanıklı bireylerdeki enzimler vücuda giren pestisiti parçalayarak etkisizleştirirler. Örneğin DDT'ye direnç gösteren zararlının vücudundaki enzim miktarını artırması ve bunun sonucunda DDT'nin zehirli olmayan DDE (dichlorodiphenyldichloroethylene)'ye dönüşmesinin sağlanmasıdır (Öncüer, 2008). Çapraz direnç, herhangi bir pestisite karşı gelişen direncin aynı gruptan diğer bir pestisite karşı direnç kazanması sonucu oluşan direnç tipidir. Örneğin Nauen ve Denholm (2005) Neonikotinoitlerden Imidocloprid'in diğer Neonikotinoitlerle aynı kimyasal sınıfa girdiğini ve aynı etki şekline sahip

olduğunu, Neonikotinoitlerin monooksijenaz enziminin fazla salgılanmasından dolayı oksidatif detoksifikasyonunu artırdığını ve Imidocloprid'e direnç kazanmış bir zararlının Neonikotinoit insektisitlerden herhangi birine de direnç kazanmış olabileceğini belirtmiştir. Çok yönlü dirençte ise zararlıların birden fazla yolla birçok pestisite direnç kazanması durumudur.

2.2 Direnç Oluşumunu Etkileyen Enzimler

Böceklerde direncin oluşmasında böcek bünyesinde bulunan monooksijenaz (Sitokrom P-450), Glutasyon S transferaz (GST), Hidrolaz (karboksilesterazlar), Asetilkolinesteraz (Hedef bölge duyarlılığının azalması) enzimlerinin etkili olduğu bilinmektedir (Whalon, 2008).

P450 enzimi böceklerde hormon, asit yada vücuda alınan pestisit gibi maddelerin anabolizması ve katabolizmasını düzenleyen önemli metabolik bir sistemdir (Fereyeisen, 1999). Monooksijenaz; böcekler, bitkiler, memeliler, kuşlar ve bakteriler gibi bütün aerobik organizmalarda mevcuttur. Sitokrom P-450 enzimi ökaryotlarda mitokondri ve endoplazmik retikulumda bulunmaktadır. Beslenme, büyüme, gelişme, tolerans ve pestisitlere karşı direnç gibi fonksiyonel görevleri bulunmaktadır (Pottelberge, 2008). Sitokrom P-450 enzim engelleyicileri hormon sentezini dolaylı olarak etkiledikleri için, holometabol böceklerin morfoloji, gelişme ve yaşam sürelerinde değişiklikler oluştururlar. Dayanıklı türlerdeki Sitokrom P-450 enzim aktivitesindeki artış, aynı enzimi etkileyen benzer bileşiklere karşıda direnç oluşmasına neden olup, çapraz direnç oluşturur. Whalon (2008) Sitokrom P-450 detoksifikasyonunun Organik Fosforların etkilerinin sınırlandırılmasında etkili olduğunu belirtmiştir. Whalon (2008) tarafından artan Mixed function oxidase (MFO)'ların dirençli populasyonda PBO ile indüklenebileceği saptanmıştır.

GST vücuda alınan yabancı bileşiklerin detoksifikasyonunda önemli role sahiptir. Yu (2008) GST'nin böceklerde insektisit detoksifikasyonunun yanı sıra hücresel membranın oksidatif yıkımlara karşı korunmasını sağladığını belirtmiştir. Böceklerde bu enzim insektisitlerin toksik etkisine karşı temel savunma olarak bilinir. GST'ler insektisit ya da insektisit toksik metabolitlerinin indirgenmiş glutasyonla konjugasyonunu katalize eder. Böceklerdeki GST seviyesi Organik Fosforlu ve Klorlandırılmış Hidrokarbon insektisit dirençleri ile ilişkilidir (Yorulmaz ve Ay, 2010).

Esteraz enzimi böceklerde üreme, feromon ve hormon metabolizması, sinir ve sindirim sistemi, direnç gibi mekanizmalarda rol oynamaktadır. Esteraz grupları Organik Fosforluların engellenmesinde önemlidir. İnsektisitlere maruz kalan böceklerde karboksilesteraz enziminin arttığı belirlenmiş olup karboksilesteraz aktivitesi sonucu insektisitlerin sinir sistemindeki hedefe ulaşmadan önce zehirliliği giderilmektedir. Devonshire (1977)'ye göre var olan enzimin aynı miktarda, daha etkin olma görüşünün aksine dirençli popülasyonlarda hassas popülasyonlara göre daha fazla miktarda enzimin bulunduğu ileri sürülmektedir. Karboksilesteraz enzim artışının Karbamatlılara ve Organik Fosforlulara oluşan direncin artmasına neden olduğu ileri sürülmüştür (Whalon, 2008). Asetilkolinesteraz (AChE) lipofilik etkiye sahip asetilkolini hidrolizleyen bir enzimdir. Asetilkolin sinir ucundan diğer bir sinir hücresine, sinir impuls taşıma görevi yapar. AChE'yi engelleyerek Asetilkolin (ACh)'in sinirlerle kasların birleşme bölgelerinde kalarak kasların sinirlere cevabını geciktirirler. Organik Fosforlular ve Karbamatlılar asetilkolinin benzeri olarak çalışıp, asetilkolinin aktif bölgesine bağlanarak asetilkolinesterazın engellenmesine ve sinir impulslarının bloke olmasına ve asetilkolin reseptörlerinin uyuşmasına neden olurlar (Whalon, 2008).

2.3 Direnç Mekanizmaları

Zararlılar nesillerinin devamlılığını sağlamak için bir takım direnç mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bu mekanizmalar; hedef bölge (Target-site) mekanizmaları ve detoksifikasyon mekanizmaları olmak üzere ikiye ayrılır. Piretroidli bileşiklerin hedefi sinir sisteminde sodyum kanallarına bağlanarak onların sürekli açık kalmasına ve uyarı durumunun sürekliliğine neden olmaktır. Organik Fosforlu ve Karbamatlı bileşiklerin hedefi AChE'yi bloke ederek AChE'nin hidrolize olmasını engellemek ve biriken AChE sinir sisteminde sürekli uyarı oluşmasına neden olmaktadır (Öncüer, 2008). İnsektisit bağlanma bölgesinde bir tek aminoasit değişikliği Piretroidlere direnç oluşmasına neden olur. Detoksifikasyon mekanizmaları insektisitlerin hedef bölgeye ulaşmadan parçalanması esasına dayanır.

2.4 Sinerjizm

İnsektisit sinerjizmi 1900'lü yıllarda ortaya çıkmıştır ve metabolik direnci önlemede önemli rol oynadığı saptanmıştır. Fakat uzun zaman böcek

detoksifikasyon mekanizmasının tam olarak bilinmemesinden dolayı doğru şekilde uygulanamamıştır. Metcalf (1967) sinerjizmin; aerosol damlacık stabilizasyonu, uçuculuğun uyarılması, toksik maddenin bozulmasını önleyici etki, penetrasyon oranının artırılması, sinerjist maddenin insektisitle formüle olması şeklinde etki ettiğini ileri sürmüştür. Bununla birlikte bazı araştırmacılar sinerjizmi radyo izotoplarla, enzim teknikleriyle ve genetik manuplasyonlarla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Lindquist (1947) pyretroidlerin uygulanmasından 24 saat önce Piperonyl cyclonene, Sesamin veya N-isobutylundecyleneamide uygulandıktan sonra knockdown resistance (kdr) oranında değişim gözlenirken, piretroidlerin sinerjist maddeden önce uygulanmasıyla hiçbir etkinin gözlenmediğini saptamışlardır. Bu durumda sinerjist maddenin doğru bir şekilde uygulanmasıyla günümüzde zararlının oluşturduğu direnç azaltılabilmekte ve ilacın etkinliği artırılabilir. İnsektisit direnç çalışmalarında sinerjizm ile ilgili 4 önemli durum söz konusudur. Bunlar; Analitik araçlar, dirençli populasyonun kontrolü, direncin önlenmesi ve doğal düşmanların korunmasıdır. Sinerjistler analitik olarak penetrasyon veya böcek insektisit ilişkisindeki detoksifikasyonun rolünü anlamada önemli role sahiptir. Sinerjistler oksidatif sürece engel olarak bileşiğin hedef bölgedeki toksisitesini ölçmeye yarar. İnsektisit grupları üzerindeki oksidatif etkiler sinerjizm oranları karşılaştırılarak ilişkilendirilebilir. Aynı yaklaşım bitki allelokimyasallarının böcek detoksifikasyonunda kullanılabilir. Sinerjizmde yeni ruhsatlanmış insektisitlerin çapraz dirence sahip olup olmadığının bilinmesi, sinerjist ve insektisit kullanımıyla ilk uygulamada zararlının kontrol altına alınması önemli konulardır. Hassas populasyona insektisit sinerjist uygulanmasıyla zararlının metabolik değişim oluşturması engellenir ve zararlının hassas popülasyonun gösterdiği ölüm oranıyla eşit ölüm oranı göstermesi sağlanır. Sinerjizmde önemli olan diğer bir konu doğru sinerjist maddenin doğru insektisitle uygulanmasıdır. Sinerjist maddeler geniş spektrumlu etki gösterebilir. Örneğin Lepidoptera takımında piretroid aktivitesine sinerjist etki gösteren maddenin akarisit aktivitesini de artırdığı gözlenmiştir. Zararlılara karşı insektisit ile sinerjistik etki gözleniyorsa insektisit dozunun düşük olması kontrolün oranını değiştirmez (%95) ve doğal düşmanların % 65'i hayatta kalır. Bu uygulama kontrollü bir uygulamadır. İnsektisit sinerjistlerinin gelişmesine engel bazı problemler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; sinerjist maddelerin pahalı olması, ruhsatlandırmanın zor olması, hem eski hem de yeni ruhsatlanmış insektisitlerle birlikte uygulandığında etkin olmasının gerekliliği, ful toksikolojik testlerden geçmesinin gerekliliğidir. Sinerjist madde formülasyonu da kritik bir problemdir.

İnsektisit ve sinerjist maddenin farklı polaritede olmaması gerekmektedir. Solüsyonda birlikte bulunup saklama koşullarında, uygulama sırasında, bitkide, böcekte reaksiyon göstermeyebilir. Tüm bunların yanında kullanılan insektisit dozuyla sinerjist maddenin dozu optimize edilmelidir (Raffa, 1984). Eğer bir madde tek başına kullanıldığında toksik olmayıp diğer maddeyle birlikte kullanıldığında diğer maddenin toksisitesini artırıyor ise bu durum sinerjizm olarak adlandırılmaktadır (Stenersen, 2004; Yu, 2008). İnsektisit etkinliği azaldığında, sinerjist madde kullanıldığı zaman insektisit toksisitesi artar (Yu, 2008). Örneğin sinerjizm söz konusu olduğunda sadece insektisit kullanıldığında P450 enzimi fazla miktarda insektisiti parçalayarak toksisiteyi azaltmaktadır. Fakat insektisit sinerjist maddeyle uygulandığında insektisit parçalanması yavaşladığından toksisitenin artmasına neden olmaktadır (Yu, 2008). Stenersen (2004) pestisit toksikolojisinde en önemli interaksyonlardan birinin sinerjizm olduğunu ve en çok kullanılan sinerjist maddenin Piperonyl butoxide (PBO) olduğunu belirtmiştir. PBO; Piretroid, Karbamatlı insektisitler ve diğer pestisitlerin detoksifikasyonunda önemli rol oynayan Sitokrom P450 isoenzimlerini (CYP) inhibe ederek etki eden bir sinerjist maddedir. Sinerjizm genellikle Sinerjizm oranı (SR) ile ifade edilmektedir. SR değeri yalnızca insektisit uygulandığında ki LC_{50} (Lethal konsantrasyon) değeri ile sinerjist ve insektisit birlikte uygulandığında elde edilen LC_{50} değerlerinin birbiriyle oranlanmasıyla elde edilir. LC_{90} değeri aslında kimyasal mücadelede hedefin tam olarak sağlanması için gerekli olan % 90 ölüm oranıdır. Fakat araştırmalarda SR_{50} değeri daha anlamlı değer olarak kabul edilmektedir. Çünkü LC_{50} değeri güvenilirlik sınırına daha yakındır. Bu çalışmada da sinerjizm oranları saptanıp Urla ve Aydın Bölgelerindeki sinerjizm oranları karşılaştırılmıştır. Amweg (2006) *Hyaletta azteca* ((Saussure, 1858) Amp.: Dogielinotidae) ve Permetrin ile PBO'nun etkinliğini araştırmıştır. Sonuç olarak yüksek miktarda PBO, permethrin toksisitesini 7 kat arttırmıştır. Young vd. (2006) *Bemisia tabaci* ((Gennadius, 1889) Hem.: Aleyrodidae) ve *Helicoverpa armigera* ((Hübner, 1805) Lep.: Noctuidae) ile Piretroid direncini, direnci metabolize eden EST isoenzimi ile ilişkilendirmektedir. *H.armigera* için esteraz ile ilişkili piretroid direncinin 22 saat içinde PBO ile inhibe edildiği buradan yola çıkılarak aynı inhibasyonun *B. tabaci* içinde gözlenebileceğini düşünerek yapılan çalışmada PBO'nun hem *B.tabaci* ve hem de *H. armigera*'da Piretroidlere karşı mücadelede etkili olduğunu belirtmiştir.

2.5 Direnç, Enzim ve Sinerjizm ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Siqueira vd. (2000) Miras Gerais, Rio de Janeiro ve Sao Paulo bölgesinin 7 farklı noktasından topladığı böcek popülasyonlarını insektisit ve insektisit ile sinerjistik emdirilmiş filtre kağıtlarına maruz bırakarak dayanıklılık durumu gözlenmiştir. Sadece Cartap ve Cartap ile Diethyl maleate, Piperonyl butoxide ve Triphenyl phosphate uygulanmıştır. Tüm popülasyonlarda 2'den 21.9 kata kadar direnç gözlenmiş olup 21 kat sinerjizm oranı ile Piperonyl butoxide en etkili sinerjistik seçilmiştir. Bunun yanında Diethyl maleate ve Triphenyl phosphate belli bölgelerde oluşan direnci durdurmuştur. Piperonyl butoxide'in sitokrom P-450'yi etkilemesinden ve en etkili sinerjistik olmasından dolayı esteraz ve glutathion S transferaza göre sitokrom P 450 enziminin *Tuta absoluta*'nın direnç oluşturması açısından önemli bir role sahip olduğu belirtilmiştir.

Siqueira vd. (2001) *T. absoluta*'nın Brezilya'da tüm popülasyonlarda 5.2'den 9.4 kata kadar değişen oranlarda direnç oluşturduğunu, Piperonyl butoxide'in 3-5 kat direnç oranı ile en etkili sinerjistik madde olduğunu ileri sürmüştür. Triphenyl phosphate'ın Abamectin ile 6 popülasyonda oluşan direncin 4'ünde direnci durdurduğu, Diethyl maleate'ın ise bazı bölgelerde direnci engellediği saptanmıştır. Triphenyl fosfatın direnç durumunu 4 bölgede tamamen durdurması Glutathion S transferaz enziminin direnci durdurmada önemli rol oynadığını göstermektedir.

Ahmad ve Hollingworth (2004) tarafından *Choristoneura rosacena* ((Harris, 1841), Lep.: Tortricidae) zararlısının hassas ve dayanıklı popülasyonu ile Indoxacarb, Cypermethrin, Chlorpyrifos, Azinphos methyl, Tebufenozide ve Chlorfenapyr etkili maddelerinin PBO, S,S,S-tributylphosphorotrithioate (DEF) ve Dimethylmaleate (DEM) ile etkileşimleri üzerine bir çalışma yapılmıştır. Hassas popülasyon ile sinerjistik maddelerin bir etkisi bulunmamıştır. Tebufenozide hariç PBO tüm insektisitlerle dirençli popülasyonlarda etki göstermiştir. PBO indoxacarb ile çok yüksek seviyede sinerjizm oranı göstermiştir (705- 20 kat). DEF'de Indoxacarb, Cypermethrin, Chlorpyrifos, Azinphos methyl, Tebufenozide ile dirençli popülasyonda sinerjistik etki göstermiştir. DEM Indoxacarb, Chlorpyrifos, Azinphos methyl ve Chlorfenapyr ile dirençli popülasyonda sinerjistik etki göstermiştir. DEM, Cypermethrin ve Tebufenozide ile hassas ve dirençli popülasyonda yüksek sinerjistik etki göstermiştir. Bu durum, GST'nin bu insektisitler için direnç mekanizmasında rol oynamadığını göstermektedir. Bu

durumun nedeninin glutathionun yer değiştirmesi nedeniyle oluşan oksidatif streten veya P-450 monooksijenaz, esteraz ve GST'nin birlikte oluşturduğu bir etkiden dolayı oluşabileceği ileri sürülmüştür.

Lietti vd. (2005) Arjantin'de yaptığı çalışmada asetonla insektisitler çözülerek, 2 günlük 4. dönem larvaların orta dorsal kısmına insektisitler topikal olarak uygulanmıştır. Rosario ve Bella Vista popülasyonlarında Deltamethrine karşı 68 kattan fazla direnç gözlenirken, Abamectin'e karşı 2.48 ile 3.49 kat ve Methamidophos'a karşı 0.79 ile 0.86 kat arasında değişen oranlarda direnç gözlenmiştir.

Wang vd. (2006) şangayi'den toplanan *Spodoptera exiqua* ((Hübner, 1808), Lep.: Noctuidae)'in Spinosad ile çapraz direnç ve biyokimyasal mekanizmasını laboratuvar koşullarında incelemiştir. *S.exiqua*'nın Spinosad uygulanan dirençli popülasyon ile hassas popülasyona göre 345.4 kat direnç oluşturduğu ve Spinosad'ın Fenvalerate, Phoxim, Methomyl, Abamectin ve Cyfluthrin ile çapraz direnç oluşturmadığı gözlenmiştir. PBO, TPP, DEF ve DEM'in hassas popülasyondaki sinerjistik etkisinin 0.7, 0.5, 1.0 ve 0.6 kat olduğu, dayanıklı popülasyonda ise 9.8 ,1.5 ,2.6 , 1.5 kat olduğu belirtilmiştir. Sonuçlar PBO'nun dayanıklı popülasyon üzerinde önemli sinerjistik etki oluşturduğunu göstermiştir. In vitro koşullarda mikrosomal Q demethylase ve GST'nin enzim aktiviteleri dayanıklı popülasyonun hassas popülasyona göre sırasıyla 5.2 kat ve 1 kat'tır. Sonuçlar mikrosomal-O-demethylaz enziminin spinosad dayanıklılığında önemli rol oynadığı göstermektedir.

Kang vd. (2006) *B. tabaci*'de insektisit direnç mekanizması ve enzim inhibitörlerinin sinerjistik etkisi üzerine yaptıkları çalışmada Shangjie, Minhou Ülkesi, Fujian ve Çin'deki lahanalardan zararlı toplanmıştır. Tarla popülasyonları hassas popülasyonla kıyaslandığında 29.3 kat Methamidophos, 21.8 kat Chlorpyrifos, 2.2 kat Phoxim, 72.4 kat Fenvalerate, 9.4 kat Avermectin, 5.5 kat Emamectin benzoate, 1.8 kat Spinosad, 11.6 kat Fipronil ve 8 kat İmidocloprid'e karşı direnç kazanmıştır. *B.tabaci* düşük AChE aktivitesine sahipken, yüksek carboxylesterase (CarE) aktivitesi gösterdiği gözlenmiştir. Laboratuvar koşullarında DEM, TPP ve PBO 9 farklı insektisitle düşük sinerjistik etki gösterirken tarla koşullarında PBO 9 insektisitle de, TPP Methamidophos, Chlorpyrifos, Phoxim, Fenvalerate ve İmidocloprid ve DEM ile de Methamidophos ve Avermectin yüksek sinerjizm oranı oluşturmuştur. Sonuçların

B.tabaci'nin Organik Fosfor'lulara karşı oluşturduğu direncin AChE hassasiyeti ile ilişkili olduğunu gösterdiği belirtilmektedir. Ayrıca PBO, TPP ve DEM için tek hedef noktası olmadığı PBO'nun en yüksek sinerjizm etkisi göstermesinin nedeninin PBO'nun hem AChE enzimini hemde CarE enzimini etkilemesinden dolayı olduğunu belirtmektedir.

Bingham vd. (2007), Piretroid grubundan Cypermethrin'in pamuk bitkisine uygulanmadan önce PBO uygulanmasıyla, *B. tabaci*, *H.a armigera*, *Aphis gossypii* ((Glover, 1877), Hem.: Aphididae) ve *Myzus persicae* ((Sulzer, 1776), Hem.: Aphididae)'nin oluşturduğu direnç önlenebilmiştir. Pamuk bitkisi üzerindeki *B. tabaci*'nin tarla koşullarında oluşturduğu direnç bu uygulama sayesinde tüm sezonda iki ilaçlamaya düşmüştür. Direnç faktörünün azalmasında insektisit sinerjistik maddeye oranı önemli bulunmuştur.

Dağlı ve Tunç (2007) tarafından Avustralya, İsrail ve Türkiye'den toplanan *Frankliniella occidentalis* ((Pergande, 1895), Thy.: Thripidae)'ın hassas popülasyonu ile Türkiye'nin Antalya ilinden toplanan dirençli popülasyonu arasında Abamectin, Endosulfan, Malathion ve Methomyl'e karşı direnç durumu gözlenmiş olup sonuç olarak Abamectin, Endosulfan, Malathion ve Methomyl'e karşı düşük direnç gözlenirken (<3 kat) Cypermethrine karşı 1.6 ile 12.2 kat arasında değişen direnç oranı gözlenmiştir.

Uğurlu ve Gürkan (2007), Adana, Hatay ve Antalya Bölgelerinde sık kullanılan insektisitlere karşı *H. armigera*'nın hassasiyetini araştırmışlardır. Tralomethrin, Lambda cyhalothrin, Endosulfan, Profenofos ve Methomyl *H. armigera*'ya topikal olarak uygulanmış olup Adana, Hatay ve Antalya yörelerinde direnç oranları Tralomethrin için 24.7, 19.7 ve 15.7 kat, Lambda cyhalothrin için 41, 20 ve 40 kattır. Endosulfan, Profenofos ve Methomyl için direnç oranları 1.2 ile 2.1 kat arasında değişmektedir.

Kumral ve Kovancı (2007), tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin Bursa bölgesinden toplanan ergin dişi *Panonychus ulmi* ((Koch, 1836), Trom.: Panonychus) popülasyonunun Dicofol'e 5.4 kat, Bromopropylate'e 47.4 kat ve Fenpyroximate 36.6 kat dirençli olduğu saptanmıştır.

Khot vd. (2008) *B. tabaci*, *M. persicae* ve *Musca domestica* ((Linnaeus, 1758), Dip.: Muscidae) ile Azamethiphos ve PBO kullanarak Asetilkolinesteraz enzim

aktivitelerinin değişimlerini incelemiştir. PBO ve PBO+ Azamethiphos ile zararlı başlarından oluşan örnekler kullanılarak spektrofotometreyle yapılan okuma sonuçlarında; PBO'nun *M. persicae* ve *M.domestica* için hassasiyeti azalttığı *B. tabaci*'nin *M.persicae* ve *M.domestica*'ya göre enzim aktivitesindeki düşüşün daha fazla olduğunu saptamıştır. Sonuç olarak sinerjist maddenin artan metabolik aktiviteyi azalttığı ileri sürülmüştür.

Qian vd. (2008) *Plutella xylostella* ((Linnaeus, 1758) Lep.:Plutellidae)'da Abamectin ve Tebufenozide arasındaki çapraz direnç ve mekanizmasını gözlemlemek için yaptığı çalışmada 99.38 kat direnç faktörüne sahip olan tebufenozide çapraz direnç sayesinde 29.25 kat direnç faktörüne sahiptir. Dirençli popülasyon insektisite maruz kalmadan 20 döl verip, Tebufenozide ve Abamectine olan direnç durumu 3 kat azalmıştır (RF 35.03 ve 11.67 sırasıyla). PBO Abamectine yüksek sinerjizm göstermiş olup sinerjizm oranı 2.11-12.23 arasında değişmektedir. Sitokrom P450 monooksijenaz (MFO) enzimi, Tebufenozide ve Abamectine dirençli olan popülasyonda yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak Tebufenozide'e dirençli olan popülasyonun Abamectin'e de direnç oluşturduğunu ve bunun nedenin de MFO aktivitesindeki artış olduğu belirtilmiştir. Bunun engellenmesi içinde Tebufenozide ve Abamectinin sürekli kullanımının önerilmediği ileri sürülmüştür.

Alves vd. (2008) oxadiazin grubu insektisit olan Indoxacarb'ın *Ostrinia nubilalis* ((Hübner, 1796), Lep.: Crambidae)'e toksisitesi S,S,S-tributyl phosphorotrithioate (DEF) varlığında ve yokluğunda saptanmıştır. *O.nubilalis*'in 3. dönem larvalarına farklı konsantrasyonlardaki Indoxacarb'ın topikal aplikasyon yoluyla uygulanmasıyla deneme invitro koşullarda yürütülmüştür. Indoxacarb toksisitesinin DEF varlığında düştüğü saptanmıştır.

Erdoğan vd. (2008), pamuk bitkisinde bulunan *B. tabaci*'nin 4 popülasyonu ile yaptığı çalışmada 2 Piretroid insektisit (Bifenthrin, Fenpropathrin), 2 Organik fosforlu (Formathion ve Triazophos) ve böcek büyüme düzenleyici Buprofezine karşı direnç durumu araştırılmıştır. Tüm 4 popülasyonda Piretroidlere karşı 57-360 kat arasında, Organik Fosforullara karşı 20- 310 kat, Buprofezine karşı ise sadece İzmir'deki popülasyonda direnç gözlenmiştir. Dayanıklı popülasyonda toplam esteraz aktivitesi hassas popülasyona göre 7.4- 11 kat daha dirençlidir. Bunun nedeni Piretroidlere karşı oluşan dirence bağlanmıştır. Organik Fosforullara

karşı oluşan direncin hedef bölge modifikasyon mekanizması asetilkolinesteraz ile ilişkilendirilmiştir.

Moore vd. (2009), sinerjistlerin biyolojik sistemde çift etkili olabileceğini, bir türdeki enzim sistemi inhibasyonunun diğer türde de oluşmak zorunda olmadığını ve PBO'nun sadece mikrosomal oksidazı değil esteraz enzimi ile ilgili direnci de durdurduğunu saptamıştır.

Eziah vd. (2009), Avustralya'da *P. xylostella*'nın Piretroidlere, Organik Fosforlara ve Indoxacarb'a dayanıklılık kazanması sonucu, oluşan dayanıklılık tipinin saptanması amaçlanmıştır. Sitokrom P450 monooksijenaz aktivitesinin dirençli popülasyonda hassas popülasyona göre 2-6 kat arttığı, esteraz aktivitesinin dirençli popülasyonunun hassas popülasyona göre 1.9 kat arttığı saptanmıştır. In vitro inkubasyon çalışmalarında Profenofos, Methamidophos ve Chlorpyrifos esterazı inhibe ettiği, Permethrin ve Esfenvalerate'in %30 inhibasyonuna neden olduğu belirtilmiştir. GST aktivitesinin de her iki popülasyonda yüksek olduğu saptanmıştır.

Mosallanejad ve Smagghe (2009), *Spodoptera littoralis* ((Boisduval, 1833), Lep.: Noctuidae) ve Methoxyfenozide ile yaptığı çalışmada dirençli popülasyonun hassas popülasyona göre 5 kat direnç oluşturduğunu, Methoxyfenozide aktivitesinin 2.1 kat dirençli popülasyonda yüksek olduğunu, EST ve GST enzimlerinde bir değişim oluşmadığını gözlemlemiştir. PBO, DEF ve DEM ile yapılan sinerjizm çalışmaları sonucunda sinerjizm oranlarının sırasıyla 0.97, 0.96 ve 1 kat olduğu dirençli popülasyonda 2.2, 0.96, ve 1.1 kat olduğu, en fazla sinerjist etkinin PBO'nun MFO'ya etki etmesiyle olduğu belirtilmiştir.

Wang vd. (2009) Çin'de *H. armigera*'nın Spinosad'a hassasiyeti ile ilgili yapılan çalışmada dirençli popülasyonun hassas popülasyona göre 6.5 kat direnç oluşturduğu, Spinosad toksisitesinin PBO ve TPP ile sinerjizm gösterdiği fakat Diethyl Maleate'ın Spinosad ile herhangi bir etki göstermediği saptanmıştır. Spinosad'a 48 saat maruziyet sonucunda p-nitroanisole O-demethylase (ODM) aktivitesinde artış gözlemlenirken, GST ve CarE aktivitesinde önemli bir değişim gözlenmediği belirtilmiştir.

Nehare vd. (2010) tarafından 10 jenerasyon boyunca Indoxacarb uygulandıktan sonra oluşan dirençli popülasyonda *Plutella xylostella* ((Linnaeus, 1758), Lep.:

Plutellidae)'nın farklı dokularında biyokimyasal analizler yapılmıştır. Tüm vücut, bağırsak ve kütikula örnekleri içerisinde maksimum esterase aktivitesi bağırsakta bulunmuştur. Asetilkolinesteraz aktivitesi baş örnekleri içerisinde ve GST aktivitesi ise tüm vücut örnekleri içerisinde yüksek bulunmuştur. Artan direnci durdurmak için yapılan sinerjizm çalışmaları sonucunda en etkili sinerjistin Dimethylmaleate (DEM) ve daha sonrada Triphenyl phosphate (TPP) olduğu belirtilmiştir.

Silva vd. (2011) tarafından *Tuta absoluta*'nın 7 farklı tarla popülasyonunda, 10 insektisite karşı direnç durumu incelenmiştir. Bifenthrin ve Permethrin karşı düşük direnç gözlenirken, Abamectin, Spinosad, *Bacillus thuringiensis*, Deltamethrin ve Triazophos karışımına karşı direnç gözlenmediği, Indoxacarb'a 27.5 kat direnç oluşturduğu, Diflubenzuron, Triflumuron ve Teflubenzuron'a da 222.3 kat direnç oluşturduğu gözlenmiştir. En fazla direnç gözlenen grubun kitin sentez inhibitörlerinin olmasının nedeninin, bu insektisitlerin çok sık kullanılmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Ay ve Kara (2011) yaptıkları çalışmada Fenpyroximate direnç oluşumunu, bazı insektisit ve akarisitlerin toksisitesini, detoksifikasyon enzimlerini ve bazı sinerjistlerin sinerjizm oranlarını incelemiştir. İlaçlama Kulesi metodunu uygulamışlardır. Dirençli popülasyon hassas popülasyona göre Fenpyroximate ile 64.43 kat direnç oranına sahiptir. Abamectine 7.80 kat, Chlorpyrifos'a 6.90 kat, Propargit'e 6.43 kat, Clofentezine'e 4.78 ve Amitraz'a 2.78 kat direnç oranına sahiptir. Kullanılan PBO, IBP ve TPP önemli bir sinerjistik etki göstermemiş olup, esterase, GST ve P450 enzimleri sırasıyla 1.92, 1.06 ve 3.96 kat yüksek enzim aktivitesine sahiptir. P450 ve esterase enzimlerinin Fenpyroximate'e karşı direnç oluşumunda önemli rol oynadığı saptanmıştır.

Reyes vd. (2011) *Cydia pomonella*((Linnaeus, 1758), Lep.: Tortricidae)'nın 1 hassas 2 dayanıklı popülasyonunu kullanarak direnç mekanizması gözlenmiştir. Dirençli popülasyonda MFO aktivitesinin arttığı, Carboxylesteraz aktivitesinde kullanılan substrata göre değiştiği gözlenmiştir. Dirençli popülasyonların birinde AChE aktivitesinde değişiklik gözlenmiş olup Chlorpyrifos için Ethyl oxonun 0.7 kat, Azinphos methyl oxon'unun 3.2 kat, Para-oxon methyl'in 21.2 kat zararlılığının hassasiyetinde azalma olduğu ileri sürülmüştür. DEF 2 dirençli popülasyonda da 7.8 ve 8.2 kat sinerjizm oranı ile yüksek oranda etki göstermiş olup, DEM ve PBO popülasyonlardan birinde hassasiyeti yüksek oranda artırmıştır.

Tiwari vd. (2011) *Diaphorina citri* ((Kuwayama, 1908), Hem.: Psyllidae) erginlerinin dirençli popülasyonu ile hassas popülasyonunu karşılaştırdığında Imidocloprid için LD₅₀ direnç oranı 35, Chlorpyrifos için RR₅₀ 17.9, 13.3, 11.8 ve 6.9, Thiamethoxam için RR₅₀ 15 ve 13, Malathion için RR₅₀ 5.4 ve 5.0, Fenpropathrin RR₅₀ 4.8. Nimflerinin direnç durumu ise Carbary için RR₅₀ 2.9, Chlorpyrifos RR₅₀ 3.2, İmidacloprid RR₅₀ 2.3, 3.9 ve Spinetoram RR₅₀ 4.8, 5.9'dur. Bunun yanında tarla popülasyonunun ergin ve nimflerinde esterez, gluthathion S transferaz ve monooksigenaz seviyelerinde hassas popülasyona göre artış olduğu gözlenmiştir.

Bass ve Field (2011), arthropodlardaki pestisit direncinin 2 ana sebebinin olduğunu bunların; pestisitleri detoksifiye eden metabolik enzimlerin üretiminin artışı ve zararlının pestisitlere hassas olmasına neden olan hedef bölge mutasyonu olduğunu belirtmektedir. Dayanıklılıkta rol oynayan enzimlerin GST, Esteraz ve Sitokrom P450 monooksigenaz olduğunu saptamıştır.

Shi vd. (2011) hassas popülasyona göre Spinosad'a 247 kat direnç oluşturduğu gözlenen *M. domestica* için PBO, DEM ve DEF'in Spinosad ile düşük sinerjistik etkiye sahip olduğu ve *M.domestica* için metabolik detoksifikasyonun direnç oluşmasında önemli role sahip olmadığını saptamıştır.

Reyes vd. (2012) tarafından Güney Amerika'dan beş bölgeden toplanan 2. dönem larvaların Spinosad'a olan direnç durumu incelenmiştir. İkinci dönem larvaların detoksifikasyon enzim aktiviteleri ölçülerek (MFO, GST, EST) böceğin Spinosad etkili maddesine karşı direnç durumu incelenmiştir. Sonuç olarak üç enzimde de kontrol grubundaki böceğin enzim miktarıyla kıyaslandığında önemli ölçüde farklılıklar gözlenmiştir. Tarla koşullarında MFO aktivitesi 1.8- 4.6 kat arasında değişim gösterirken, EST enzimi 1.7- 14.7 kat arasında değişim göstermiş olup, 0.5- 2.7 kat ile en düşük değişim GST enziminde gözlenmiştir. Sonuç olarak Spinosad direncinde üç enziminde rol oynadığı fakat tüm bölgelerdeki popülasyonun MFO aktivitelerinde artışa neden olduğu gözlenmiştir.

Roditakis vd. (2013) *T. absoluta* ile mücadele için kullanılan insektisitlerin toksisitesi, İsektisit Direnciyle Mücadele Komitesi (IRAC)'nin saptamış olduğu yaprak daldırma metodu ile gerçekleştirilmiştir. Denemeler 3 farklı laboratuvarlarda yapılmış olup Yunanistan'da, İtalya'da ve İspanya'da gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan Indoxacarb için dayanıklı popülasyonla en

hassas popülasyon kıyaslandığında Yunanistan, İtalya ve İspanya laboratuvarlarında sırasıyla 10 kat, 12 kat ve 4 kat direnç gözleendiği belirtilmiştir. Chlorantraniliprole için dayanıklı popülasyonla en hassas popülasyon kıyaslandığında Yunanistan, İtalya ve İspanya laboratuvarlarının her birinde 6 kat farklılık gözlenmiştir. Sonuç olarak UPCT 'de Indoxacarpa karşı en düşük LC₅₀ değeri gözlenirken, UC'de Chlorantraniliprole'e karşı en yüksek LC₅₀ değeri gözlenmiştir. Laboratuvar sonuçlarındaki farklılıkların da doğal varyasyonlardan dolayı oluştuğu ileri sürülmüştür..

Roditakis vd. (2013) tarafından IRAC biyoassay metodu kullanılarak *T. absoluta*'ya Yunanistan'da ruhsatlı olan ilaçların toksisitesi incelenmiştir. Aynı zamanda ruhsatlı olmayan piretroid insektisitlerde bu çalışmada kullanılmıştır. Populasyonlar arasında LC₅₀ değerlerinin değışkenliği düşük olmakla birlikte İndoxacarbın direnç oranı 10 kattır. Cypermethrin'e karşı direnç oluştuğu, Chlorpyrifos'a karşı oluşturduğu direnç seviyesinin düşük olduğu, Metaflumizone ile direnç durumunun tam olarak saptanamadığı belirtilmiştir.

Gontijo vd. (2013) Brezilyada 7 yıl boyunca 20 farklı populasyon kullanarak *T. absoluta*'nın bazı insektisitlere karşı direnç durumunu saptamıştır. *T. absoluta*'nın birçok popülasyonu Abamectin, Chlorfenapyr, ve Spinosad'a hassas fakat Bifentrin, Triflumuron ve Teflubenzurona karşı direnç kazanmıştır. Indoxacarb'a olan hassasiyetin zamana ve ve bölgeye göre değıştiği, arazinin topografyası ve rüzgar yönünün zararlının yayılmasını etkilediğinden dolayı mücadele sırasında bu özelliklerinde değerlendirilmesi gerektiği ileri sürülmüştür.

Wang vd. (2013) Çin'den 3 bölgeden toplanan *P. xylostella* popülasyonunun Chlorantraniliprole ve Flubendiamide'e çapraz direnç sağlayarak Chlorantraniliprole'un 18-1150 kat direnç, Flubendiamide'in ise 15-800 kat direnç oluşturduğunu belirtmiştir. Chlorantraniliprole'e 670 kat direnç gösteren bölgelerden birinde Chlorantraniliprole PBO, DEM ve DEF ile sinerjistik etki göstermiştir. Metabolik detoksifikasyonun Chlorantraniliprole direncinde bazı durumlarda rol oynadığını fakat hedef bölge direncinin kaçınılmaz olduğunu belirtmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

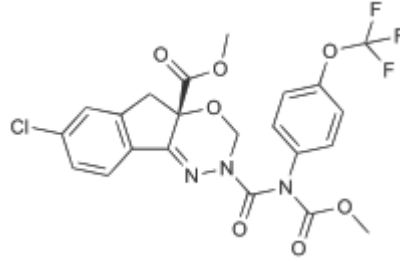
3.1 Materyal

Denemede kullanılan Domates Fideleri Ufuk Fide'den temin edilmiştir. *T. absoluta*'nın 2. dönem larvaları kullanılmıştır. Kullanılan insektisitler ve etki şekilleri (Çizelge 3.1) ile sinerjistler aşağıda çöklänmiştir.

Çizelge 3.1 Denemede kulanılan insektisitler ve etki şekilleri

İnsektisit	Ticari Adı	Firma Adı	Etki şekli	Hedef Bölge
Indoxacarb	Avaunt	Du Pont	Na inaktivasyonu ve Na kanalının bloke olması	Voltaj Kapılı Sodyum Kanalları
Spinosad	Laser	Dow Agrosience	Antagonizm	Nikotinik Asetil Kolin Reseptörleri
Chlorantraniliprole	Altacor	Du Pont	Aktivasyon	Kalsiyum kanalları
Azadirachtin	Neemazal	Verim	Deri değiştirmenin engellenmesi	Beyin- Corpora Cardicum
Metaflumizone	Alverde	Basf	Na inaktivasyonu ve Na kanalının bloke olması	Voltaj Kapılı Sodyum Kanalları

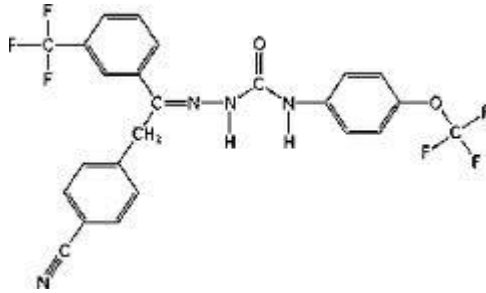
3.1.1. Indoxacarb



Şekil 3.1. Indoxacarb'ın kimyasal yapısı

Lepidoptera takımında bulunan zararlıların larva dönemlerinin kontrolü için ruhsatlı olan Indoxacarb, Oxodiazine grubuna ait bir insektisittir. Mide ve kontak etkilidir. Böcek sinir hücrelerinde sodyum kanallarını tıkayarak etki eder ve ilaçlamadan kısa bir süre sonra zararlı beslenme ve diğer yaşamsal faaliyetleri durur veya çok azalır, bir süre sonra zararlı ölür. Molekül formülü $C_{22}H_{17}ClF_3N_3O_7$ 'dir (Şekil 3.1). Ruhsatlı olduğu zararlılar; Domates güvesi (*Tuta absoluta*), Salkım güvesi (*Lobesia botrana*), Yeşilkurt (*Heliothis armigera*), Yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis*), Mısır koçan kurdu (*Sesamia nanogrioides*), Mısır kurdu (*Ostrinia nubilalis*), Elma iç kurdu (*Cydia pomonella*), Fındık kurdu (*Curculio nucum*)'dur.

3.1.2. Metaflumizone

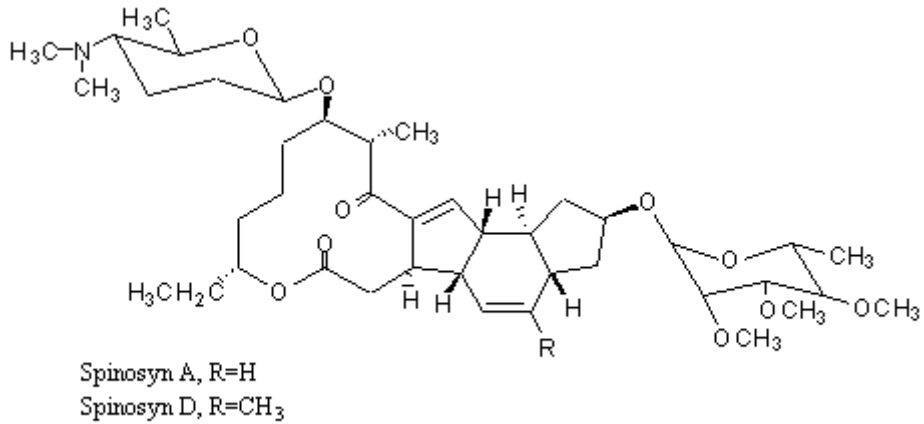


Şekil 3.2. Metaflumizone'un kimyasal yapısı

Semicarbazone sınıfına ait olan Metaflumizone, özellikle *Leptinotarsa decemlineata* ((Say, 1824), Col.: Chrysomelidae) için üretilmiş olup, bir çok Lepidoptera türlerinin kontrolünde kullanılan yeni grup insektisitlerdendir. Metaflumizone mide ve kontak yolla alınmakta ve zararlıların sinir hücrelerinin

sodyum kanallarında reseptörlere bağlanarak kanalları tıkamakta ve kontrolü sağlamaktadır. Bu yeni etki şekli ile Piretroidler ve diğer kimyasallardan farklı olup diğer kimyasallarla aralarında çapraz direnç yoktur. Orta derecede translaminar taşınma özelliğine sahiptir. Ruhsatlı olduğu zararlılar; Domates güvesi (*Tuta absoluta*), Yeşilkurt (*Heliothis armigera*), Yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis*) ve Patates böceğidir (*Leptinotarsa decemlineata*). Molekül formülü $C_{24}H_{16}F_6N_4O_2$ 'dir (Şekil 3.2).

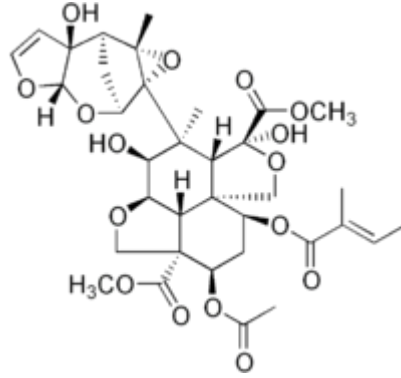
3.1.3. Spinosad



Şekil 3.3. Spinosad'ın kimyasal yapısı

Toprak kökenli bakteri *Saccharopolyspora spinosa*'dan doğal yollarla elde edilmiştir. Mide ve kontak etkili bir insektisittir. İlaç zararlının beslenmesini durdurarak, zararlının üç gün içinde ölmesine neden olur. Sinir sistemine etki ederek nikotinik asetilkolin reseptör agonisti olarak görev yapmaktadır (Anonim, 2011b). Diğer ilaçlardan farklı bir etki mekanizmasına sahip olduğundan çapraz dayanıklılık riski yoktur. Kimyasal formülü $C_{41}H_{65}NO_{10}$ 'dür (Şekil 3.3). Spinosad Lepidoptera türlerinin kontrolünde çok etkili bir insektisittir. Sıçanlarda akut LD₅₀ değeri 5000 mg/kg'dan fazladır (Yu, 2008). Ruhsatlı olduğu zararlılar; Pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis*), Yaprak galeri sinekleri (*Liriomyza* spp.), Çiçek tripsi (*Frankliniella occidentalis*), Domates güvesi (*Tuta absoluta*)'dır.

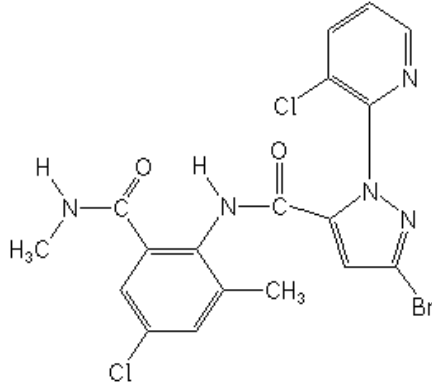
3.1.4. Azadirachtin



Şekil 3.4. Azadirachtin'in kimyasal yapısı

Tropikal Neem ağacı (*Azadirachta indica*) çekirdek özünden elde edilen 'Azadirachtin A' aktif maddesini içerir. Aktif madde bitkide sistemik olarak dağılır. Böcekler beslenme sırasında ağız yoluyla bu aktif maddeyi alırlar. Etkilenen zararlıların beslenmeleri ve gömlek değiştirmeleri durur. Aynı zamanda üreme kabiliyetlerinde azalmaya ve kısırılığa neden olur. Molekül formülü C₃₅H₄₄O₁₆'dır (Şekil 3.4). Sıçanlarda akut LD₅₀ değeri 5000 mg/kg'dan fazladır (Yu, 2008). Ruhsatlı olduğu zararlılar; Yaprakbiti (*Myzus persicae*), Domates güvesi (*Tuta absoluta*), Kırmızı Örümcek (*Tetranychus* spp.), Çam kese tırtılı (*Thaumetopoea pityocampa*), Kahverengi koşnil (*Parthenolecanium cornispp*), Zeytin sineği (*Bactrocera oleae*), Kiraz sineği (*Rhagoletis cerasi*), Doğu meyve güvesi (*Cydia molesta*), Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*), Yeşilkurt (*Helicoverpa armigera*)'dır.

3.1.5. Chlorantraniliprole



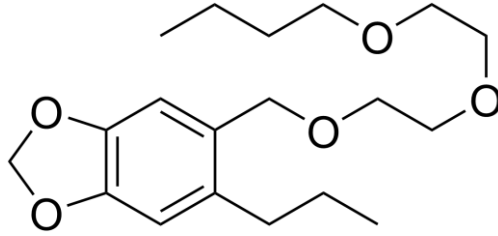
Şekil 3.5. Chlorantraniliprole'un kimyasal yapısı

Anthranilin diamid insektisitler anthranilin türevidir. Chlorantraniliprole bu sınıfın tek üyesidir. Kas kasılmasının engellenmesi şeklinde etki eder. Sıçanlardaki LD₅₀ değeri 5000mg/kg'dan fazladır (Anonim, 2008). Genellikle Lepidoptera türlerinin kontrolünde kullanılan bu insektisit Yeşilkurt (*Heliothis armigera*) ve Pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis*)'na karşı ruhsatlıdır. Molekül formülü C₁₈H₁₄N₅O₂BrCl₂'dir (Şekil 3.5).

Çizelge 3.2. Denemede Kullanılan Sinerjistler

Sinerjistler	Piperonyl Butoxide	Diethyl maleate	Triphenyl phosphate
Aktif madde İçeriği	% 96	%90	%99
Uygulanan Doz	625 µl /50 ml ethanol	660µl /50 ml ethanol	600 mg/50 ml ethanol

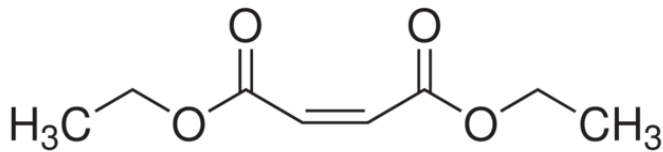
3.1.6. Piperonyl Butoxide



Şekil 3.6. Piperonyl butoxide'in kimyasal yapısı

Piperonyl butoxide renksiz ve sıvı halde olup çabuk bozulan bir maddedir (Öncür, 2008). Böcekler tarafından pestisitlerin parçalanmasını engeller. Piperonyl butoxide'in pestisitlere eklenmesiyle zararlı ile mücadele için gerekli olan pestisit miktarı azalır. P-450 enzimini inhibe ederek metabolize olmamış sistemik konsantrasyonlardaki insektisitlerin hedef zararlıya daha uzun süre etki etmesini sağlar. PBO esteraz ve monooxygenaz enzim grubu içerisinde yer alan cytochrom P-450 ve esteraz inhibitörüdür (Kim vd, 2006). Sıçanlarda LD₅₀ değeri 5000 mg/kg'dan fazladır. Moleküler formülü C₁₉H₃₀O₅'dir (Şekil 3.6). Stenersen (2004) tarafından Piperonyl butoxide'in Karbamatlılar ve Piretroidlere synerjistik etki göstermesi yanında Methyl parathion ile antagonist etki gösterdiği belirtilmiştir.

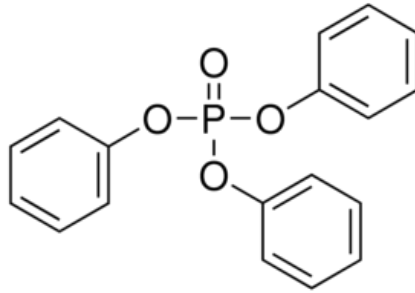
3.1.7. Diethyl Maleate



Şekil 3.7. Diethyl maleate'in kimyasal yapısı

Molekül formülü C₆H₈O₄'dür (Şekil 3.7). GST enziminin inhibitörüdür (Van Leeuwen vd., 2004). Saydam ve sıvı haldedir.

3.1.8 Triphenyl phosphate



Şekil 3.8. Triphenyl phosphate'ın kimyasal yapısı

Molekül formülü $C_{18}H_{15}O_4P$ olan Triphenyl phosphate (TPP) beyaz, kokusuz ve ortalama 0.5 cm çapında disk görünümlüdür (Şekil 3.8). Esteraz enzimlerinin inhibitörüdür (Kim vd., 2004; Park vd., 2006).

3.2 Yöntem

3.2.1 Kitle Üretimi

Domates güvesi *T. absoluta* larvaları 2011-2012 yıllarında haziran, temmuz ve ağustos aylarında haftada bir olmak üzere İzmir ilinin Urla İlçesinin Kuşçular ve Yağcılar köyünden ve Aydın ilinin Sultanhisar, Köşk, Koçarlı, İncirliova, Germencik ilçelerinden sera ve tarlalarda ki domates bitkilerinden toplanmıştır. Toplanan larvalar Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü İklim odalarında 16:8 saat (aydınlık: karanlık) ışıklandırma 25 ± 1 °C sıcaklık ve 65 ± 5 ortalama nem koşullarında yetiştirilmiştir. *T. absoluta* larvalarını yetiştirmek için kullanılan yapay diyet içeriği; Fasulye (75 g), Buğday unu (60 g), Soya unu (30 g), Kazein (37.5 g), Maya (37.5 g), Askorbik asit (3.6 g), Sorbik asit (1.8 g), Methyhydroxy- benzoate (Nipagine: 3.0 g), Tetracycline (113.0 mg), Formaldehid (3.6 ml), Vitamin karışımı (9.0 ml), Agar (23.0 g), Su (1200 ml)'dur (Mihsfeldt ve Parra, 1999). Yapay diyet yapıldıktan sonra 24 saat buzdolabında saklanmıştır. Kültür kapları hazırlanırken en altta kurutna kağıdı, üstüne alüminyum folyo, onun üzerine yapay diyet yerleştirilerek larvaların yapay diyet üzerinde beslenmesi beklenmiştir. Önce yapay diyet üzerinde yetiştirilmesi düşünülen Domates güvesi, diyetle akar kontaminasyonu oluşması nedeniyle diyetle popülasyonun çoğalması sağlanamamıştır. Daha sonra 5 cm çapında 10 cm yüksekliğindeki plastik bardaklarda 1:1:1 torf, kum, perlit karışımı içerisinde yetiştirilen domates bitkisi ile popülasyon oluşturulmasının uygun olduğuna karar verilmiştir. Domates bitkileri üzerine bırakılan larvalar ve larvalı yapraklar kitle üretimi için uygun olan 40 X 40 boyutundaki kafesler içerisine bırakılmıştır. İnsektisit Direnciyle Mücadele Komitesi (Insecticide Resistance Action Committee)' nin hazırlamış olduğu metoda göre toplanan larvalar sıcaklık, nem veya açlık stresine maruz bırakılmamıştır (Anonim, 2011b).



Şekil 3.9. *T.absoluta*'nın yumurta ve larva dönemi

3.2.2 *Tuta absoluta*'nın Direnç Durumunun Belirlenmesi

IRAC'ın *T. absoluta* için belirlemiş olduğu metodu olan yaprak daldırma metodu çalışmada kullanılmıştır (Anonim, 2011b). Denemede toksikolojik denemelerde kullanılması önerilen 4-5 mm boyunda 2. dönem larva kullanılmıştır. Her bir insektisit denemesi için 560 larva kullanılmıştır. Denemede her doz için 2 tekerrürlü olmak üzere 10 larva kullanılmıştır. Denemede kullanılan her ilaç için önce ön denemeler yapılmıştır. Her insektisit için 6 farklı doz kullanılmıştır. İyi bir regresyon elde etmek için doğru ilaç konsantrasyonları saptanıncaya kadar denemeler tekrarlanmıştır. Doğru ilaç konsantrasyonları saptandıktan sonra esas denemeler yapılmıştır. Denemede kullanılan yapraklar insektisit uygulanmamış yapraklar olup, aynı ölçüde olacak şekilde seçilmiştir. Yapraklar bitkiden koparıldıktan sonra kurumaması için kurutma kağıtları arasına konup nemlendirilmiştir. Yapraklar her petride 2 tane olacak şekilde 56 petriye yerleştirilmiştir. Yapraklar petrilere yerleştirilmeden önce hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki ilaçlara daldırılmıştır. Denemede kullanılan her sinerjist madde içinde her ilaç ile doğru regresyon elde edebilmek için ön denemeler yapılmıştır. Denemelerde 6 farklı doz ve 1 kontrol kullanılmıştır. Direnç denemeleri için önce iyi bir regresyon elde etmek için bir uygulama yapılarak uygun dozlar tespit edilmiştir. Daha sonra 6 doz ve kontrol (su) ile yapraklar ilaçlı suya daldırılarak uygulama tamamlanmıştır. Sinerjist etki için öncelikle verilen sinerjist madde dozunun denemeye negatif etki yapmaması için doz optimizasyonu yapılarak böceklerin etkilenmediği sinerjist dozu belirlenmiştir. Sinerjistlerde direnç denemelerinde aynı dozlarda 6 doz ve kontrol ile uygulama yapıldıktan sonra sinerjist madde uygulamasıyla uygulama tamamlanmıştır. Ardından her petriye 10 adet larva yaprakların üzerine bırakılmıştır ve petriler kapatılmıştır. Denemenin yapıldığı günden sonraki 4 gün boyunca larvaların ölüp ölmediği kontrol edilerek larvaların ilaca olan dayanıklılık durumu tespit edilmiştir (Şekil 3.10). Petri içerisindeki larvalara fırça ile dokunulduğunda larva hareket etmiyorsa ölü olarak, hareket ediyorsa canlı olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.10. Deneme kurulduktan sonra ölü ve canlı larva tespiti

3.2.3 Domates Güvesi *Tuta absoluta*'nın Enzim Aktivitesi Ölçümü

3.2.3.1 Enzim ekstratı hazırlama

Reyes vd. (2012)' in enzim aktiviteleri ile ilgili yaptığı çalışmada kullandığı metod uygulanarak bu çalışmada *T. absoluta*'nın EST ve GST enzim aktiviteleri ölçülmüştür. Böceklerin direnç durumlarının kontrolünde genel olarak EST, GST ve P450 monooksijenaz enzim aktiviteleri ölçülür (Yorulmaz ve Ay, 2010). Çalışmada EST enziminin bioassay kısmı ile GST enzimin bioassay kısmında enzim aktivitesi ölçümü için gerekli olan böcek sayısı ve bufferın aynı olmasından dolayı 2 enzim içinde aynı enzim ekstratı kullanılmıştır. 50 mM pH 7 'de 50 µl hepes buffer içerisinde 30 adet 2. dönem larva pestil yardımıyla buz üzerinde homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenatlar 15.000 g'de 15 dak. 4 C°'de santrifüj edilmiştir. Daha sonra supernatant kısımları enzim kaynağı olarak kullanılmıştır.

3.2.3.2 Esteraz

Esteraz enzim aktivitesi ölçümünde 6 tekerrür uygulanmıştır. 96 kuyucuklu mikropalak spektrofotometrik ölçüm için kullanılmış olup, substrat olarak β -

naphthyl acetate kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı 10 µl enzim kaynağı, 185 µl hepes solüsyonu içerisinde β-naphthyl acetate (0.03 mM)'dan oluşmuştur. Bu karışım 20 dakika 30 C°de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası 0.25g SDS ve 0.04 g Fast Garnet tartılıp 10 ml su içerisinde çözüldükten sonra 55µl her kuyucuğa eklenerek karanlık odada, oda sıcaklığında 20 dakika inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası 590 nm dalga boyunda Thermo Labssystem Multiskan Spectrum spektrofotometre ile okuma yapılmış olup sonuçta aktivite n mol β-naphthyl acetate / mg protein/ dk olarak değerlendirilmiştir (Reyes vd., 2012).

3.2.3.3 Gluthathion S Transferaz

GST enzim aktivitesi ölçümünde esteraz enzim aktivitesinde olduğu gibi 6 tekerrür uygulanmıştır. Ölçüm sırasında mikrofluor siyah mikropalak kullanılmıştır. Substrat biyokimyasal analizlerde işlenen maddelere verilen isim olup bu çalışmada, substrat olarak monochlorobimane kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı 30 µl enzim kaynağı, 168 µl hepes solüsyonu içerisinde GSH (50 mM, pH 7.0) ve 2 µl 30 mM MCB'den oluşmuştur. Enzimsiz sadece hepesli kuyucuk kontrol olarak kullanılmıştır. 20 dak. 22 C°de inkübasyona bırakılarak, inkübasyon sonrası 450 nm dalga boyunda 380 eksitasyon yapılarak enzim ölçümü yapılmıştır. Sonuçta aktivite florasan unit / mg protein / dak. olarak değerlendirilmiştir (Reyes vd., 2012).



Şekil 3.11. Enzim analizlerinin yapıldığı Thermo Labssystem Multiskan Spectrum spektrofotometre cihazı

3.3 İstatistik Analizleri

Böceklerde ilaçlara karşı oluşan direncin belirlenmesinde toksikolojik testler kullanılmaktadır. İlaçların birbirine göre etkisinin karşılaştırılmasında veya değişik bölgelerde oluşan direncin belirlenmesinde LC_{50} (böceklerin % 50'sinin öldüğü doz) veya LC_{90} (böceklerin % 90'ının öldüğü doz) değerlerinin karşılaştırılması en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Böceklerde bölgelere göre ne kadar direncin ortaya çıktığı ise hassas popülasyonla yapılan karşılaştırmalarla belirlenmektedir. Domates güvesi'nin dünyada domates yetiştirilen yerlerde hızlı epidemiyi yapması ve yoğun ilaçlama yapılması sebebiyle hassas popülasyonun bulunmamasından dolayı bölgelerin birbiriyle karşılaştırılması yapılarak sonuca gidilmektedir. Zararlılığın ilaca olan dayanıklılık durumunun saptanması için yapılan sayımlar sonucunda elde edilen LC_{50} ve LC_{90} değerleri POLO Plus (Software, 1994) programında değerlendirilmiştir. Probit analizleri sonucunda elde edilen LC_{50} ve LC_{90} değerleri lineer ve logaritmik grafikler kullanılarak değerlendirilmiştir. POLO Plus programı ile istatistiksel karşılaştırmalarda kullanılacak öldürücü doz oranları, standart kalıntının hesaplanması, logit ve probit modeller kullanılarak grafiklendirme, LC_{50} , LC_{60} , LC_{90} , LC_{99} gibi farklı değerler hesaplanabilmektedir (Robertson, 2003). Denemede kullanılan 5 farklı insektisit uygulandığı durumdaki canlılık ve ölüm oranları ile kontrol grubundaki canlılık ve ölüm oranları kıyaslanmış olup aynı zamanda Urla ve Aydın popülasyonlarının kendi aralarında, LC_{50} değerleri kullanılarak kıyaslanmıştır.

EST ve GST enzim aktiviteleri için yapılan enzim analizleri sonuçlarında enzim aktivitesi enzim optik densitesinin, örneğin protein miktarına bölünmesiyle elde edilmiştir. Popülasyonlar arası enzim aktivitelerinin önem derecelerini belirlemek için Student Newman Keuls analizi SPSS programı kullanılarak uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye'de ilk bulaşmanın olduğu Urla ve domatesin yaygın olarak yetiştirildiği Aydın bölgesinde, yoğun olarak kullanılan 5 farklı insektisit (Indoxacarb, Metaflumizone, Chlorantraniliprole, Spinosad ve Azadirachtin) *T. absoluta* (Domates güvesi)'nin toksikolojik testleri sonucunda LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri yardımıyla direnç oranları tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4.1. Aydın ve Urla Populasyonunda *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) 2. dönem larvalarının LC₅₀, LC₉₀ ve Direnç Değerleri (RF)

	N	Slope	X ²	LC ₅₀	LC ₉₀	RF(LC ₅₀)	RF(LC ₉₀)
Indoxacarb							
Aydın	140	1.940	1.300	215.26	695.64	8.02	4.8
Urla	140	1.700	2.800	26.81	144.61		
Azadirachtin							
Aydın	140	1.060	1.508	19.18	303.00	0.81	2.6
Urla	140	1.800	6.600	23.60	115.23		
Metaflumizone							
Aydın	140	1.270	0.140	2091.40	21356.00	3.79	7.5
Urla	140	1.807	0.356	550.47	2818.20		
Spinosad							
Aydın	140	1.751	0.463	0.70	3.50	6.19	2.6
Urla	140	0.305	0.495	0.11	1.30		
Chlorantraniliprole							
Aydın	140	0.210	0.848	15.35	63.25	1.84	1.8
Urla	140	0.200	1.220	8.36	34.34		

Zararlıının iki populasyonun LC₅₀ değerlerinin birbirine oranı olan direnç faktörü (RF), bölgelerin ilaçlara direnç durumu ile ilgili bilgi sahibi olunmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada Aydın ve Urla populasyonlarının direnç durumları karşılaştırılmış ve Aydın Bölgesi'nde Urla'ya göre direnç faktörünün fazla olduğu

hesaplanmıştır. Aydın Bölgesi'nde Metaflumizone etkili maddesinin *T. absoluta*'ya karşı LC₅₀ değeri 2091.4 mg/L, Urla Bölgesi'nde Metaflumizone etkili maddesinin LC₅₀ değeri 550.47 mg/L olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1). Roditakis vd. (2013a) Yunanistan'da yaptığı çalışmada Metaflumizone etkili maddesinin *T. absoluta*'ya karşı LC₅₀ değerini 31.8 ile 159.5 mg / L arasında saptanmıştır. Roditakis'in sonuçlarına göre Aydın ve Urla bölgesinde ki Metaflumizone'a karşı *T. absoluta*'nın direncinin daha fazla olduğu gözlenmiştir. Aydın Bölgesi'nde *T. absoluta*'ya karşı Indoxacarb etkili maddesinin LC₅₀ değeri 215.26 mg / L Urla Bölgesi'nde ise 26.81 mg / L olarak saptanmıştır. Yunanistan'da yapılan bir çalışmada *T. absoluta*'ya karşı Indoxacarb'ın LC₅₀ değerini 1.73 ile 17.5 mg / L arasında saptamıştır (Roditakis vd., 2013a). Roditakis vd. (2013b) yaptığı başka bir çalışmada İspanya'da İndoxacarb'ın 0.20 ile 0.70 mg / L, İtalya'da 0.93 ile 10.8 mg / L arasında Yunanistan'da ise 1.8 ile 17.9 mg / L arasında LC₅₀ değerine sahip olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalarla Aydın ve Urla Bölgeleri kıyaslandığında Indoxacarb etkili maddesinin LC₅₀ değeri İtalya ve Yunanistan'la benzer sonuçlara sahipken, İspanya'da ki LC₅₀ değerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. Aydın bölgesinde *T. absoluta*'ya karşı Azadirachtin etkili maddesi 19.18 mg / L, Urla Bölgesi'nde Azadirachtin etkili maddesinin LC₅₀ değeri 23.60 mg / L olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1) . Elde edilen sonuçlara göre Urla Bölgesi'nin Aydın Bölgesi'ne göre daha dirençli olduğu gözlenmiştir. Aydın Bölgesi'nde Spinosad etkili maddesinin LC₅₀ değeri 0.7 mg/L, Urla Bölgesi'nde Spinosad etkili maddesinin LC₅₀ değeri 0.11 mg/L olarak saptanmıştır. Reyes vd. (2012) Güney Amerika'da *T. absoluta*'ya karşı Spinosad'ın LC₅₀ değerinin 0.07 mg /L , Roditakis vd. (2013a)' in Yunanistan'da *T. absoluta*'ya karşı yaptığı çalışmada Spinosad'ın LC₅₀ değerinin 0.08 ile 0.26 mg/L, Silva vd. (2011) Brezilya'da *T. absoluta*'ya karşı yaptığı çalışmada Spinosad'ın LC₅₀ değerinin 0.46 ile 2.26 mg/L arasında olduğunu saptamıştır. Yapılan çalışmalarla Aydın ve Urla Bölgesi kıyaslandığında Aydın Bölgesi Urla Bölgesi'ne göre daha dirençli olmakla birlikte bölgelerin Güney Amerika ve Yunanistan'da ki popülasyonlara göre de daha dirençli olduğu gözlenmiştir. Aydın Bölgesi'nde *T. absoluta*'ya karşı Chlorantraniliprole etkili maddesinin LC₅₀ değerinin 15.35 mg/L, Urla Bölgesi'nde LC₅₀ değerinin 8.36 mg/L olduğu saptanmıştır. Roditakis vd. (2013a) Yunanistan'da yaptığı çalışmada Chlorantraniliprole'un LC₅₀ değerinin 0.12 ile 0.53 mg/L arasında saptamıştır. İspanya'da Chlorantraniliprole'un LC₅₀ değerini 0.04 ile 0.24 mg/L, İtalya'da 0.23 ile 1.34 mg/L ve yine Yunanistan'da 0.20 ile

0.36 mg/L arasında olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalara göre Aydın ve Urla Bölgesi'nin daha dirençli olduğu saptanmıştır.

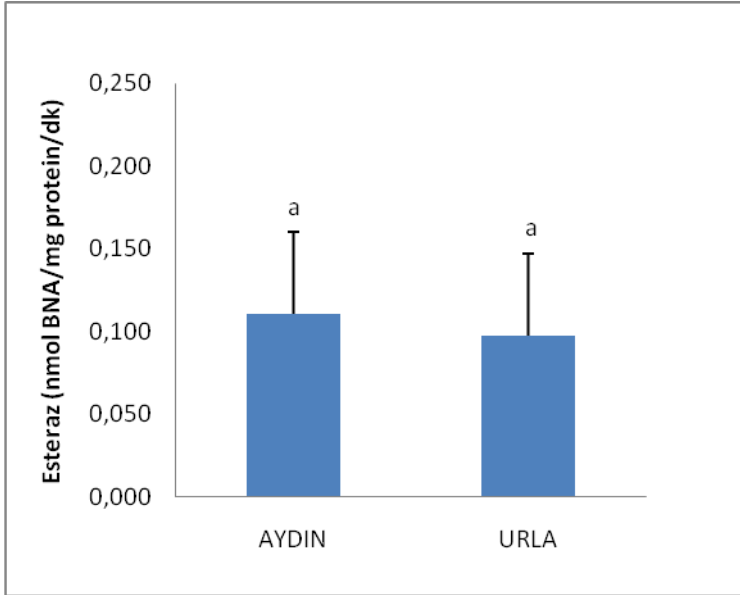
Indoxacarb etkili maddesine Aydın'da ki populasyon Urla'ya göre 8.02 kat daha dirençli bulunmuştur. *T. absoluta*'nın Indoxacarb'a Yunanistan'da 12 kat, İtalya'da 10 kat ve İspanya'da 4 kat direnç oluşturduğunu belirtilmiştir. Silva vd. (2011) Brezilya'da yapılan bir çalışmada toplanan *T. absoluta* larvalarının Indoxacarb'a 27.5 kat dirençli olduğunu saptamıştır. *T. absoluta*'nın Indoxacarb etkili maddesine direnç durumu Brezilya, Yunanistan, İtalya'ya göre Türkiye'de düşük iken İspanya'ya göre yüksek çıkmıştır. Sayyed vd. (2008) Pakistan'da *S. litura*'nın dirençli ve hassas popülasyonu ile yaptığı çalışmada indoxacarb'a 15 kat dayanıklı olduğunu saptamıştır. Bu çalışmada Indoxacarb'ın diğer zararlılarda da direnç oluşturduğunu göstermektedir. Spinosad etkili maddesi için Aydın'daki popülasyon 6.19 kat Urla'ya göre dayanıklı bulunmuştur. Brezilya Bölgesi'nden toplanan *T. absoluta*'nın Spinosad'a 1.2 – 4.8 kat arasında değişen oranda direnç oluşturduğu saptanmıştır. Roditakis vd. (2013a) Yunanistan'da yaptığı bir çalışmada *T. absoluta*'nın Spinosad'a 1-3 kata kadar değişen oranlarda direnç oluşturduğunu belirtmiştir. Spinosad etkili maddesine diğer bölgelerde yapılan çalışmalarla kıyaslandığında Türkiye'de daha fazla direnç gözlemlendiği ortaya çıkmıştır. Lebedev vd. (2013) İsrail'de soğanda zararlı olan *Thrips tabaci* ((Lindeman, 1889), Thy.: Thripidae)'nin 2007 ve 2011 yılları arasında oluşturduğu popülasyonun 21393 kat spinosad'a direnç oluşturduğunu belirtmiştir. Çin'de *S. exigua*'nın dirençli ve hassas popülasyonu ile yaptığı çalışmada spinosad'a 345.4 kat dayanıklı olduğu saptanmıştır. Diğer zararlılarla yapılan çalışmalar *T. absoluta* ile kıyaslandığında *T. absoluta*'nın Spinosad'a karşı oluşturduğu direncin daha düşük olduğunu ortayan çıkarmaktadır. Metaflumizone etkili maddesi için Aydın popülasyonu 3.79 kat daha dirençlidir. Yunanistan'da yaptığı çalışmada *T. absoluta*'nın Metaflumizone'a 1-5 kata kadar değişen oranlarda direnç oluşturduğunu saptamıştır. Bu durum Metaflumizone etkili maddesinin ülkemizde Yunanistan'la yakın oranlarda direnç oranına sahip olduğunu göstermektedir. Chlorantraniliprole etkili maddesi Aydın popülasyonunda Urla'ya göre 1.835 kat daha dayanıklıdır. Roditakis vd. (2013b) *T. absoluta*'nın Yunanistan, İtalya ve İspanya'da Chlorantraniliprole' karşı 6 kat direnç oluşturduğunu belirtmiştir. Yine Çin'de *P. xylostella*'nın Chlorantraniliprole'e 18-1150 kat direnç oluşturduğunu saptamıştır. Bu durum Türkiye'de Chlorantraniliprole'e karşı oluşan direncin daha az olduğunu göstermektedir. Bunun yanında Urla popülasyonunda ise

Azadirachtin etkili maddesi Aydın'a göre 1.23 kat daha dirençlidir. Fernandez vd. (2009) İspanya'daki *B. tabaci* popülasyonunun Azadirachtin'e 0.2-7 kat dirençli olduğunu saptamıştır.

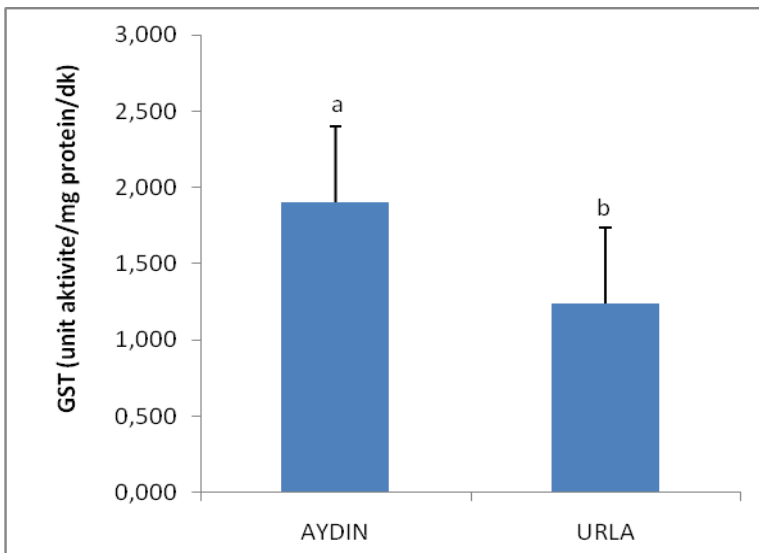
Yapılan toksikolojik testler sonucunda elde edilen verilerin doğruluğunun ispatlanması amacıyla genelde GST ve EST enzimlerinde gözlenen enzimatik değişimler incelenmektedir (Reyes vd., 2012). GST enzim artışının Organik Fosforlu ve Klorlandırılmış Hidrokarbonlarla ilişkili olduğu, EST enzim artışında Karbamatlı ve Organik Fosforlu insektisitlerle ilişkili olduğu bilinmesine rağmen farklı gruplardan olan insektisitlerin bu enzimlerle ilişkisi ile ilgili yeterli bilgi bulunmamasıyla birlikte direnç yada çapraz direnç oluşabileceği düşünülerek enzim çalışmalarında GST ve EST enzim aktiviteleri ölçülmüştür.

Aydın popülasyonunun EST enzim aktivitesi ortalaması 0.110 n mol β NA/mg protein/dk iken Urla popülasyonunun EST enzim aktivitesi ortalaması 0.097 n mol β NA/mg protein/dk olarak bulunmuştur (Şekil 13). EST enzimi Aydın popülasyonunda daha yüksek bulunmasına rağmen enzim aktiviteleri arasındaki farkın istatistik analizler sonucunda önemsiz olduğu gözlenmiştir ($p > 0.05$).

GST enzimi ise Aydın popülasyonunda 1.905 unit aktivite/mg protein/dk iken Urla popülasyonunda 1.237 unit aktivite/mg protein/dk olarak bulunmuştur (Şekil 14). Aydın popülasyonundaki GST enzim miktarının fazla olması istatistik analizler sonucunda önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Sonuç olarak iki popülasyon arasındaki EST enzim aktivitesi miktarındaki fark önemsizken GST iki popülasyon arasında önemli fark yaratmış olup (1.5 kat) Aydın popülasyonun Urla'ya göre GST enzimini etkileyen ilaçlar açısından daha dayanıklı olduğu enzim sonuçlarıyla da onaylanmıştır. Reyes vd. (2012) *T. absoluta* bireylerini kullanarak Spinosad etkili maddesine karşı yaptığı çalışmada GST enzim değerlerini bizim değerlerimizle yakın olarak 0.5- 2.7 kat arasında tespit etmiştir. Enzimlerle birçok böcek ile yapılan çalışmalarda da MFO, GST ve EST enzimleri kullanılmıştır (Rodriguez vd., 2011; Sonoda ve Igaki, 2010).



Şekil 4.1. Aydın ve Urla Populasyonlarına ait Esteraz enzim miktarları



Şekil 4.2. Aydın ve Urla Populasyonlarına ait GST enzim miktarları

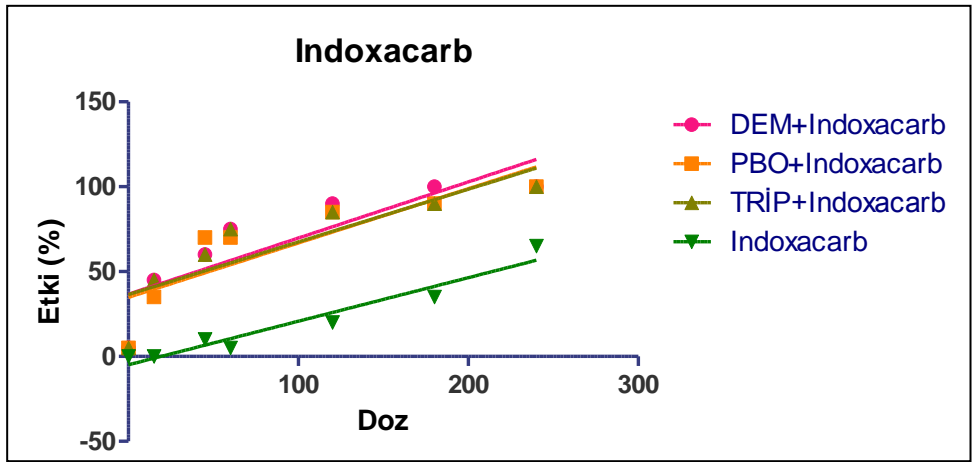
Aydın ve Urla Bölgesi'nden oluşturulan *T.absoluta* popülasyonlarının insektisit ve insektisit ile sinerjist madde uygulandığında elde edilen LC₅₀ değerleri ve sinerjizm oranları çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Aydın ve Urla popülasyonunda *Tuta absoluta*(Meyrick, 1917) larvalarının PBO, DEM ve TRİP sinerjistleri ve denemede kullanılan insektisitlerle kullanıldığında LC₅₀ değerleri ve sinerjizm oranları

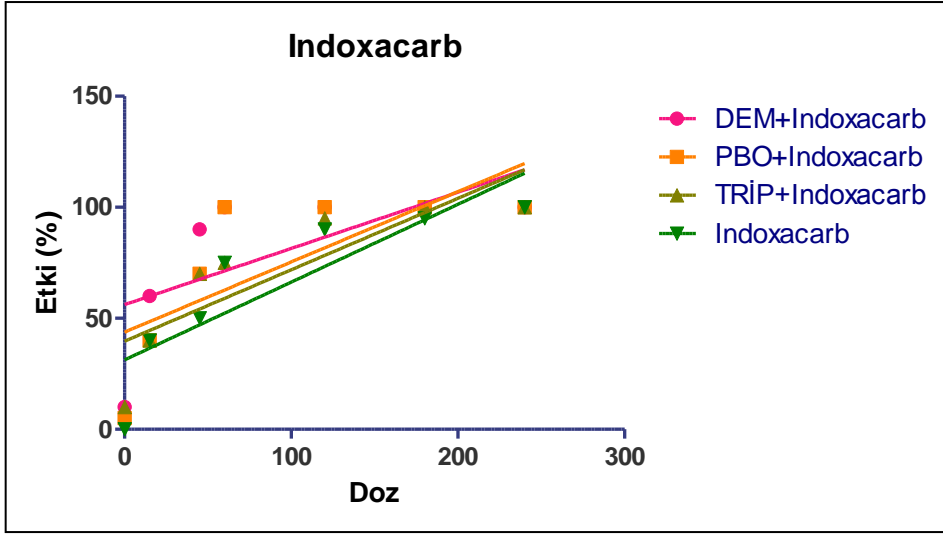
Uygulama	N		LC ₅₀ (mg/L)		SR(LC ₅₀)	
	Aydın	Urla	Aydın	Urla	Aydın	Urla
Indoxacarb	140	140	215,26	26,81	-	-
+PBO	140	140	27,62	21,44	7,80	1,30
+DEM	140	140	24,79	13,94	8,70	1,90
+TRİP	140	140	23,65	26,94	9,10	0,90
Azadirachtin	140	140	19,18	23,60	-	-
+PBO	140	140	2,01	4,98	9,50	4,70
+DEM	140	140	19,32	6,31	0,99	3,70
+TRİP	140	140	2,50	7,06	7,50	7,50
Metaflumizone	140	140	2091,40	550,47	-	-
+PBO	140	140	176,36	80,87	11,80	6,80
+DEM	140	140	386,82	186,77	5,40	2,94
+TRİP	140	140	471,21	489,64	4,40	1,12
Spinosad	140	140	0,70	0,11	-	-
+PBO	140	140	0,02	0,02	27,15	4,95
+DEM	140	140	0,03	0,01	18,57	7,12
+TRİP	140	140	0,15	0,02	4,55	5,42
Chlorantraniliprole	140	140	15,35	8,36	-	-
+PBO	140	140	4,40	4,40	1,00	1,00
+DEM	140	140	8,30	6,00	1,30	0,70
+TRİP	140	140	8,30	5,30	1,50	0,60

Indoxacarb'ın LC₅₀ değeri Aydın Bölgesi'nde 215.262 mg/L iken PBO ile Indoxacarb uygulandığında LC₅₀ değeri 27.624 mg/L 'e düşmektedir. DEM ile Indoxacarb uygulandığında 24,799 mg/L, TRİP ile Indoxacarb uygulandığında 23,656 mg/L'ye düşmektedir. Urla Bölgesi'nde Indoxacarb'ın LC₅₀ değeri 26,819 mg/L iken PBO ile uygulandığında 21,449 mg/L, DEM ile Indoxacarb uygulandığında 13,947 mg/L ve TRİP ile Indoxacarb uygulandığında 26,946

mg/L'dir. Bu durumda iki bölgenin LC_{50} değerleri aynı sinerjist maddeyle kıyaslandığında TRİP en etkili sinerjist madde olmakla birlikte Aydın'da ki sinerjist etkisi Urla'ya göre 9.1 kat daha fazladır. DEM 8.7 sinerjizm oranı ile Aydın'da daha etkilidir. PBO'da Aydın'da Urla'ya göre 1.3 kat daha fazla sinerjistik etkiye sahiptir (Şekil 4.3; Şekil 4.4). Şekil 4.3 'te Aydın popülasyonu için Indoxacarb'ı sinerjist ile birlikte uygulamanın önemi net olarak görülmektedir. Sinerjistlerin etkinlikleri arasında çok büyük fark gözlenmemiştir. Urla popülasyonunda ise insektisitler ve sinerjistler arasında çok büyük bir etki gözlenmemiştir. Doz arttırılınca etki aynı değere ulaşmıştır (Şekil4.4).

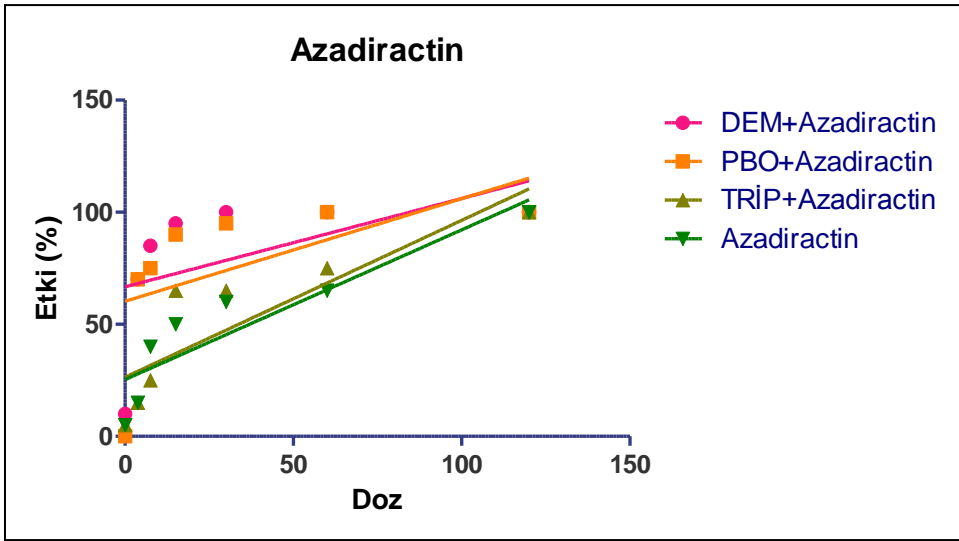


Şekil 4.3. Aydın'da Indoxacarb ve Indoxacarb ile sinerjist maddelerin etkisi

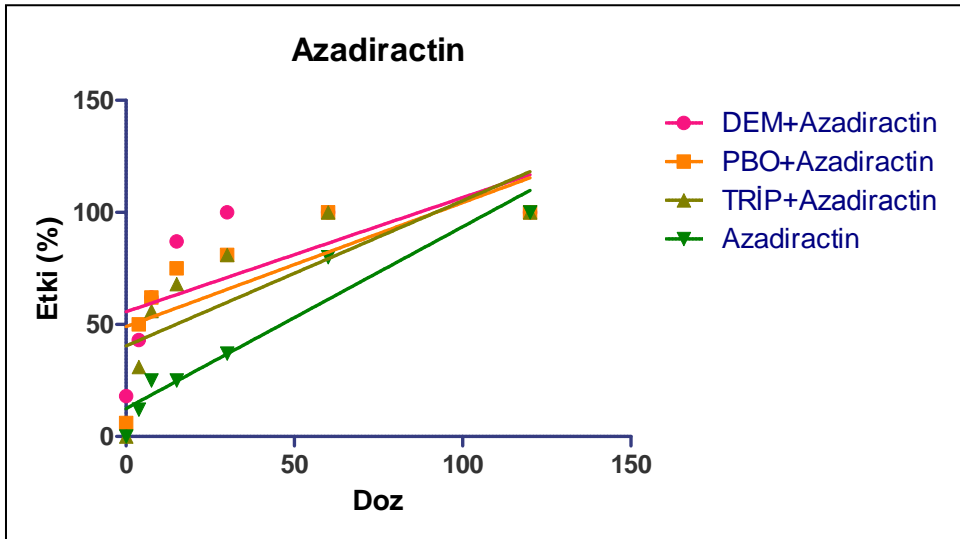


Şekil 4.4. Urla'da Indoxacarb ve Indoxacarb ile sinerjistik maddelerin etkisi

Azadirachtin'in LC_{50} değeri Aydın Popülasyonunda 19.183 mg/L iken PBO ile Azadirachtin'in Aydın Bölgesi'ndeki LC_{50} değeri 2.010 mg/L 'e düşmektedir. DEM ile Azadirachtin uygulandığında 19,329 mg/L , TRİP ile Azadirachtin uygulandığında 2,500 mg/L'ye düşmektedir. Urla Bölgesi'nde Azadirachtin'in LC_{50} değeri 23,602 mg/L iken PBO ile uygulandığında 4,982 mg/L, DEM ile Azadirachtin uygulandığında 6,315 ve TRİP ile Azadirachtin uygulandığında 7,060 mg/L'dir. Bu durumda iki bölgenin LC_{50} değerleri aynı sinerjistik maddeyle kıyaslandığında PBO 9.5 kat sinerjizm oranı ile en etkili sinerjistik madde olarak saptanmıştır. DEM Azadirachtin ile 3.7 sinerjizm oranı ile Urla Bölgesi'nde Aydın Bölgesi'ne göre daha fazla sinerjizm oranına sahiptir. PBO'da Aydın Bölgesi'nde 9.5 kat sinerjizm oranı ile Urla Bölgesi'ne göre daha fazla sinerjistik etkiye sahiptir. Şekil 4.5'te Azadirachtin'in Aydın popülasyonunda TRİP ile aynı etkiye sahip olduğu fakat DEM ve PBO'nun önemli oranda sinerjizm etkisi oluşturduğu gözlenmektedir. Urla popülasyonunda ise Azadirachtin'in DEM, PBO ve TRİP ile önemli oranda sinerjizm etkisi oluşturduğu gözlenmiştir (Şekil 4.6).

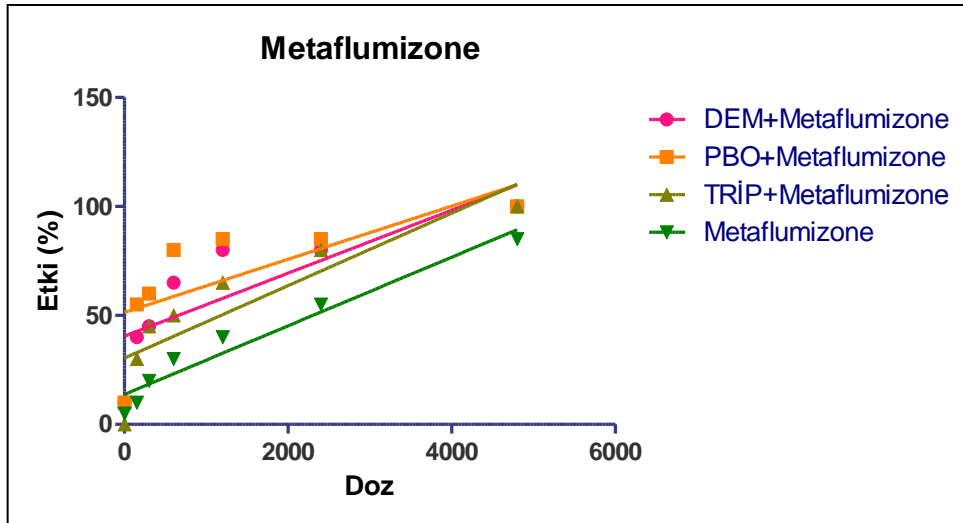


Şekil 4.5. Aydın'da Azadiractin ve Azadiractin ile sinerjist maddelerin etkisi

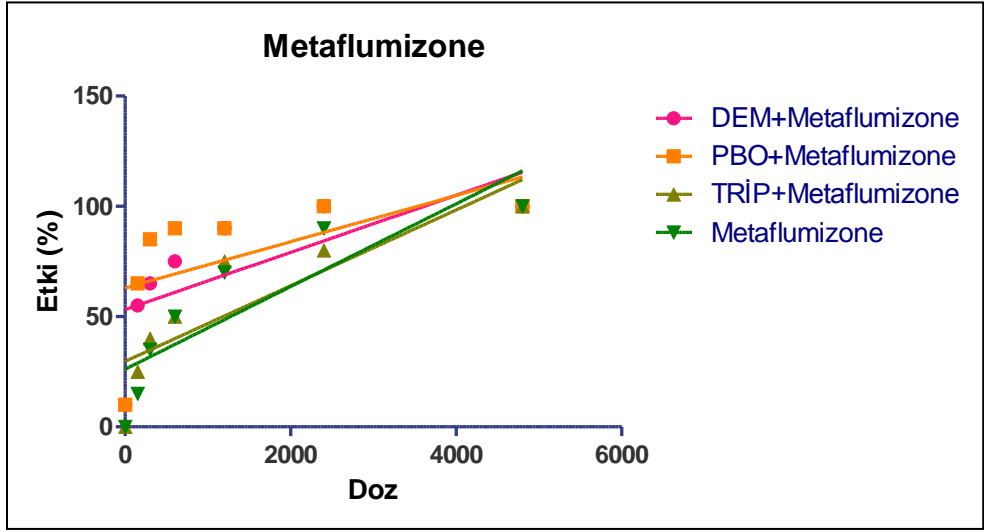


Şekil 4.6. Urla'da Azadiractin ve Azadiractin ile sinerjist maddelerin etkisi

Metaflumizone'un LC_{50} değeri Aydın Bölgesi'nde 2091,400 mg/L iken PBO ile Metaflumizone'un Aydın Bölgesi'ndeki LC_{50} değeri 176,368 mg/L'e düşmektedir. DEM ile Metaflumizone uygulandığında 386,828 mg/L , TRİP ile Metaflumizone uygulandığında 471,213 mg/L'ye düşmektedir. Urla Bölgesi'nde Metaflumizone'un LC_{50} değeri 550,477 mg/L iken PBO ile uygulandığında 80,878 mg/L, DEM ile uygulandığında 186,770 mg/L, TRİP ile uygulandığında 489,644 mg/L'dir. Bu durumda iki bölgenin LC_{50} değerleri aynı sinerjist maddeyle kıyaslandığında Metaflumizone ile en etkili sinerjist madde 11,800 kat ile PBO'dur. DEM 5.4 sinerjizm oranı ile Aydın Bölgesi'nde, TRİP 4.4 sinerjizm oranı ile Aydın Bölgesi'nde Metaflumizone ile daha etkilidir. Şekil 4.7'de Metaflumizone Aydın popülasyonunda PBO, DEM ve TRİP ile önemli oranda sinerjizm etkisi göstermiştir. Metaflumizone'un Urla popülasyonunda TRİP ile aynı etkiye sahip olduğu fakat DEM ve PBO'nun önemli oranda sinerjizm etkisi oluşturduğu gözlenmektedir (Şekil 4.8).

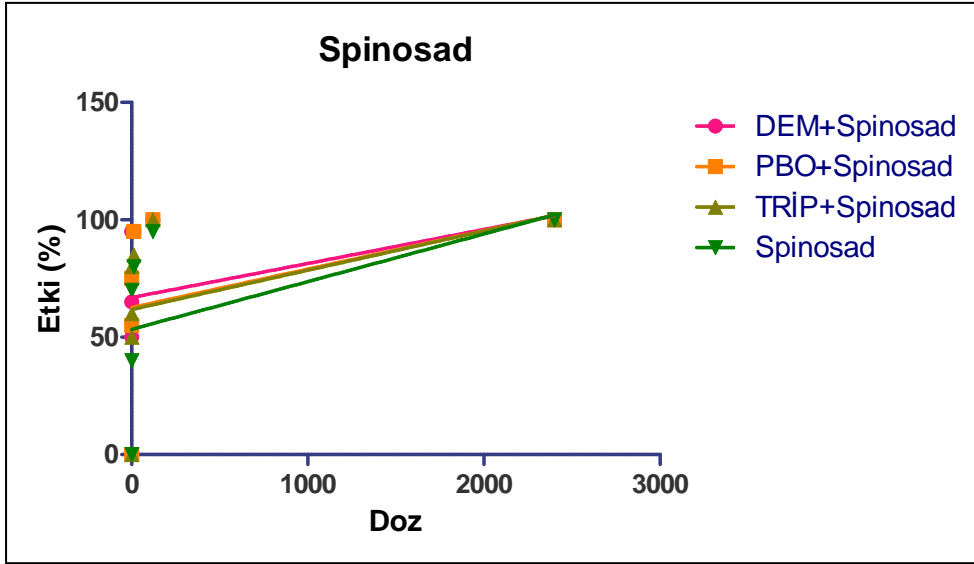


Şekil 4.7. Aydın'da Metaflumizone ve Metaflumizone ile sinerjist maddelerin etkisi

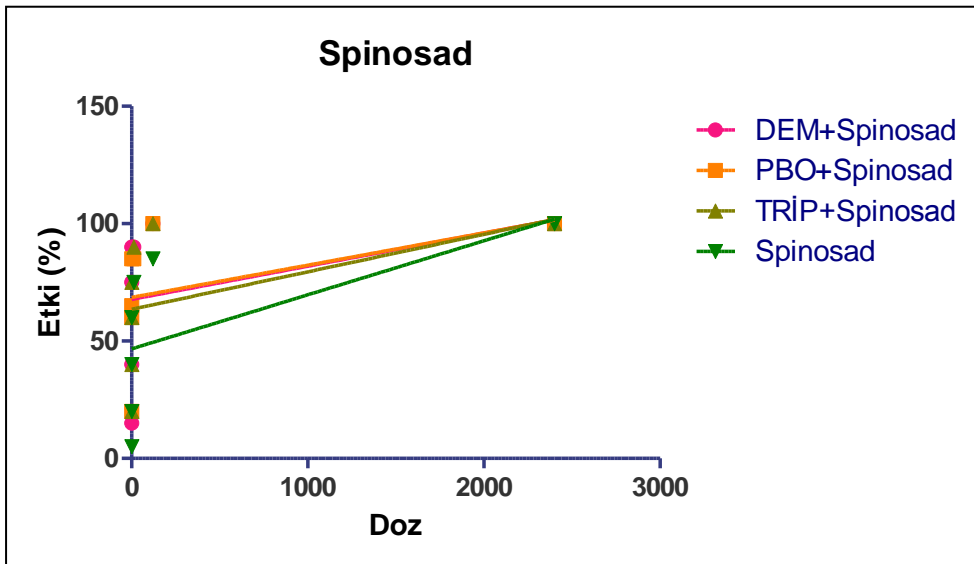


Şekil 4.8. Urla'da Metaflumizone ve Metaflumizone ile sinerjist maddelerin etkisi

Spinosad'ın LC_{50} değeri Aydın Bölgesinde 0,706 mg/L iken PBO ile Spinosad'ın Aydın Bölgesi'ndeki LC_{50} değeri 0,026 mg/L'e düşmektedir. DEM ile Spinosad uygulandığında 0,038 mg/L , TRİP ile Spinosad uygulandığında 0,155 mg/L'ye düşmektedir. Urla Bölgesi'nde Spinosad'ın LC_{50} değeri 0,114 mg/L iken PBO ile uygulandığında 0,023 mg/L , DEM ile Spinosad 0,016 mg/L , TRİP ile Spinosad 0,021 mg/L 'dir. Bu durumda iki bölgenin LC_{50} değerleri aynı sinerjist maddeyle kıyaslandığında Spinosad ile en etkili sinerjist madde 27.15 kat ile PBO'dur. DEM 18.57 kat sinerjizm oranı ile Aydın Bölgesi'nde, TRİP 5.4 kat sinerjizm oranı ile Urla Bölgesi'nde daha fazla sinerjistik etki göstermiştir. Aydın popülasyonunda Spinosad ve sinerjist maddelerin etkileri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiş olup doz artırılınca etki aynı yere ulaşmıştır (Şekil 4.9). Urla Bölgesi'nde Spinosad ve sinerjist maddelerin arasında sinerjizm etkisi gözlenmiş olup. Sinerjist maddelerin etkisi doz arttıkça aynı seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.10).

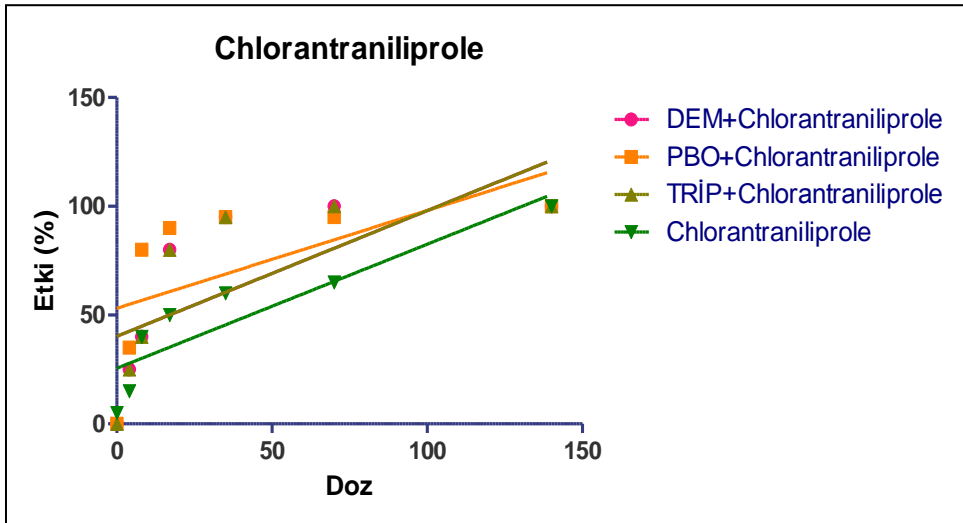


Şekil 4.9. Aydın'da Spinosad ve Spinosad ile sinerjist maddelerin etkisi

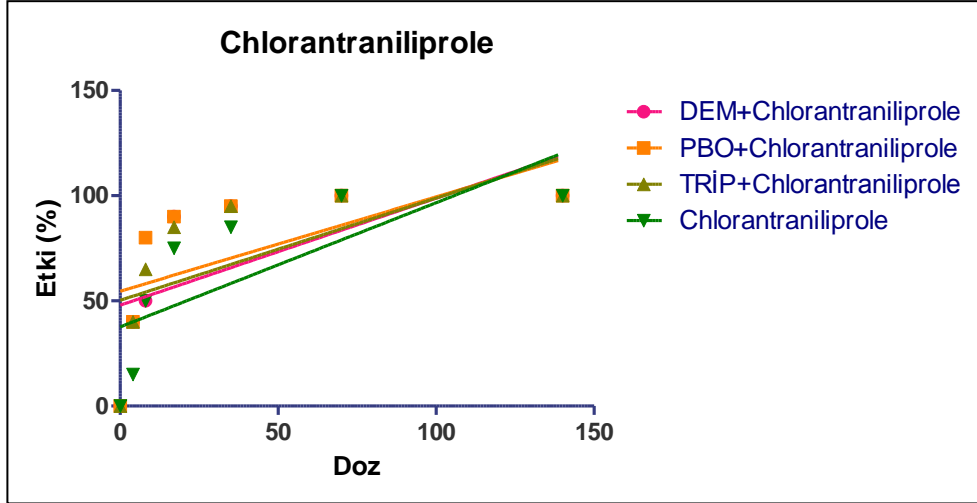


Şekil 4.10. Urla'da Spinosad ve Spinosad ile sinerjist maddelerin etkisi

Chlorantraniliprole'un LC₅₀ değeri Aydın Bölgesi'nde 15,351 mg/L iken PBO ile Chlorantraniliprole'un Aydın Bölgesi'ndeki LC₅₀ değeri 4,400 mg/L'e düşmektedir. DEM ile Chlorantraniliprole uygulandığında 8,300 mg/L, TRİP ile Chlorantraniliprole uygulandığında 8,300 mg/L' ye düşmektedir. Urla bölgesinde Chlorantraniliprole'un LC₅₀ değeri 8,365 iken PBO ile uygulandığında 4,400 mg/L, DEM ile uygulandığında 6,000 mg/L, TRİP ile uygulandığında 5,300 mg/L'dir. Bu durumda iki bölgenin LC₅₀ değerleri aynı sinerjistik maddeyle kıyaslandığında Chlorantraniliprole ile en etkili sinerjistik madde 1.5 kat sinerjizm oranı ile TRİP'dir. DEM 1.3 sinerjizm oranı ile Aydın Bölgesi'nde, PBO 1 kat sinerjizm oranı ile iki bölgede de aynı sinerjizm oranına sahip olduğu gözlenmiştir. Chlorantraniliprole 'un Aydın popülasyonunda TRİP, DEM ve PBO ile önemli oranda sinerjizm etkisi oluşturduğu gözlenmektedir (Şekil 4.11). Chlorantraniliprole'un Urla popülasyonunda DEM, TRİP ve PBO ile sinerjizm etkisi gösterdiği, doz arttıkça etkinin aynı seviyeye ulaştığı gözlenmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.11. Aydın'da Chlorantraniliprole ve Chlorantraniliprole ile sinerjistik maddelerin etkisi



Şekil 4.12. Uurla'da Chlorantraniliprole ve Chlorantraniliprole ile sinerjistik maddelerin etkisi

Welling ve De Vries (1985) ev sineklerini kullanarak Organik Fosforular ve Karbamatlı insektisitlerle yaptığı çalışmada Diethyl maleate'ın insektisitlerin toksisitesini arttırdığını ve 2 ile 116 arasında değişen sinerjizm oranına sahip olduğunu saptamıştır. Ribeiro vd. (2003) *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) Col.: Curculionidae)'ın Brezilya popülasyonu ile Organik Fosforlu (Chlorpyrifos-methyl, Malathion ve Pirimiphos methyl ve Piretroidler (Cypermethrin, Deltamethrin ve Permethrin)'in Diethyl maleate, Piperonyl butoxide ve Triphenyl phosphate ile gösterdiği sinerjizm faktörü incelenmiş ve kullanılan sinerjistik maddelerin Piretroidlerin hedef bölge direncini engellediğini belirtilmiştir.

5. SONUÇ

Toksikolojik testler sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde Aydın Bölgesindeki *T. absoluta* popülasyonunun Spinosad, Metaflumizone, Chlorantraniliprole, Indoxacarb' a karşı dirençli olduğu, Urla Bölgesindeki *T. absoluta* popülasyonunun ise Azadirachtin'e karşı dirençli olduğu gözlenmiştir. Oluşan dirençte EST enziminin önemli rol oynamadığı fakat GST enziminin önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Böylece moleküler anlamda *T. absoluta* ile yapılacak olan çalışmalarda GST enziminin incelenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Toksikolojik testler sonucunda insektisitler arasında en etkili olanının Spinosad olduğu saptanmıştır. Sinerjist madde uygulamasıyla insektisitlerin etkinliği artmıştır ve sinerjist maddeler arasında en etkili olanının PBO daha sonrada sırasıyla DEM ve TPP geldiği gözlenmiştir. Sinerjist madde uygulamasının etkili olmasından dolayı insektisit sinerjist madde uygulamasının yaygınlaştırılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Direnç ile ilgili gelecek çalışmalarda dirençten hangi genlerin sorumlu olduğunun planlanması gerektiği saptanmıştır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, M., Hollingworth, R. M. 2004. Synergism of insecticides provides evidence of metabolic mechanisms of resistance in the obliquebanded leafroller *Chroristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Pest Management Science**, 60: 465-473.
- Alves, A. P., Allgeier, W. J., Siegfried, B. D. 2008. Effects of the synergist S,S, S-tributyl phosphorotrithioate on indoxacarb toxicity and metabolism in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hübner). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 90: 26-30.
- Amweg , W.D., Johnson CS, You J, Lydy MJ. 2006. Effect of piperonyl butoxide on permethrin toxicity in the amphipod *Hyalella azteca*. **Environ Toxicol Chem**, 25:1817- 1825.
- Anonim, 2007. Açık Tarlada Domates Yetiştiriciliği <http://www.gencziraat.com> [Erişim Tarihi: 04.07.2013].
- Anonim, 2008. United States Environmental protection Agency Office of Prevention, pesticides and Toxic substances, <http://www.epa.gov> [Erişim Tarihi: 04.07.2013].
- Anonim, 2011a. Hububat Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ankara.
- Anonim, 2011b. IRAC / Lepidoptera Insecticide Mode of Action Classification, <http://www.irc-online.org> [Erişim Tarihi: 04.07.2013].
- Anonim, 2012a. Türkiye İstatistik Kurumu <http://www.tuik.gov.tr> [Erişim Tarihi: 10.07.2013].
- Anonim, 2012b. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal ekonomi ve politika geliştirme enstitüsü, <http://www.tarim.gov.tr> [Erişim Tarihi: 10.07.2013]

- Anonim, 2013. Food and Agriculture Organization <http://faostat.fao.org> [Erişim Tarihi: 08.07.2013]
- Ay, R., Kara, F.E. 2011. Toxicity, inheritance of fenpyroximate resistance, and detoxification-enzyme levels in a laboratory-selected fenpyroximate-resistant strain of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Crop Protection**, 30:605-610.
- Bass, C., Field, L.M. 2011. Gene amplification and insecticide resistance. **Pest Management Science**, 67:886-890.
- Bingham, G., Gunning, R.V., Gorman, K., Field, L.M., Moores, G.D. 2007. Temporal synergism by microencapsulation of piperonyl butoxide and alpha-cypermethrin overcomes insecticide resistance in crop pests. **Pest Management Science**, 63:276-281.
- Çakır, S., Yamanel, S.2005. Böceklerde insektisitlere direnç, 6: 21-29.
- Dağlı, F., Tunç, İ. 2007. Insecticide resistance in *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) collected from horticulture and cotton in Turkey. **Australian Journal of Entomology**, 46:320-324.
- Desneux, N., Luna, M., Guillemaud, T., Urbaneja, A. 2011. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. **Journal of Pest Science**, 84:403-408.
- Devonshire, A., L. 1977. The Properties of a Carboxylesterase from the Peach-Potato Aphid, *Myzus persicae* (Sulz.), and its Role in Conferring Insecticide Resistance. **Biochemical Journal**, 167:675-683.
- Erdogan, C., Moores, G.D., Gurkan, M.O., Gorman, K.J., Denholm, I. 2008. Insecticide resistance and biotype status of populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera : Aleyrodidae) from Turkey. **Crop Protection**, 27:600-605.
- Erler, F., Can, M., Erdogan, M., Ates, A.O., Pradier, T. 2010. New record of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on greenhouse-grown

- tomato in southwestern Turkey (Antalya). **Journal of Entomological Science**, 45:392-393.
- Eziah, V.Y., Rose, H.A., Wilkes, M., Clift, A.D. 2009. Biochemical mechanisms of insecticide resistance in the diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae), in the Sydney region, Australia. **Australian Journal of Entomology**, 48:321-327.
- Fereyeisen, R. 1999. Insect P450 Enzymes. **Annual Review of Entomology**, 44:507-533.
- Fernández, E., Grávalos, C., Haro, P.J., Cifuentes, D., Bielza, P. 2009. Insecticide resistance status of *Bemisia tabaci* Q-biotype in south-eastern Spain. **Pest Management Science**, 65:885-891.
- Gontijo, P.C., Picanco, M.C., Pereira, E.J.G., Martins, J.C., Chediak, M., Guedes, R.N.C. 2013. Spatial and temporal variation in the control failure likelihood of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta*. **Annals of Applied Biology**, 162:50-59.
- Hamingway, J. 1998. Techniques to detect insecticide resistance mechanisms (Field and laboratory manual). World Health Organization Department of Disease Prevention and Control. **WHO Communicable Diseases (WHO/CDS/CPC/MAL)**, 98:42 P.
- Kang, C.Y., Wu, G., Miyata, T. 2006. Synergism of enzyme inhibitors and mechanisms of insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hom, Aleyrodidae). **Journal of Applied Entomology**, 130:377-385.
- Khot, A.C., Bingham, G., Field, L.M., Moores, G.D. 2008. A novel assay reveals the blockade of esterases by piperonyl butoxide. **Pest Management Science**, 64:1139-1142.
- Kılıç, T. 2010. First record of *Tuta absoluta* in Turkey. **Phytoparasitica**, 38:243-244.

- Kim, Y.J., Lee, S.H., Lee, S.W., Ahn, Y.J. 2004. Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): cross-resistance and biochemical resistance mechanisms. **Pest Manag Sci**, 60:1001-6.
- Kim, Y.J., Park, H.M., Cho, J.R., Ahn, Y.J. 2006. Multiple resistance and biochemical mechanisms of pyridaben resistance in *Tetranychus urticae* (Acari : Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, 99:954-958.
- Kumral, N., Kovanci, B. 2007. Susceptibility of female populations of *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) to some acaricides in apple orchards. **Journal of Pest Science**, 80:131-137.
- Lebedev, G., Abo-Moch, F., Gafni, G., Ben-Yakir, D., Ghanim, M. 2013. High-level of resistance to spinosad, emamectin benzoate and carbosulfan in populations of *Thrips tabaci* collected in Israel. **Pest Management Science**, 69:274-277.
- Lietti, M.M.M., Botto, E., Alzogaray, R.A. 2005. Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, 34:113-119.
- Lindquist, A.W., Madden, A. H., Wilson, H. G. 1947. Pre-treating house flies with synergists before applying pyrethrum sprays. **J. Econ. Entomol**, 40:426.
- Metcalf 1967. Mode of Action of Insecticide Synergists, 12:229-256.
- Metcalf, R. L. 1967. Mode of action of insecticide synergists. *Ann. Rev. Entomol.* 12: 229-256.
- Mihsfeldt, L.H., Parra, J.R.P. 1999. Biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) em dieta artificial. **Scientia Agricola**, 56:769-776.
- Moores, G.D., Philippou, D., Borzatta, V., Trincia, P., Jewess, P., Gunning, R., Bingham, G. 2009. An analogue of piperonyl butoxide facilitates the characterisation of metabolic resistance. **Pest Management Science**, 65:150-154.

- Mosallanejad, H., Smagghe, G. 2009. Biochemical mechanisms of methoxyfenozide resistance in the cotton leafworm *Spodoptera littoralis*. **Pest Management Science**, 65:732-736.
- Nauen, R., Denholm, I. 2005. Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: Current status and future prospects. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, 58:200-215.
- Nehare, S., Moharil, M.P., Ghodki, B.S., Lande, G.K., Bisane, K.D., Thakare, A.S., Barkhade, U.P. 2010. Biochemical analysis and synergistic suppression of indoxacarb resistance in *Plutella xylostella* L. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, 13:91-95.
- Öncüer, C.D., E. 2008 Tarımsal zararlılarla Savaş Yöntemleri Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Park, Y., Park, S.N., Park, S.C., Shin, S.O., Kim, J.Y., Kang, S.J., Kim, M.H., Jeong, C.Y., Hahm, K.S. 2006. Synergism of Leu-Lys rich antimicrobial peptides and chloramphenicol against bacterial cells. **Biochim Biophys Acta**, 1764:24-32.
- Picanço, M.C., Guedes, R.N.C., Leite, G.L.D., Fontes, P.C.R., Silva, E.A. 1995. Incidencia de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro sob diferentes sistemas de tutoramento e controle químico de pragas. **Hort. Bras.**, 13:180-183.
- Pottelberge, S.V.L., K. V. Amermaet 2008. Induction of Sitokrom P450 Monooksigenaz Activity in the Two Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* and Its Influence on Acaricide Toxicity. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 91:128- 133.
- Qian, L., Cao, G.C., Song, J.X., Yin, Q., Han, Z.J. 2008. Biochemical mechanisms conferring cross-resistance between tebufenozide and abamectin in *Plutella xylostella*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 91:175-179.
- Raffa, K. F., Priester, T. M. Synergists as research tools and control agents in agriculture. **Journal Agricultural Entomology**, 2: 27-45.

- Reyes, M., Collange, B., Rault, M., Casanelli, S., Sauphanor, B. 2011. Combined detoxification mechanisms and target mutation fail to confer a high level of resistance to organophosphates in *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 99: 25-32.
- Reyes, R. K., Alarcón, L., Siegwart, M., Sauphanor, B. 2012. Metabolic mechanisms involved in the resistance of field populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) to spinosad. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 102:45-50.
- Ribeiro, B.M., Guedes, R.N.C., Oliveira, E.E., Santos, J.P. 2003. Insecticide resistance and synergism in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, 39:21-31.
- Robertson, P.H.K.R.R.M. 2003. Poloplus: probit and logit analysis user's guide.- LeOra software, Boca Raton, Florida, USA.
- Roditakis, E., Skarmoutsou, C., Staurakaki, M. 2013a. Toxicity of insecticides to populations of tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) from Greece. **Pest Management Science**, 69:834-840.
- Roditakis, E., Skarmoutsou, C., Staurakaki, M., Martinez-Aguirre, M.D.R., Garcia-Vidal, L., Bielza, P., Haddi, K., Rapisarda, C., Rison, J.L., Bassi, A., Teixeira, L.A. 2013b. Determination of baseline susceptibility of European populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) to indoxacarb and chlorantraniliprole using a novel dip bioassay method. **Pest Management Science**, 69:217-227.
- Rodriguez, M.A., Marques, T., Bosch, D., Avilla, J. 2011. Assessment of insecticide resistance in eggs and neonate larvae of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 100:151-159.
- Sayyed, A.H., Ahmad, M., Saleem, M.A. 2008. Cross-Resistance and Genetics of Resistance to Indoxacarb in *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, 101:472-479.

- Shi, J., Zhang, L., Gao, X. 2011. Characterisation of spinosad resistance in the housefly *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Pest Management Science**, 67:335-340.
- Silva, G.A., Picanço, M.C., Bacci, L., Crespo, A.L.B., Rosado, J.F., Guedes, R.N.C. 2011. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Pest Management Science**, 67:913-920.
- Siqueira, H.A.A., Guedes, R.N.C., Fragoso, D.B., Magalhaes, L.C. 2001. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae). **International Journal of Pest Management**, 47:247-251.
- Siqueira, H.A.A., Guedes, R.N.C., Picanco, M.C. 2000. Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology**, 124:233-238.
- Software, L. 1994 POLO-PC: A User's Guide to Probit or Logit analysis LeOra Software, Berkeley, CA.
- Sonoda, S., Igaki, C. 2010. Characterization of acephate resistance in the diamondback moth *Plutella xylostella*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 98:121-127.
- Stenersen, J. 2004 Chemical Pesticides-Mode of Action and Toxicology, United States of America.
- Tiwari, S., Mann, R.S., Rogers, M.E., Stelinski, L.L. 2011. Insecticide resistance in field populations of Asian citrus psyllid in Florida. **Pest Management Science**, 67:1258-1268.
- Ugurlu, S., Gurkan, M.O. 2007. Note: Insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* from cotton-growing areas in Turkey. **Phytoparasitica**, 35:376-379.
- Ünal, G., Gürkan , M.O., 2001. İnektisitler Kimyasal Yapıları, Toksikolojileri ve Ekotoksikolojileri, Ankara. pp. 159.

- Van Leeuwen, T., Stillatus, V., Tirry, L. 2004. Genetic analysis and cross-resistance spectrum of a laboratory-selected chlorfenapyr resistant strain of two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). **Exp Appl Acarol**, 32:249-61.
- Wang, W., Mo, J., Cheng, J., Zhuang, P., Thang, Z. 2006. Selection and characterization of spinosad resistance in *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 84:180-187
- Wang, D., Gong, P., Li, M., Qiu, X., Wang, K. 2009. Sublethal effects of spinosad on survival, growth and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pest Management Science**, 65: 223-227.
- Wang, X.L., Khakame, S.K., Ye, C., Yang, Y.H., Wu, Y.D. 2013. Characterisation of field-evolved resistance to chlorantraniliprole in the diamondback moth, *Plutella xylostella*, from China. **Pest Management Science**, 69:661-665.
- Welling, W., de Vries, J.W. 1985. Synergism of organophosphorus insecticides by diethyl maleate and related compounds in house flies. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 23:358-369.
- Whalon, M.S., D. M., Hollingworth, R. 2008 Global Pesticide Resistance in Arthropods.pp 169
- Yorulmaz , S., Ay, R. 2010. Akar ve Böceklerde Pestisitlerin Detoksifikasyonunda Rol Oynayan Ezimler **Journal of Agricultural Faculty of Uludag University**, 24:137-148.
- Young, S.J., Gunning, R.V., Moores, G.D. 2006. Effect of pretreatment with piperonyl butoxide on pyrethroid efficacy against insecticide-resistant *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Bemisia tabaci* (Sternorrhyncha: Aleyrodidae). **Pest Management Science**, 62:114-119.
- Yu, S.J. 2008 The Toxicology and Biochemistry of Insecticides Taylor & Francis Group, United States of America.pp 276

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Melis USLUY

Doğum Yeri ve Tarihi : İzmir, 17.04 1986

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat fakültesi, Bitki
Koruma Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat fakültesi, Bitki
Koruma Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Makaleler

-SCI

Turgut,C., Cutright, T.J, Mermer, S., Atatanir, L., Turgut, N., **Usluy, M.**, Erdoğan., E., 2012, The source of DDT and its metabolites contamination in Turkish agricultural soils. Environmental monitoring and Assessment.

b) Bildiriler

-Uluslararası

1) Turgut, C., Cutright, T., Atatanır, L., Mermer, S., **Usluy, M.**, The determination and source of DDT pollution in Turkish soils, SETAC Europe, Milan, Italy Poster 15.05.2011

2) Turgut, C., Mazmancı, B., Atatanır, L., Mermer, S., **Usluy, M.**, Henkelmann, B., Schramm, K., Determination and risk of POPs in forest soils of Taurus Mountains, SETAC Europe, Milan, Italy Poster 15.05.2011

3) Mermer, S., Usluy, M., Turgut, C., The effects of insecticide resistance to environment in grape production, 6th SETAC World Congress& SETAC Europe 22th Annual Meeting, Berlin/ Germany 20-24.05.2012

4) Mermer, S., **Usluy, M.**, Kurt- Karakus, P.B., Turgut, C., Obsolete Pesticides in Turkey, Environmental Security Assessment and Management of Obsolete Pesticides in Southeast Europe, NATO ASI Meeting, Varna/ Bulgaria-Poster (11-17. 09. 2012).

5) **Usluy, M.**, Turgut, C., Cutright, T. J, Mermer, S., Atatanir, L., Turgut, N., Erdogan., O., Investigation of DDT and its degradation by products in soils from Söke, Turkey, 8th Congress of the Turkish Society of Toxicology, Kemer/ Antalya-**Poster** (14-18. 11. 2012).

c) Katıldığı Kurs/Çalıştay/Konferans

1) Çalıştay/ Katılımcı/ POP İzleme: Sağlık ve Çevre Çalıştayı/ Antalya /03-05.11.2010

2) Çalıştay/ Katılımcı/ İnektisit Direnç Yönetimi: Temel Prensipler, Biyokimyasal ve Moleküler Uygulamalar Ankara /09-11.02.2011

3) Mermer, S., Usluy, M., Turgut, C., The effects of insecticide resistance to environment in grape production, 6th SETAC World Congress& SETAC Europe 22th Annual Meeting, Berlin/ Germany 20-24.05.2012

4) Mermer, S., Usluy, M., Kurt-Karakus, P.B., Turgut, C., Obsolete Pesticides in Turkey, Environmental Security Assessment and Management of Obsolete Pesticides in Southeast Europe, NATO ASI Meeting, Varna/ Bulgaria- 11-17. 09. 2012

5) Usluy, M., Turgut, C., Cutright, T. J, Mermer, S., Atatanir, L., Turgut, N., Erdogan., O., Investigation of DDT and its degradation by products in soils from Söke, Turkey, 8th Congress of the Turkish Society of Toxicology, Kemer/ Antalya

6) Kurs/ Katılımcı/ Uygulamalı Gaz Kromatografisi (GC ve GC-MS)Eğitimi /ADÜ-TARBİYOMER /18-19. 04.2013

7) Kurs /Katılımcı/ Modeling of Plant Uptake and Aplication in Science and Engineering/ Denmark Technical University/ 17-21.06.2013

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Adnan Menderes Üniversitesi (2010- ..)

İLETİŞİM

E-posta Adresi : melisusluy@gmail.com

Tarih : 28.06.2013