

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ANTALYA İLİNDE *CULEX PIPPIENS* L. (DIPTERA: CULICIDAE)
POPÜLASYONLARININ SENTETİK PİRETROİTLERE KARŞI HASSASİYET
SEVİYELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Önder SER

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

MART 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ANTALYA İLİNDE *CULEX PIPPIENS* L. (DIPTERA: CULICIDAE)
POPÜLASYONLARININ SENTETİK PİRETROİTLERE KARŞI HASSASİYET
SEVİYELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Önder SER

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

MART 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA İLİNDE *CULEX PIPPIENS* L. (DIPTERA: CULICIDAE)
POPÜLASYONLARININ SENTETİK PİRETROİTLERE KARŞI HASSASİYET
SEVİYELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Önder SER
BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

Bu tez 09/03/2018 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

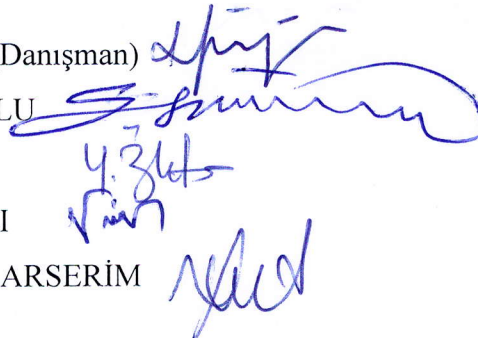
Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN (Danışman)

Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

Prof. Dr. Yusuf ÖZBEL

Yrd. Doç. Dr. Fatih DAĞLI

Yrd. Doç. Dr. Suha Kenan ARSERİM



ÖZET

ANTALYA İLİNDE *CULEX PIPPIENS* L. (DIPTERA: CULICIDAE) POPÜLASYONLARININ SENTETİK PİRETROİTLERE KARŞI HASSASİYET SEVİYELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Önder SER

Doktora Tezi, BİYOLOJİ Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

Mart 2018; 92 sayfa

Dünya genelinde 3500'ün üzerinde türü bulunan sivrisineklerin bir kısmı birçok hastalık etmeninin insanlara ve hayvanlara bulaşmasından sorumlu önemli vektörlerdir. Bazı sivrisinek türleri sıtma, sarı humma, deng humması, Batı Nil virüsü enfeksiyonu ve Zika virüsü enfeksiyonu gibi hastalıkların etmenlerini bulaştırırlar. Dünya genelinde her yıl bir milyonun üzerinde insan sivrisinek kaynaklı hastalıklardan ölmektedir.

Sivrisineklerle mücadelede çeşitli yöntemler kullanılmasına rağmen; kısa sürede hızlı ve etkin sonuç vermelerinden, kolay erişilebilir olmalarından dolayı insektisitlerin uygulanması en fazla tercih edilen yöntem olmayı sürdürmektedir. Ancak insektisitlerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı çevre ve insan sağlığı açısından çeşitli sorunlara yol açmakta ve sivrisineklerin insektisitlere direnç geliştirmesine neden olmaktadır. Direnç gelişimine paralel olarak, sivrisinek popülasyonlarının kontrolü daha da zorlaşmakta ve sivrisinek kaynaklı hastalıkların insidansında artış olabilmektedir. Bu nedenle, tez çalışmasında ülkemizin önemli bir turizm ve tarım merkezi olan Antalya ilinin farklı ilçelerinden toplanan *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) popülasyonlarının, sivrisinek erginlerine karşı yaygın olarak kullanılan sentetik piretroit grubundan bazı insektisitlere hassasiyet seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Sivrisineklerin ergin öncesi evrelerine (yumurta, larva ve pupa) ait örnekler Antalya ilinin Alanya (Çıplaklı ve Süleymanlar), Döşemealtı (Ilıca ve Killik), Kemer (Tekirova), Kumluca (çöplük ve Narancıye) ve Manavgat (Çakış) ilçelerindeki sucul habitatlardan, 2017 yılı Nisan-Ekim ayları arasında toplanmıştır. Testlerde permethrin (%0,75), etofenprox (%0,5), deltamethrin (%0,05) ve lambda-cyhalothrin (%0,05) aktif maddelerinin Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen diagnostik dozları kullanılmıştır.

Hassasiyet testleri sonucunda, permethrin tüm popülasyonlar üzerinde %100 oranında ölüme yol açarak en etkili aktif madde olarak bulunmuşken, deltamethrin tüm popülasyonlar üzerinde %58,78-97,56 aralığında ölüme yol açarak en düşük etkili insektisit olarak bulunmuştur. Test edilen popülasyonların tamamının DSÖ kriterlerine göre permethrine hassas olduğu görülmüşken, deltamethrine hassas herhangi bir popülasyonun olmadığı, sekiz popülasyondan dördünün deltamethrine dirençli diğer dördünün ise olası dirençli olduğu tespit edilmiştir. Test edilen sekiz popülasyon üzerinde etofenprox %91,54-100, lambda-cyhalothrin ise %93,10-100 aralığında ölüme yol açmıştır. Etofenprox ve lambda-cyhalothrinin her birine karşı ikişer örnekleme

alanından toplanan popülasyonların olası dirençli, diğer altı popülasyonun ise hassas olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada örnekleme yapılan tüm alanlarda deltamethrine karşı olası direnç veya direnç tespit edilmiş olmasının, bu aktif maddenin tarım ve halk sağlığı alanında zararlılarla mücadelede uzun yıllar boyunca yaygın olarak kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca tarım ve halk sağlığı alanında pestisit uygulamasının yoğunluğu ve örnekleme yapılan habitatlardaki organik ve kimyasal kirlilik düzeyi ile direnç seviyeleri arasında bir uyum olduğu görülmektedir.

Sivrisineklerde insektisitlere karşı direnç gelişimini önlemek ve/veya geciktirmek amacıyla; fiziksel, kültürel ve biyolojik mücadele yöntemlerine ağırlık verilerek, kimyasal kullanımının minimum düzeyde tutulduğu entegre mücadele programları uygulanmalıdır. Ayrıca mücadelede kullanılan ürünlere karşı sivrisineklerde direnç gelişip gelişmediği düzenli olarak takip edilmeli ve insektisit direnç haritaları çıkartılmalıdır.

ANAHTAR KELİMELER: Antalya, *Culex*, Direnç, Hassasiyet, Sentetik Piretroit Sivrisinek

JÜRİ: Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

Prof. Dr. Yusuf ÖZBEL

Yrd. Doç. Dr. Fatih DAĞLI

Yrd. Doç. Dr. Suha Kenan ARSERİM

ABSTRACT

INVESTIGATION OF SUSCEPTIBILITY LEVELS TO SYNTHETIC PYRETHROIDS OF *CULEX PIPPIENS* L. (DIPTERA: CULICIDAE) POPULATIONS IN ANTALYA

Önder SER

PhD. Thesis in BIOLOGY

Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

March 2018; 92 pages

Mosquitoes are important vectors that have over 3500 species on the world and some of them are responsible for the transmission of many diseases agents to humans and animals. Some mosquito species transmit agents of diseases, such as malaria, yellow fever, dengue fever, West Nile virus infection, and Zika virus infection. Over one million people die from mosquito-borne diseases every year worldwide.

Despite the use of various methods to control mosquitoes; the application of insecticides continue to be the most preferred method because of easy accessibility, fast and effective results in a short time. However, excessive and unconscious use of insecticides lead to various problems in terms of environment and human health and also cause to development of resistance by mosquitoes. Parallel to resistance development, control of mosquito populations are becoming more difficult and it may be an increase in the incidence of mosquito-borne diseases. Therefore, in this study, it was aimed to determine the susceptibility levels of *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) populations collected from different districts of Antalya, an important tourism and agricultural center of Turkey, to some synthetic pyrethroid insecticides which are commonly used against mosquito adults.

The immature stages (egg, larva, and pupa) of mosquito were collected from aquatic habitats in Alanya (Çıplaklı and Süleymanlar), Döşemealtı (Ilıca and Killik), Kemer (Tekirova), Kumluca (solid waste storage area and Narancıye) and Manavgat (Çakış) districts of Antalya between April and October of 2017. In the tests, the diagnostic doses of permethrin (0.75%), etofenprox (0.5%), deltamethrin (0.05%) and lambda-cyhalothrin (0.05%) recommended by the World Health Organization were used.

As a result of the susceptibility tests, deltamethrin was found as the least effective insecticide and it caused 58.78-97.56% mortalities on mosquitoes while permethrin was found the most effective substance that caused 100% mortality on all populations. According to WHO criteria, while all of the tested populations were found to be susceptible to permethrin, none of the populations susceptible to deltamethrin were found, four of the eight populations were found to be deltamethrin resistant and the other four were possible resistant. Etofenprox and lambda-cyhalothrin led to 91.54-100% and 93.10-100% mortality in the eight tested populations, respectively. Populations collected from two sampling sites for each of etofenprox and lambda-

cyhalothrin were determined as possible resistant and the other six populations were susceptible.

In this study, it is thought that the possible resistance or resistance to deltamethrin in all the sampling areas is caused by the widespread use of this active substance in agriculture and public health applications for many years. Also, a concordance was seen between resistance levels and the intensity of pesticide application in agriculture and public health, and organic and chemical pollution levels in the sampled habitat.

In order to prevent and/or delay to the development of resistance to insecticides in mosquitoes, integrated control programs should be implemented in which chemical use is kept to a minimum, with emphasis on physical, cultural and biological control methods. In addition, whether mosquitoes have resistance or not should be regularly monitored against the products used in combat and insecticide resistance maps should be prepared.

KEYWORDS: Antalya, *Culex*, Mosquito, Resistance, Susceptibility, Synthetic Pyrethroid

COMMITTEE: Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

Prof. Dr. Yusuf ÖZBEL

Asst. Prof. Dr. Fatih DAĞLI

Asst. Prof. Dr. Suha Kenan ARSERİM

ÖNSÖZ

Sivrisinekler, başta memeliler ve kuşlar gibi sıcakkanlı canlılar olmak üzere birçok omurgalı canlı grubundan kan emmektedirler. Çok sayıda hastalık etmenine vektörlük yapan sivrisinekler, kan emme davranışları sırasında bu hastalık etmenlerini insanlara ve hayvanlara bulaştırırlar. Dünya genelinde her yıl milyonlarca insan sivrisinek kaynaklı hastalıklara yakalanmakta ve bir milyondan fazla insan bu hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmektedir.

Sağlık açısından oldukça önemli bir canlı grubu olan sivrisineklerin popülasyonlarının kontrol altında tutulması bir zorunluluktur. Sivrisineklerle mücadelede çeşitli yöntemler kullanılmasına rağmen; kısa sürede hızlı ve etkin sonuç vermelerinden, kolay erişilebilir olmalarından dolayı insektisitlerin kullanımı günümüzde sivrisineklerle mücadelede en fazla tercih edilen yöntem olmayı sürdürmektedir. Ergin sivrisineklerle mücadelede genellikle sentetik piretroit grubu insektisitler kullanılarak açık ve kapalı alanlarda kalıcı (rezidüel) uygulamalar ile soğuk ve sıcak sisleme çalışmaları yapılmaktadır. Sentetik piretroitler, diğer insektisit sınıflarına göre çeşitli avantajlarından dolayı günümüzde tarım, halk sağlığı, veteriner hekimlik ve evlerde bireysel amaçlı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Özellikle tarım ve halk sağlığı zararlıları ile mücadele sırasında insektisitlerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı çevre ve insan sağlığı açısından çeşitli sorunlara yol açmakla birlikte, sivrisineklerin de içinde olduğu birçok canlının zaman içinde bu ürünlere karşı direnç geliştirmesine neden olmaktadır. Sivrisinek mücadelesinde kullanılan insektisitlere karşı direnç gelişiminin her geçen gün arttığı bilinmektedir. Bu durum sivrisinek popülasyonlarının kontrolünün daha da zorlaşmasına ve sivrisinek kaynaklı hastalıkların yayılmasına neden olabileceğinden ciddi endişelere yol açmaktadır.

Antalya ili ülkemizin önemli bir turizm ve tarım şehridir. Antalya ilinin iklimi, doğası, bitki örtüsü ve ildeki insan faaliyetleri başta sivrisinekler olmak üzere vektör potansiyeli olan birçok canlının yaşaması için uygun ortam sağlamaktadır. Ayrıca turizm ve göç kaynaklı yoğun nüfus hareketliliğinin olması, il genelinde vektör kaynaklı hastalıkların ortaya çıkması riskini oluşturmaktadır. Antalya ilinde Antalya Büyükşehir Belediyesi başta olmak üzere, İl Sağlık Müdürlüğü Sıtma Birimi ve turizm altyapı birlikleri tarafından sivrisinek mücadele çalışmaları yapılmaktadır. Bu kurum ve kuruluşlar tarafından ergin sivrisineklerle mücadele çalışmaları sırasında sentetik piretroit grubu insektisitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple tez çalışmamızda, Antalya ilinin farklı bölgelerinden toplanan sivrisineklerin sentetik piretroit grubu aktif maddelere karşı hassasiyet durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Yaptığımız bu çalışmanın Antalya ilinde sivrisinek mücadelesi yapan kurum ve kuruluşların sivrisinek ergin mücadelesinde kullanacakları insektisitlerin seçimi ve direnç yönetimi konularında yapacakları planlamalara ve sivrisineklerde insektisit direnci konusunda çalışma yapacak araştırmacılara katkı sunmasını dilerim.

Bana bu çalışmayı yapma olanağı tanıyan başta danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN'e (Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü), arazi çalışmaları sırasında sivrisinek örneklerinin toplanmasındaki yardımlarından ötürü Antalya Büyükşehir Belediyesi, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü vektör mücadele ekiplerine (özellikle Ali AKSOY, İsa YAVUZER ve Erman SIRT'a) ve Antalya İl Sağlık Müdürlüğü, Kepez İlçe Sağlık Müdürlüğü, Sıtma Birimi ekiplerine (özellikle

Halil USLU'ya), ayrıca laboratuvar imkânlarını kullandığım Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyerek bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan, başta annem Hüsniye SER ve babam Hüseyin SER olmak üzere tüm aileme sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
AKADEMİK BEYAN	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
2.1. Sivrisineklerin Genel Özellikleri.....	4
2.1.1. Sivrisineklerin sınıflandırmadaki yeri	4
2.1.2. Sivrisineklerin biyolojik ve ekolojik özellikleri	5
2.1.3. <i>Culex</i> cinsi sivrisinekler	13
2.2. Sivrisineklerin Sağlık Açısından Önemleri	13
2.2.1. Sivrisineklerin Vektörlüğünü Yaptığı Önemli Bazı Hastalıklar	14
2.2.1.1. Sıtma (malaria)	14
2.2.1.2. Batı Nil virüsü enfeksiyonu	16
2.3. Sivrisineklerle Mücadelede Kullanılan Yöntemler	17
2.3.1. Kültürel mücadele.....	18
2.3.2. Mekanik (fiziksel) mücadele	18
2.3.3. Biyolojik Mücadele	19
2.3.3.1. Bakteri toksinleri	20
2.3.3.1.1. <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp. <i>israelensis</i> (Bti) toksini	20
2.3.3.1.2. <i>Bacillus sphaericus</i> (Bs) toksini.....	21


2.3.3.2. Spinosinler (Spinosad)	22
2.3.4. Kimyasal mücadele	22
2.3.4.1. Organik klorlu (OK) insektisitler	23
2.3.4.2. Organik fosforlu (OF) insektisitler	24
2.3.4.3. Karbamatlı insektisitler	24
2.3.4.4. Sentetik piretroit (SP) grubu insektisitler	24
2.3.4.5. Böcek gelişim düzenleyiciler (BGD)	25
2.3.4.5.1. Kitin sentez inhibitörleri (KSİ).....	26
2.3.4.5.2. Juvenil hormon analogları (JHA).....	26
2.4. Direnç ve Direnç Mekanizmaları	27
2.5. Sivrisineklerde İnsektisit Direnci Üzerine Yapılmış Çalışmalar.....	33
3. MATERYAL VE METOT	36
3.1. Araştırma Alanının Özellikleri	36
3.1.1. Araştırma alanının coğrafik konumu ve nüfusu	36
3.1.2. Araştırma alanının iklimi	37
3.1.3. Araştırma alanının bitki örtüsü	38
3.2. Sivrisineklerin Toplanması	38
3.3. Sivrisineklerin Yetiştirilmesi ve Tür Teşhislerinin Yapılması.....	42
3.4. Hassasiyet Testleri.....	43
3.5. Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi	47
4. BULGULAR.....	48
5. TARTIŞMA	62
6. SONUÇ	77
7. KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Antalya İlinde *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) Popülasyonlarının Sentetik Piretroitlere Karşı Hassasiyet Seviyelerinin Araştırılması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

09/03/2018

Önder SER



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

± : Artı eksi

N : Birey sayısı

> : Büyük

≥ : Büyük eşit

' : Dakika

° : Derece

χ^2 : Ki kare

≤ : Küçük eşit

+

" : Saniye

°C : Santigrat derece

& : Ve

21,01 : Yirmi bir tam yüzde bir

% : Yüzde

Kısaltmalar

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

Ache(E) : Asetilkolinesteraz

Ae. : *Aedes*

An. : *Anopheles*

ATPaz : Adenozin trifosfataz

B. : *Bacillus*

BGD : Böcek Gelişim Düzenleyiciler

Bin	: Binary toksin
BNV	: Batı Nil virüsü
Bs	: <i>Bacillus sphaericus</i>
Bti	: <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp. <i>israelensis</i>
CDC	: Centers for Disease Control and Prevention (Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezleri)
CF	: Chlorfenethol
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetrekare
Cry	: Crystal delta-endotoxins
Cx.	: <i>Culex</i>
Cyt	: Cytolisins
DDT	: Dikloro difenil trikloroethan
DDVP	: Dimethyl 2,2-dichlorovinyl phosphate
Deet	: Dietiltoluamid
DEF	: S.S.S-tributylphosphorotrithioate
dk.	: Dakika
DM	: Diethyl maleate
DNA	: Deoksiribonükleik asit
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
EA	: Ethacrynic acid
EKAP	: Elektronik Kamu Alımları Platformu
EPA	: Enviromental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
G.	: <i>Gambusia</i>
GABA	: Gama amino bütirik asit

GST	: Glutatyon-S-transferaz
h	: Hour (saat)
IGRs	: Insect Growth Regulators (Böcek Gelişim Düzenleyiciler)
JH	: Juvenil Hormon
JHA	: Juvenil Hormon Analogları
KD	: Knock-Down
kDA	: Kilo Dalton
<i>kdr</i>	: Knock-down resistance (Knock-down direnci)
KDT ₅₀	: Knock-Down Time, 50% (Knock-Down Süresi, %50)
KDT ₉₅	: Knock-Down Time, 95% (Knock-Down Süresi, %95)
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
KSİ	: Kitin Sentez İnhibitörleri
LC ₅₀	: Lethal Concentration, 50% (Letal Konsantrasyon, %50)
MACE	: Modified Asetylcholinesterase (Modifiye olmuş asetilkolinesteraz)
m	: Metre
m ²	: Metrekare
Mah.	: Mahalle
Mak	: Maksimum
Min	: Minimum
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
Mtx	: Mosquitocidal toxins

OF	: Organik Fosforlu
OK	: Organik Klorlu
<i>P</i>	: Probability
<i>P.</i>	: <i>Plasmodium</i>
PBO	: Piperonyl butoxide
PCR	: Polymerase chain reaction (Polimeraz zincir reaksiyonu)
pH	: Power of Hydrogen
RNA	: Ribonükleik asit
RR ₅₀	: Resistance Ratio, 50% (Direnç Oranı, %50)
SH	: Standart hata
sp.	: Species (tür)
SP	: Sentetik Piretroit
ssp.	: Subspecies (alt tür)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
ULV	: Ultra Low Volume
vb.	: Ve benzeri
Vg-Na ⁺	: Voltage-gated sodium channel (Voltaja duyarlı sodyum kanalı)
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Ergin dişi bir sivrisineğin vücut kısımları	5
Şekil 2.2. Ergin dişi ve erkek sivrisineklerin baş yapıları; a) <i>Anopheles</i> sp. (Anophelinae) ergin erkek ve dişi bireylerin baş kısmı; b) <i>Culex</i> sp. (Culicinae) ergin erkek ve dişi bireylerin baş kısmı	6
Şekil 2.3. Sivrisineklerin yaşam döngüsü	7
Şekil 2.4. Bazı sivrisinek cinslerine ait yumurtalar; a) <i>Anopheles</i> sp.; b) <i>Aedes</i> sp.; c) <i>Culex</i> sp.; d) <i>Culiseta</i> sp.	8
Şekil 2.5. Sivrisinek larvalarının dış görünüşü; a) Anophelinae alt ailesine ait larva (<i>Anopheles maculipennis</i>); b) Culicinae alt ailesine ait larva (<i>Aedes cinereus</i>)	9
Şekil 2.6. Sivrisinek pupası ve pupadan ergin bireyin çıkışı; a) Sivrisinek pupasının yandan görünüşü; b) Pupadan ergin sivrisineğin çıkışı	10
Şekil 2.7. Ergin dişi bir sivrisineğin ağız parçaları	12
Şekil 2.8. Bir sivrisinek popülasyonunda insektisitlere direnç gelişimi ile ilgili olası senaryo	28
Şekil 2.9. Böceklerde insektisitlere karşı direnç gelişimine yol açan mekanizmalar; a) Bir insektisit duyarlı bir böceğin vücut kısımları ile olası etkileşimleri; b) Bir insektisit dirençli bir böceğin vücut kısımları ile olası etkileşimleri.....	29
Şekil 2.10. Sivrisineklerde insektisitlere karşı gelişen olası metabolik direnç mekanizması	30
Şekil 2.11. İnsektisite karşı hedef bölgenin duyarsızlaşması; a) Piretroit ve DDT insektisitlere karşı hedef bölgenin duyarsızlaşması; b) OF ve karbamatlı insektisitlere karşı hedef bölgenin duyarsızlaşması	31
Şekil 2.12. Yaygın olarak kullanılan insektisit sınıfları arasındaki çapraz direnç ilişkisi	32
Şekil 3.1. Antalya ili fiziki haritası	36
Şekil 3.2. Antalya ilçeleri haritası.....	36
Şekil 3.3. Araziden sivrisinek ergin öncesi evrelerine ait örneklerin toplanması; a; b) Alanya-Çıplaklı mahallesi; c; d) Alanya-Süleymanlar mahallesi; e) Döşemealtı-İlıca mahallesi; f) Döşemealtı-Killik mahallesi	40
Şekil 3.4. Araziden sivrisinek ergin öncesi evrelerine ait örneklerin toplanması; a; b) Kumluca-çöplük mevkisi; c; d) Kumluca-Narenciye mahallesi; e, f) Kemer-Tekirova mahallesi; g; h) Manavgat-Çakış mahallesi	41

Şekil 3.5. Araziden toplanan sivrisinek ergin öncesine ait örnekler; a) Yumurta paketleri; b; c) Larva ve pupalar	42
Şekil 3.6. Örneklerin plastik kaplara aktarılması ve kafeslere konulması; a) Yumurta paketleri; b) Larva ve pupalar; c) Plastik kaplardaki örneklerin tül kafeslere konulması	42
Şekil 3.7. Sivrisineklerin beslenmesi; a) Larvaların beslenmesi; b) Erginlerin beslenmesi	43
Şekil 3.8. Sivrisinek tür teşhisleri; a) Tür teşhislerinin yapıldığı mikroskop; b) Tür teşhislerinin yapılması	43
Şekil 3.9. Cam kavanozların hazırlanması ve testlerin yapılması; a) Asetonda çözülmüş aktif maddelerin cam kavanozlara konulması; b) Aktif maddelerin cam kavanozun iç yüzeyine yayılmasının sağlanması; c) Dişi sivrisineklerin kavanozlara salınması; d) Sonuçların kaydedilmesi	46
Şekil 4.1. Tüm popülasyonların aktif maddelere göre KDT ₅₀ değerleri.....	57
Şekil 4.2. Tüm popülasyonların aktif maddelere göre KDT ₉₅ değerleri	58
Şekil 4.3. Tüm popülasyonların aktif maddelere göre %ölüm değerleri	59
Şekil 4.4. Örnekleme alanlarına göre dört aktif maddeden elde edilen %ölüm değerleri	60
Şekil 4.5. Dört aktif maddenin popülasyonlar üzerindeki %ölüm değerleri.....	61
Şekil 5.1. Sivrisineklerde piretroit direncini etkileyen çevresel faktörlerin şematik gösterimi	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Sivrisineklerin sistematığı	4
Çizelge 2.2. Bazı sivrisinek cinslerinin bir defada bırakabildiği yumurta sayıları	7
Çizelge 2.3. DSÖ tarafından sivrisinek mücadelesinde kullanılması tavsiye edilen kimyasal ve biyolojik kökenli insektisitler	19
Çizelge 2.4. Türkiye'de sivrisineklerin insektisitlere direnç durumu üzerine yapılmış bazı çalışmalar	33
Çizelge 2.5. Yurt dışında sivrisineklerin insektisitlere direnç durumu üzerine yapılmış bazı çalışmalar	34
Çizelge 3.1. Antalya iline ait 1929-2016 yılları arasındaki iklimsel veriler	37
Çizelge 3.2. Arazi çalışması yapılan tarihler ve örnekleme alanları.....	38
Çizelge 3.3. Hassasiyet testlerinde kullanılan sivrisineklerin toplandığı lokaliteler	39
Çizelge 3.4. DSÖ tarafından ergin sivrisineklere karşı iç mekan rezidüel uygulamaları için tavsiye edilen insektisitler	44
Çizelge 3.5. Hassasiyet testlerinde kullanılan insektisitler ve DSÖ'nün önerdiği diagnostik dozlar	45
Çizelge 4.1. Alanya ilçesi Çıplaklı mahallesinden toplanan <i>Cx. pipiens</i> türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları	48
Çizelge 4.2. Alanya ilçesi Süleymanlar mahallesinden toplanan <i>Cx. pipiens</i> türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları	49
Çizelge 4.3. Döşemealtı ilçesi Ilıca mahallesinden toplanan <i>Cx. pipiens</i> türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları	50
Çizelge 4.4. Döşemealtı ilçesi Killik mahallesinden toplanan <i>Cx. pipiens</i> türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları	51
Çizelge 4.5. Kemer ilçesi Tekirova mahallesinden toplanan <i>Cx. pipiens</i> türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları	52
Çizelge 4.6. Kumluca ilçesi çöplük mevkisinden toplanan <i>Cx. pipiens</i> türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları	53
Çizelge 4.7. Kumluca ilçesi Narenciye mahallesinden toplanan <i>Cx. pipiens</i> türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları	54
Çizelge 4.8. Manavgat ilçesi Çakış mahallesinden toplanan <i>Cx. pipiens</i> türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları	55

Çizelge 4.9. Tüm popülasyonların KDT₅₀ ve KDT₉₅ değerlerinin karşılaştırılması..... 56

Çizelge 4.10. %Ölüm değerlerine göre tüm popülasyonların aktif maddelere hassasiyet durumları 59

1. GİRİŞ

Dünya genelinde 3500'ün üzerinde türü bulunan sivrisinekler (Diptera: Culicidae) ülkemizde 50'den fazla tür ile temsil edilmektedir (Öter ve Tüzer 2014; Ser ve Çetin 2015; Çetin 2016). Sivrisinekler olumsuz çevre koşullarında uzun süre canlı kalabilmeleri, üreme potansiyellerinin yüksek olması, larvalarının dünyanın tüm zoocoğrafik bölgelerinde farklı sucul habitatlarda gelişebilmesi ve kan emme davranışları nedeniyle böcekler arasında hem sağlık açısından hem de ekonomik yönden önemli bir yere sahiptirler (Muslu vd. 2011). Sivrisinekler tarafından vektörlüğü yapılan önemli hastalıklar arasında sıtma, sarı humma, Batı Nil virüsü enfeksiyonu, deng humması, lenfatik flariasis, chikungunya ateşi, Japon ensefaliti ve Zika virüs enfeksiyonu bulunmaktadır (Tolle 2009; Becker vd. 2010; WHO 2014). Dünya genelinde her yıl milyonlarca insan sivrisinek kaynaklı hastalıklara yakalanmakta ve bir milyondan fazla insan bu hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmektedir (Ser ve Cetin 2015).

Sivrisinekler holometabol (tam başkalaşım geçiren) böcekler olup, yaşam döngülerinde yumurta, larva, pupa ve ergin evreleri bulunmaktadır. Su yüzeyine veya daha sonra su içinde kalabilecek nemli ortamlara bırakılan yumurtalardan çıkan larvalar üç kez gömlek değiştirdikten sonra pupa evresine geçerler ve birkaç gün içinde pupadan erginler açığa çıkar. Sivrisineklerin gelişim süresini üreme habitatlarındaki suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri, besin durumu, gün uzunluğu ve iklimsel değişimler gibi faktörler etkilemektedir. Yumurtadan ergin birey oluşumuna kadar geçen süreç yaz aylarında yaklaşık iki haftadır. Yosunlarla kaplanmış durgun sular, su sarnıçları, havuzlar, çeltik üretim tarlaları, sulama kanalları, foseptik çukurları vb. birçok alan sivrisineklerin üreme alanı (jit) olabilmektedir (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010).

Sağlık açısından oldukça önemli olan bu canlıların popülasyonlarının kontrol altında tutulması amacıyla mekanik (fiziksel), kültürel, biyolojik ve kimyasal mücadele yöntemlerinin bir arada kullanıldığı entegre mücadele çalışmaları yürütülmektedir (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010). Mekanik mücadele kapsamında; sivrisineklerin üreme alanlarının (doğal jitle) kontrolü, yapay jit oluşturmanın önlenmesi ve çevre düzenlemesi çalışmaları yapılmaktadır (Akdur 1997). Kültürel mücadele kapsamında ise; vektör mücadelesinde görevli personele (sağlık ve belediye çalışanlarına), öğrencilere ve vatandaşlara vektörler, vektör kaynaklı hastalıklar ve bunlardan korunma yolları hakkında bilgi vermek amacıyla eğitim programları ve seminerler düzenlenmekte, broşürler hazırlanmaktadır (Alten ve Çağlar 1998). Kimyasal mücadele çalışmalarında; larvasit olarak organik fosforlu (OF) insektisitler ile kitin sentez inhibitörleri (KSİ) ve juvenil hormon analogları (JHA) gibi böcek gelişim düzenleyiciler (BGD) kullanılmaktayken; erginlere karşı genellikle sentetik piretroit (SP) grubu insektisitler kullanılarak açık ve kapalı alanlarda kalıcı (rezidüel) uygulamalar ile soğuk ve sıcak sisleme çalışmaları yapılmaktadır. Biyolojik mücadele çalışmalarında ise; predatör canlılar (*Gambusia affinis* (Baird&Girard, 1853) gibi) ve bakteri kökenli ürünler (*Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* (Bti), *Bacillus sphaericus* (Bs) ve spinosad gibi) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemlere ilaveten sivrisineklerden korunmak amacıyla kişisel bir takım tedbirlerin alınması da faydalı olmaktadır. Bu amaçla evlerin kapı ve pencerelerine sineklik takılması, sivrisineklerin vektörlüğünü yaptığı hastalıkların endemik olarak görüldüğü bölgelerde gece açıkta yatılmaması, insektisitli ve/veya insektisitsiz cibinlik ile sinek kovucu ürünlerin

(Deet=Dietiltoluamid içerenler gibi) kullanılması sivrisinek-insan temasının kesilmesi açısından oldukça önemlidir (Akdur 1997; Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010).

Ülkemizde sivrisinek mücadelesinde organik klorlu (OK) ve OF insektisitlerin kullanımının yasaklanmış olması ve ruhsatlandırılmış sınırlı sayıda karbamatlı ürünün bulunması nedeniyle ergin sivrisineklere karşı rezidüel uygulamalarda daha çok SP grubu insektisitler kullanılmaktadır.

SP'ler, *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae) bitkisinin kurutulmuş çiçeklerinin ekstraksiyonundan elde edilen doğal piretrinlerin alkol ve asit köklerinde yapılan değişikliklerle, kimyasal stabiliteyi ve biyolojik aktivitelerinin artırılmasıyla geliştirilmiştir (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010; Schleier III ve Peterson 2011). SP'ler kimyasal yapıları ve toksik etkilerine göre Tip I ve Tip II piretroitler olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Tip I piretroitler daha çok siklopropan karboksilik asit esterleri iken, Tip II piretroitler ise bunlara siyano grup eklenmesi ile insektisidal özellikleri geliştirilen grubu oluşturmaktadır (Becker vd. 2010; Schleier III ve Peterson 2011; Özkaya vd. 2013).

SP'ler böcekler üzerinde nörotoksik etki gösterirler. Etki mekanizmaları OK bir insektisit olan dikloro difenil trikloroethan (DDT)'ye benzemektedir. Sinir hücrelerinin membranlarındaki voltaj kapılı sodyum kanallarına etki ederek, kanalların daha uzun süre açık kalmasına ve bunun sonucunda aşırı uyarılmaya neden olurlar (Coats 1990; Schleier III ve Peterson 2011).

SP'lerin böcekler üzerinde öldürücü, knock-down (düşürücü) ve repellent (kovucu) etkileri vardır. Ayrıca SP'ler sinerjistik bileşiklerle beraber kullanılarak aktiviteleri artırılabilir (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010).

SP'ler çeşitli avantajları nedeniyle günümüzde tarım, halk sağlığı ve veteriner hekimlik alanları ile evlerde bireysel amaçlı olarak çok sayıda zararlıya ve vektör canlıya karşı yaygın şekilde kullanılmaktadır (Vontas vd. 2010; Palmquist vd. 2011; WHO 2013). Ancak SP'ler, geniş spektrumlu etkileri nedeniyle bal arıları, zararlı böceklerin predatörleri gibi faydalı bazı canlılara ve balıklara karşı toksik olabilmektedir (Mueller-Beilschmidt 1990; Aydın vd. 2005; Sepici-Dinçel vd. 2009). Dünya genelinde farklı birçok alanda uzun süredir kullanımına bağlı olarak gerek sivrisineklerde, gerekse diğer birçok böcekte SP'lere karşı direnç geliştiği yönünde raporlar bulunmaktadır (Davies vd. 2007; Becker vd. 2010; WHO 2013).

Dünya genelinde 770 tür ile temsil edilen *Culex* cinsi, çok sayıda vektör türü bünyesinde barındırmaktadır (Harbach 2008d). Bazı *Culex* türleri *Wuchereria bancrofti* gibi flarial parazitlere, Batı Nil, Japon ensefaliti, Saint Luis ensefaliti, Murray Vadisi ensefaliti, Rift Vadisi ateşi virüsü vb. çok sayıda arbovirüse ve kuşlarda sıtmaya neden olan *Plasmodium relictum* Celli&Sanfelice, 1891 gibi protozoon parazitlere vektörlük yapmaktadır (Harbach 2008d; Manguin vd. 2011; Kudom 2015). Ülkemizin farklı illerinde yapılan sivrisinek fauna çalışmalarında *Culex pipiens* Linnaeus, 1758'in baskın tür olduğu veya bu türe yoğun olarak rastlanıldığı bildirilmiştir (Şimşek 2006; Aldemir vd. 2006; Bişkin vd. 2010; Muslu vd. 2011; Öter ve Tüzer 2014). Yine Antalya ilinde yapılan farklı çalışmalarda da baskın sivrisinek türünün *Cx. pipiens* olduğu belirlenmiştir (Alten vd. 2000a; Çetin ve Yanıkoğlu 2004).

Ülkemizde belediyeler, Sağlık Bakanlığı'na bağlı İl Sağlık Müdürlüğü Sıtma Birimi ekipleri ile diğer bazı kurum ve kuruluşlar tarafından ağırlıklı olarak SP grubundan farklı aktif madde içeren insektisitler kullanılarak sivrisinek erginlerine yönelik uygulamalar yapılmaktadır. Yaptığımız literatür taramalarında ülkemizde sivrisinek erginlerinin SP'lere karşı direnç ya da hassasiyet durumunu gösteren sınırlı sayıda çalışmaya rastlanırken, Antalya ilinde ise sadece bazı bölgelerde yapılmış birkaç lokal çalışmaya rastlanılmıştır. Bu nedenle yaptığımız tez çalışmasında; ülkemizin önemli bir turizm ve tarım merkezi olan Antalya ilinin farklı ilçelerinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek popülasyonlarının, sivrisinek ergin mücadelesinde kullanılan SP grubu çeşitli insektisitlerin Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından önerilen diagnostik dozlarına karşı hassasiyet seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Sivrisineklerin Genel Özellikleri

2.1.1. Sivrisineklerin sınıflandırmadaki yeri

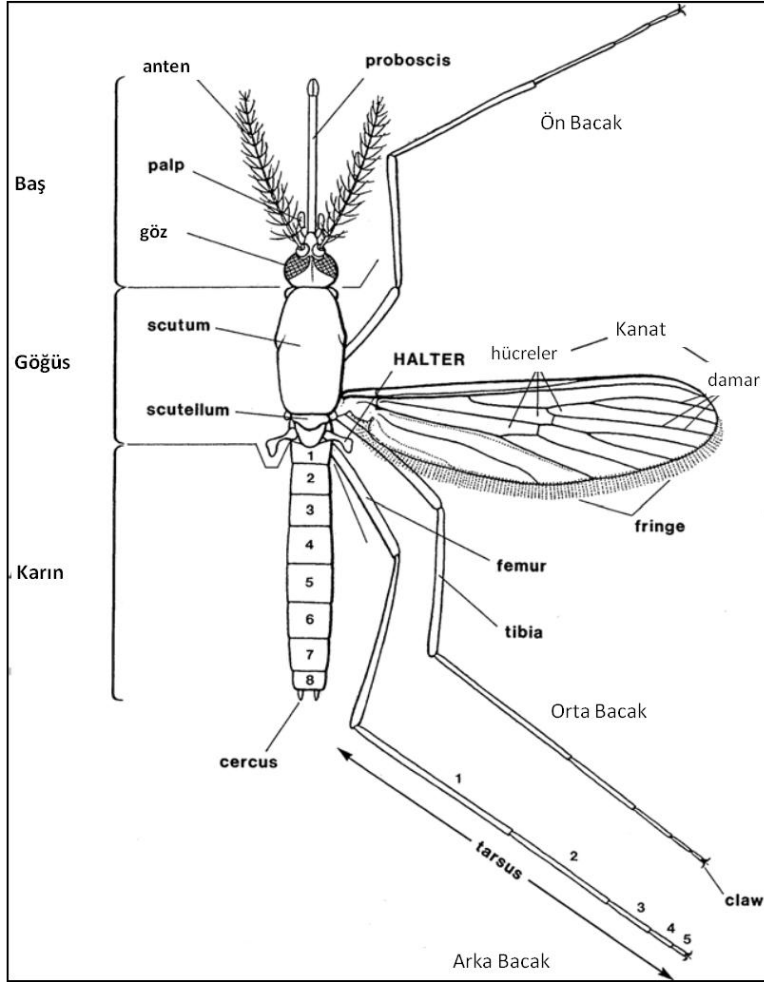
Dünya genelinde 3557 türü bulunan sivrisinekler, Diptera takımının Culicidae ailesinde yer alırlar (Harbach 2008a, 2017). "Gerçek sinekler" olarak da adlandırılan Diptera takımının ismi "iki kanatlı" anlamına gelmektedir (Hall ve Gerhardt 2002). Bu takımın bireylerinde fonksiyonel bir çift ön kanat bulunmaktadır. Arkadaki ikinci çift kanatlar ise körelerek, uçuş sırasında dengeyi sağlayan halter organına dönüşmüştür (Darsie ve Ward 2005). Tür sayısı ve çeşitliliği fazla olan Culicidae ailesi Anophelinae ve Culicinae olmak üzere iki alt aileye ayrılmaktadır (Anonymous 1; Harbach 2007, 2008a; Becker vd. 2010) (Çizelge 2.1). Anophelinae alt ailesi *Anopheles*, *Bironella* ve *Chagasia* cinslerini içerirken, Culicinae alt ailesi ise *Aedeomyia*, *Aedes*, *Ochlerotatus*, *Culex*, *Culiseta*, *Coquillettidia*, *Mansonia*, *Orthopodomyia*, *Toxorhynchites*, *Uranataenia* ve diğer birçok cinsi içermektedir (Harbach 2007, 2008b, 2008c; Becker vd. 2010). Ergin sivrisinekler delme ve emmeye adapte olmuş proboscis adı verilen hortum şeklindeki ince ve uzun ağız parçalarına sahip olmaları, thorax (göğüs), abdomen (karın), bacaklar ve kanat damarları üzerinde bulunan pullar ve kanatların arka kenarları boyunca uzanan bir pul saçağı sayesinde Diptera takımındaki diğer böceklerden ayırt edilebilmektedir (Darsie ve Ward 2005; Service 2012).

Çizelge 2.1. Sivrisineklerin sistematigi (Anonymous 1)

Kingdom	Animalia
Phylum	Arthropoda
Classis	Insecta
Ordo	Diptera
Subordo	Nematocera
Infraordo	Culicomorpha
Superfamilia	Culicoidea
Familia	Culicidae (Sivrisinekler)
Subfamilia-1	Anophelinae
Subfamilia-2	Culicinae

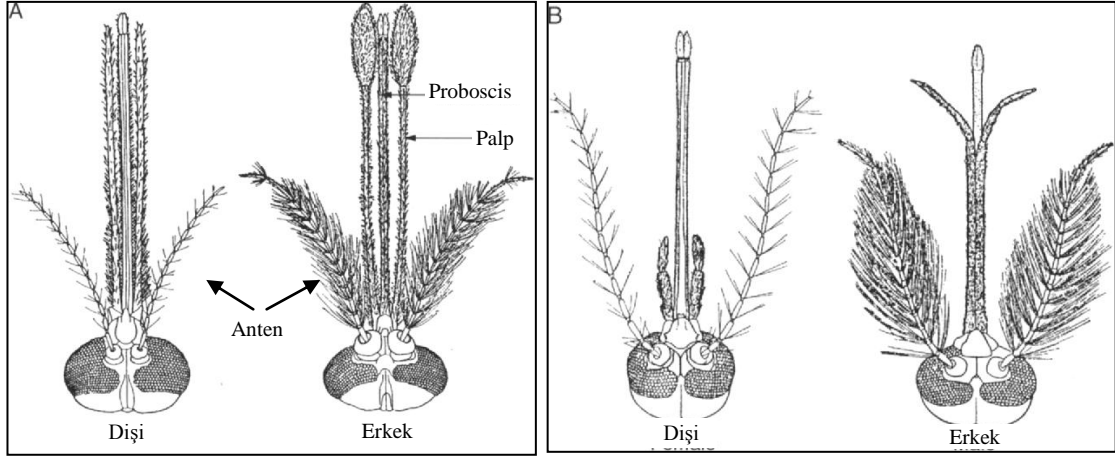
2.1.2. Sivrisineklerin biyolojik ve ekolojik özellikleri

Sivrisinekler ince yapılı, nispeten küçük böcekler olup, vücut uzunlukları genel olarak 3-13 mm arasındadır (Alten ve Çağlar 1998). Ancak bazı türler 2 mm kadar küçük olabilirken, bazı türlerin vücut uzunluğu 19 mm kadar olabilmektedir. Vücutları böceklerin genel özelliği olarak baş (cephalon, capitulum), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) olmak üzere üç kısma ayrılmaktadır (Service 2012) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Ergin dişi bir sivrisineğin vücut kısımları (Service 2012)

Baş kısmında bir çift iri bileşik göz, gözler arasından çıkan segmentli bir çift anten ve önde tek halde ileri doğru uzanan proboscis ile bunun iki yanında palpus (palp) adı verilen dokungaçlar bulunmaktadır. Ergin sivrisinekler altı iğneli sokucu-emici tipte ağız yapısına sahiptir (Alten ve Çağlar 1998). Ergin sivrisineklerde antenler eşeysel dimorfizm göstermektedir. Erkeklerde antenler üzerindeki setalar yoğun ve uzun iken, dişilerde seyrek ve kısadır. Bu sayede dişi ve erkek bireyler kolayca ayırt edilebilmektedir (Alten ve Çağlar 1998; Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010; Çetin 2016) (Şekil 2.2). Ayrıca ergin erkek sivrisineklerde maksiller palpuslar proboscis kadar veya proboscisten daha uzun iken, Anophelinae dişileri (*Bironella* sp. hariç) dışındaki diğer dişi sivrisineklerde maksiller palpuslar proboscisten daha kısadır (Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Ergin dişi ve erkek sivrisineklerin baş yapıları; **a)** *Anopheles* sp. (Anophelinae) ergin erkek ve dişi bireylerin baş kısmı; **b)** *Culex* sp. (Culicinae) ergin erkek ve dişi bireylerin baş kısmı (Foster ve Walker 2002)

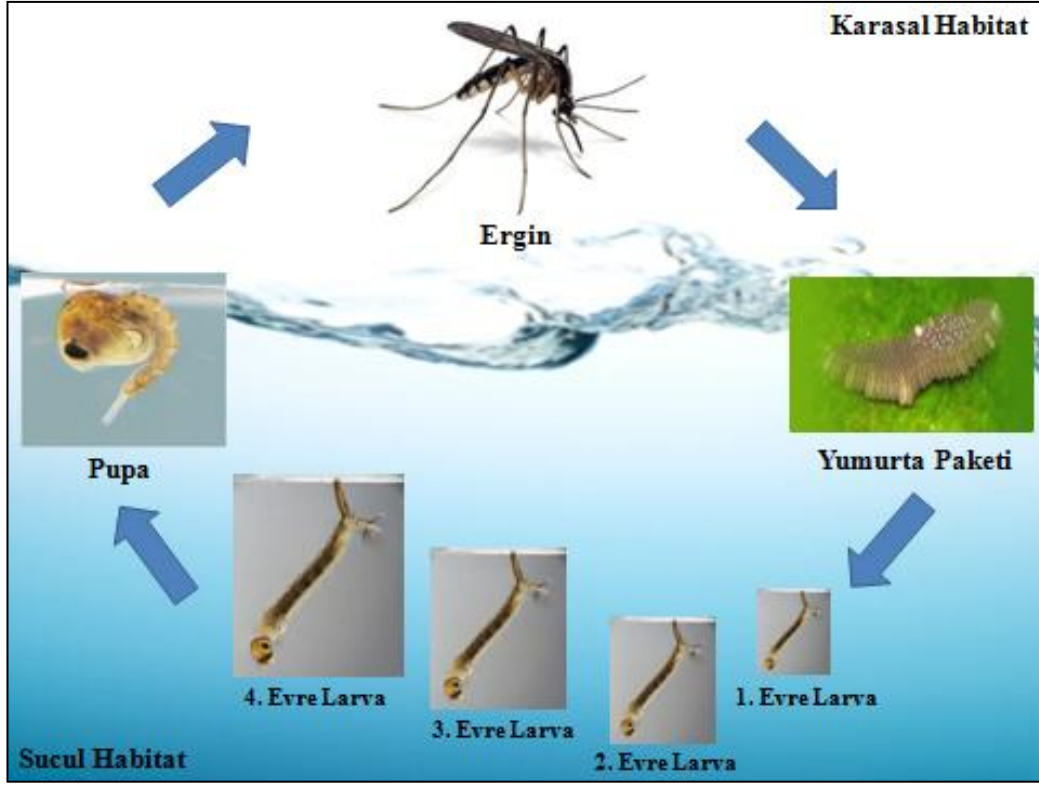
Göğüs kısmı önden arkaya doğru prothorax, mezothorax ve metathorax olmak üzere üç segmentten oluşmaktadır. Göğüsteki her segmentten bir çift bacak çıkarken, mezothorax ve metathorax segmentlerinden birer çift kanat çıkmaktadır. Sivrisineklerde öndeki bir çift kanat fonksiyonel iken, arkadaki bir çift kanat körelerek, uçuş sırasında dengeyi sağlayan halter organına dönüşmüştür (Becker vd. 2010; Manguin vd. 2011).

Karın kısmında 10 segment bulunmaktadır, fakat bunlardan ilk yedi veya sekizi görülebilmektedir (Service 2012). Özellikle son abdominal segmentlerde çiftleşme, yumurtlama ve dışkının atılması gibi işlevleri yerine getirmek üzere çok sayıda indirgenme ve birleşme meydana gelebilmektedir (Becker vd. 2010). Dişi sivrisineklerde son abdominal segment bir çift küçük parmak benzeri cerci ile sonlanırken, erkeklerde son segment erkek dış genital organının bir parçası olan, belirgin bir çift clasper ile sonlanmaktadır (Service 2012).

Sivrisinekler kozmopolit canlılar olup, dünya genelinde yayılım gösterirler. Ilıman ve tropikal bölgelerde, hatta kuzey kutup dairesinin içlerine doğru yayılım gösteren sivrisineklere, sadece Antarktika kıtasında ve bazı adalarda rastlanılmamaktadır (Anonymous 1; Manguin vd. 2011; Service 2012). Sivrisineklere 3500 m yükseklikteki dağlık bölgelerde ve deniz seviyesinden 1250 m aşağıdaki mağara ve madenlerde bile rastlanılmaktadır (Service 2012).

Sivrisinekler geniş adaptasyon yetenekleri sayesinde farklı ortamlardaki değişken çevresel koşullara uyum sağlayabilirler. Dünya üzerindeki herhangi bir sucul habitat sivrisinekler için üreme alanı (jit) olabilir. Geçici ve kalıcı su birikintileri, kirli ve temiz sular, tatlı ve tuzlu sular, büyük su kütleleri ile su dolu bir kova, çiçek saksısı, araba lastiği, bir hayvanın ayak izi, hatta bir yaprağın eksenini üzerindeki en küçük su birikintisi bile potansiyel üreme kaynaklarıdır (Becker vd. 2010).

Sivrisinekler holometabol (tam başkalaşım geçiren) böcekler olup, hayat döngülerinde; yumurta, larva (dört evre), pupa ve ergin evreleri bulunmaktadır. Bu canlılar yumurta, larva ve pupa evrelerini sucul habitatlarda geçirirken, ergin evrelerini karasal habitatlarda geçirirler (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Sivrisineklerin yaşam döngüsü

Çiftleşmiş dişi sivrisinekler kan emdikten 2-4 gün sonra (bu süre soğuk iklimlerde daha uzundur) saniyedeki akış hızı 40 cm'yi geçmeyen sığ sulara, türlere göre değişmekle birlikte bir defada 50-500 arasında yumurta bırakırlar (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010). Bırakılan yumurta sayısı sivrisineğin türüne, beslenme durumuna, yumurtlama alanının özelliklerine ve iklimsel koşullara göre değişebilmektedir (Alten ve Çağlar 1998). Bazı sivrisinek cinslerinin bir defada bırakabildiği yumurta sayıları Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

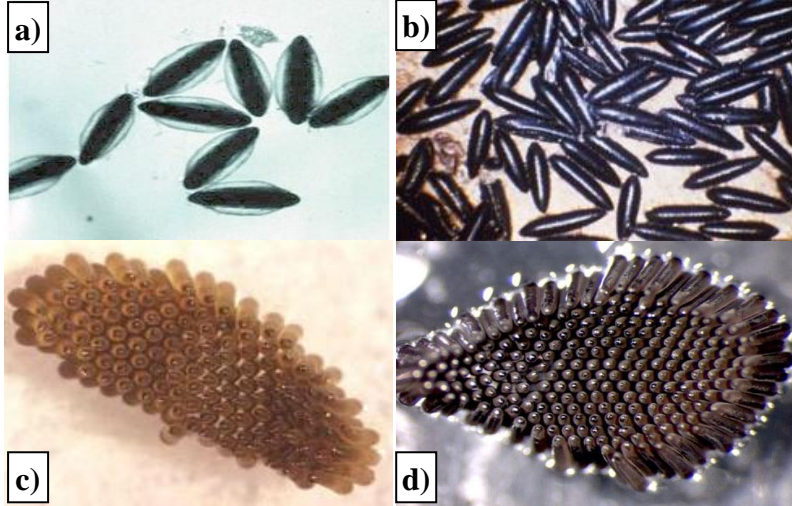
Çizelge 2.2. Bazı sivrisinek cinslerinin bir defada bırakabildiği yumurta sayıları (Çetin 2016)

Sivrisinek Cinsi	Yumurta Sayısı
<i>Anopheles</i> sp.	200-400
<i>Culex</i> sp.	75-150
<i>Aedes</i> sp.	200
<i>Culiseta</i> sp.	250

Sivrisinekler yumurtlama davranışları bakımından iki gruba ayrılmaktadırlar. Birinci gruptaki dişi sivrisinekler yumurtalarını su yüzeyine tek tek (*Anopheles* sp. gibi) veya küme halinde (*Culex*, *Uranotaenia*, *Coquillettidia*, *Orthopodomyia* sp. ve *Culiseta* alt cinsi gibi) bırakırlar. İkinci gruptaki dişi sivrisinekler ise (*Aedes*, *Ochlerotatus* sp. ve *Culiseta* cinsinin *Culicella* alt cinsi gibi) yumurtalarını su yüzeyine bırakmayıp, yağmur

veya kar suyu altında kalabilecek topraktaki nemli çöküntülerin içine veya yosun parçalarının arasına tek tek bırakırlar (Becker vd. 2010).

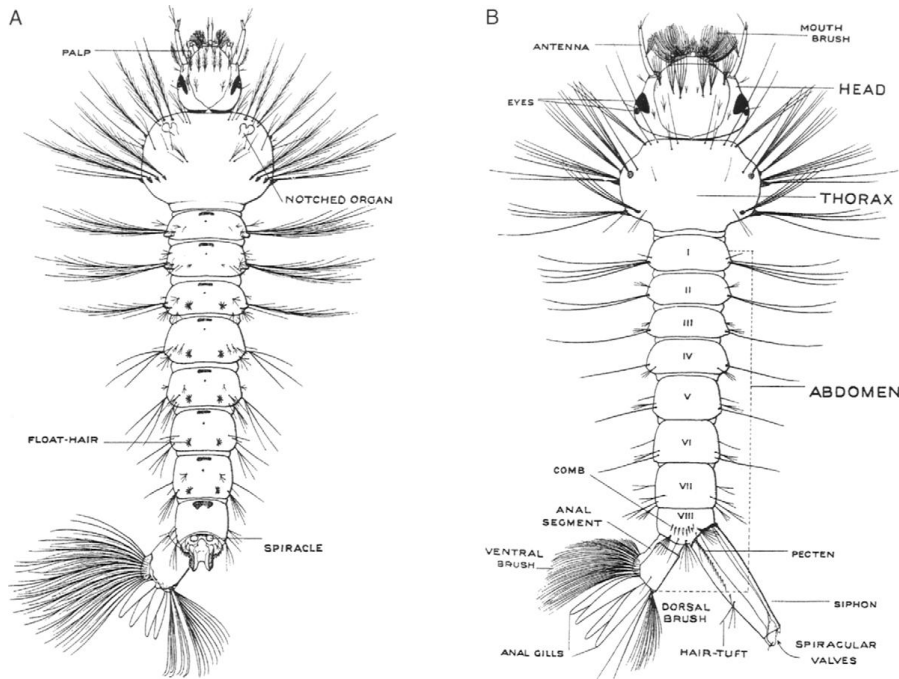
Sivrisinek yumurtaları genel olarak 0,6-1 mm boyunda, kahverengi veya siyahımsı, bir ucu sivri, diğer ucu daha küt olan iğ şeklinde yapılar olmakla birlikte, yumurtaların şekil, renk, büyüklük vb. özellikleri türlere göre farklılık göstermektedir (Şekil 2.4). *Anopheles* cinsine ait sivrisineklerde yumurtalar kayık şeklinde olup, uzun, iki ucu yukarıya biraz kıvrık ve iki yanında zarımsı yüzgeçler bulunmaktadır. Bunların orta kısımlarında türlere özgü olarak enine yüzgeçler bulunur. Bu oluşumlar yüzey gerilimini arttırdığı gibi, yumurtanın suda yüzmesini de sağlamaktadır. *Anopheles* cinsine bağlı türler yumurtalarını tek tek bırakırlar. Yumurtalar bazen suyun üzerinde dantel şeklinde kümeler yapar. *Aedes* cinsine ait türlerin yumurtaları koyu renkli olup, üzerinde ağ şeklinde yapılar taşırlar ve su üzerinde yüzemezler. Bu cinsin dişileri yumurtalarını, yağmur yağdığında, karlar eridiğinde ya da taban suyundaki dinamiğe bağlı olarak daha sonra su içerisinde kalabilecek bitkilerin ya da nemli zeminlerin üzerine tek tek bırakırlar. Suların yükselmesiyle yumurtalar su birikintilerinin altında kalır. Embriyolar nemli ortamlarda yumurta içerisinde birkaç günde gelişirler. Suyla karşılaşan yumurtalar uygun ortamda yaklaşık bir gün içerisinde açılırlar. Bu cinse ait yumurtalar kuraklığa 4-7 ay dayanabilmekle birlikte, kuraklık süresi uzadıkça yumurtaların açılma oranı azalmaktadır (Alten ve Çağlar 1998; Service 2012; Çetin 2016). *Culex* ve *Culiseta* cinslerine bağlı türlerin yumurtalarının alt kutbunda huni şeklinde bir oyuk bulunmaktadır. Su üzerine bırakılan yumurtalar dişi sivrisineğin bacakları yardımıyla küme haline getirilir ve yapıştırılır. Bu haldeki yumurtalar suyun yüzeyinde sal gibi batmadan yüzerler. Bu yapılar yumurta paketi denilmektedir (Çetin 2016). *Mansonia* cinsine ait türler yumurtalarını suda yüzen bitkilerin yapraklarının alt kısmına yapıştırırlar. Bu haldeki yumurtalar, su yüzeyinin altında yapışkan bir küme halinde bir arada bulunur (Service 2012).



Şekil 2.4. Bazı sivrisinek cinslerine ait yumurtalar; **a)** *Anopheles* sp. (Anonymous 2); **b)** *Aedes* sp. (Anonymous 3); **c)** *Culex* sp. (Anonymous 3); **d)** *Culiseta* sp. (Anonymous 4)

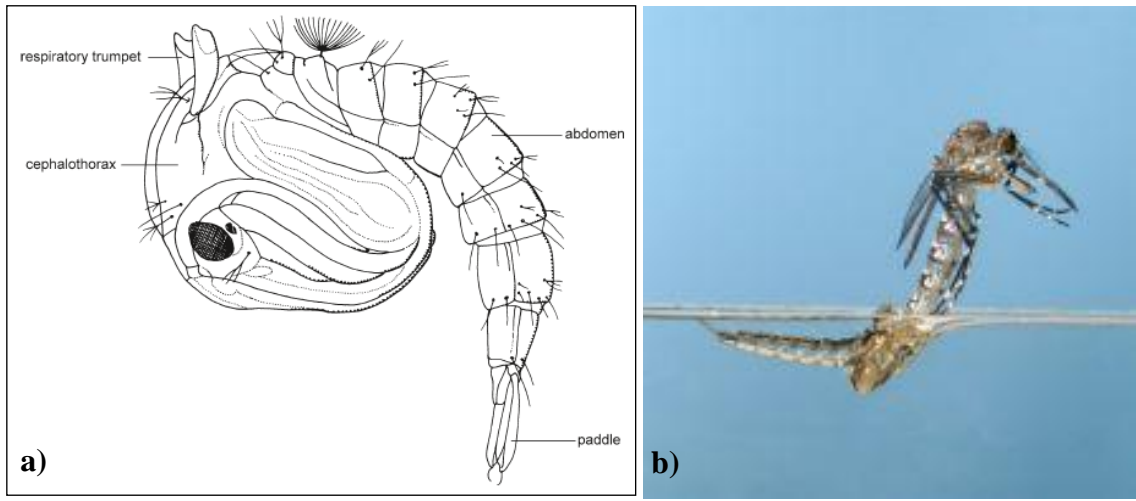
Su içerisine veya daha sonra su altında kalacak nemli alanlara bırakılan yumurtalardaki embriyolar sivrisinek türüne ve suyun sıcaklığına bağlı olarak 2-7 gün içinde gelişmektedir. Sudaki çözülmüş oksijen miktarının azalması ve su sıcaklığının

artması ile yumurtalardan 1. evre larvalar açığa çıkar (Becker vd. 2010). Bacaksız olan larvaların vücutları; ağız parçaları, gözler ve antenlerin bulunduğu baş, daha geniş göğüs (thorax) ve tam olarak ayırt edilebilen yedi segment ile modifiye olmuş üç posterior segmentli karın (abdomen) kısımlarından oluşur. Bu posterior segmentler elektrolit seviyesini düzenlemek için dört anal papilla taşırlar (Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010; Service 2012). 8. abdominal segment oksijen almak için Culicinae alt ailesinde sifon, Anophelinae alt ailesinde ise spiraküler loblar şeklinde gelişir (Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010; Manguin vd. 2011). Bu nedenle Culicinae alt ailesindeki larvalar genellikle su içinde baş aşağı durarak solunumlarını sifonlarıyla yaparken, sifonları olmayan Anophelinae alt ailesindeki larvalar su yüzeyinin hemen altında yatay durarak spirakülleri ile solunumlarını gerçekleştirirler (Goddard 2008; Becker vd. 2010) (Şekil 2.5A, B). *Coquillettidia* ve *Mansonia* cinsi larvalar ise sualtında yaşarlar. Bu larvalar modifiye olmuş bir sifona sahiptirler. Bu sifon sayesinde sucul bitkilerin su altındaki kısımlarını delerek aerankimallerinden oksijen elde ederler (Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010; Service 2012). Larvalar su içerisindeki mikroorganizmalar, algler, protozoonlar, omurgasızlar ve sudaki çeşitli organik döküntülerle hatta predatör bazı türler (*Toxorhynchites* sp. gibi) diğer sivrisineklerin larvaları ile beslenebilmektedir (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010; Service 2012; Çetin 2016). Larvaların gelişim süresi, habitat suyunun sıcaklığı, besin miktarı, suyun pH'ı vb. çeşitli faktörlere bağlıdır. Larvaların gelişimi için en ideal sıcaklık 22-25 °C arasındadır (Çetin 2016). Bazı istisnalar hariç sivrisinek larvaları 10-30 °C arasındaki sıcaklıktaki sularda gelişir ve sıcaklık arttıkça larval gelişim süresi kısalmır (Becker vd. 2010). Larval gelişim süresi tropik bölgelerde 5-7 gün kadar kısa olabilir ancak birçok türün larvaları için bu süre 7-14 gündür. Ilıman bölgelerde larva evresi birkaç hafta veya ay sürebilir ve bazı türler kışı larva olarak geçirirler (Service 2012).



Şekil 2.5. Sivrisinek larvalarının dış görünüşü; **a)** Anophelinae alt ailesine ait larva (*Anopheles maculipennis* Meigen, 1818); **b)** Culicinae alt ailesine ait larva (*Aedes cinereus* Meigen, 1818) (Foster ve Walker 2002)

Yumurtadan çıkan larvalar, üç kez gömlek değiştirerek 4. larva evresine ve ardından pupaya dönüşürler. Pupaya yandan bakıldığında virgüle benzemektedir (Alten ve Çağlar 1998; Çetin 2016). Pupaların vücudu, baş ve thorax kısmının kaynaşmasıyla oluşan cephalothorax ile bunun altında bükülmüş halde bulunan ve kürek benzeri iki yüzgeç ile sonlanan abdomen olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2.6a). Pupalar, cephalothorax üzerindeki iki adet hava borusu ile solunumlarını gerçekleştirirler (Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010; Manguin vd. 2011). *Coquillettidia* ve *Mansonia* cinslerinin pupalarında bu hava boruları bitki dokularını delerek aerankimallerinden oksijen elde etmek için modifiye olmuştur (Becker vd. 2010). Larvaların aksine pupalarda beslenme olmaz. Diğer birçok böcek pupasının aksine sivrisinek pupaları çok hızlı hareket edebilirler. Pupa evresi, su sıcaklığına bağlı olarak yaklaşık 2-3 günde tamamlanır. Ergine ait yapıların oluştuğu bu evrenin sonunda pupadan ergin bireyler açığa çıkar (Goddard 2008; Becker vd. 2010) (Şekil 2.6b).



Şekil 2.6. Sivrisinek pupası ve pupadan ergin bireyin çıkışı; **a)** Sivrisinek pupasının yandan görünüşü (Becker vd. 2010); **b)** Pupadan ergin sivrisineğin çıkışı (Anonymous 5)

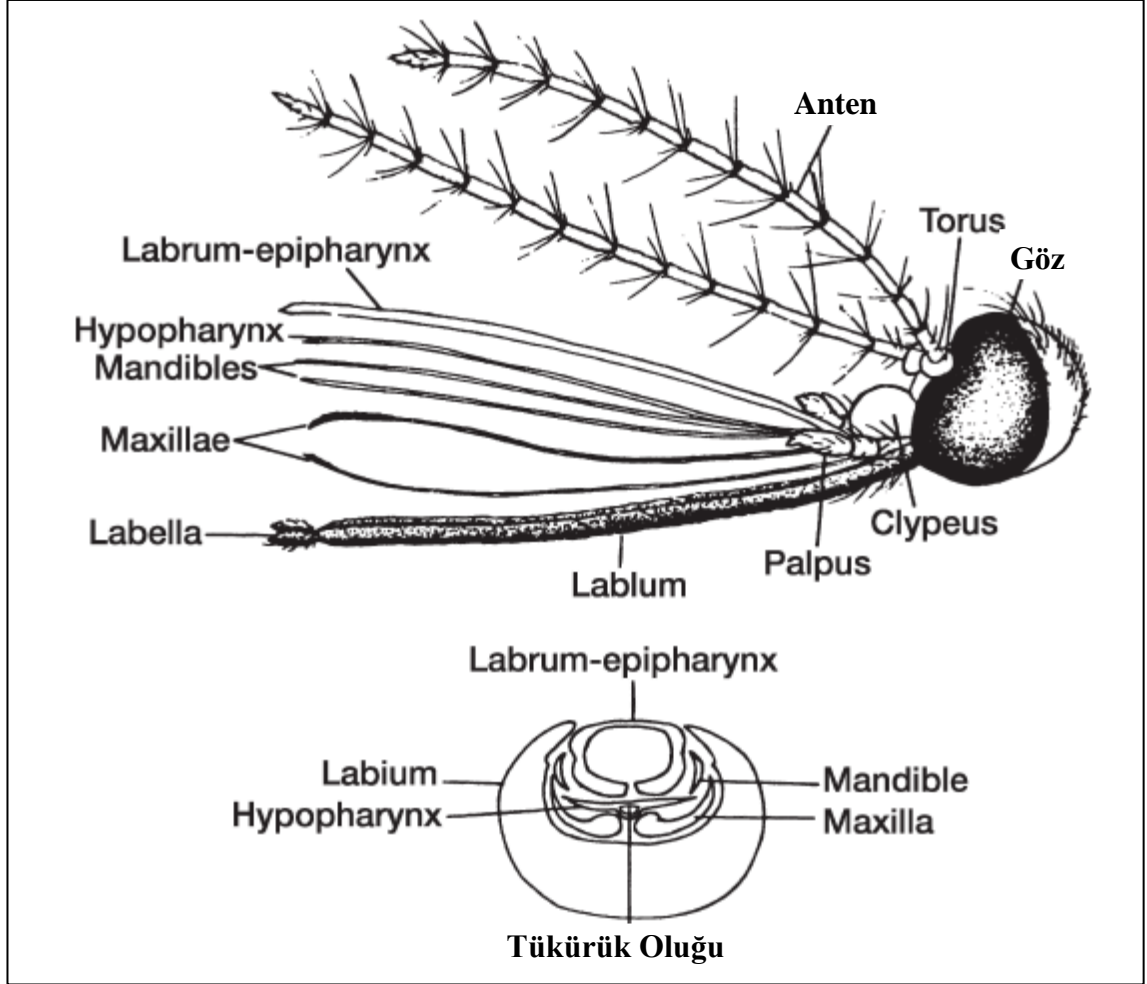
Erkek ve dişi sivrisineklerin eşeyssel olgunluğa erişme süreleri farklı olduğundan, pupadan ilk olarak erkek sivrisinekler çıkar. Dişilerden 1-2 gün önce pupadan çıkan erkekler, dişiler pupadan çıkana kadar eşeyssel olgunluğa erişmiş olurlar. Çoğu sivrisinek türünün dişileri, özellikle akşam ve sabah saatlerinde düşük ışık yoğunluğunun olduğu alanlarda ergin erkeklerin havada oluşturduğu küme içine girerek burada çiftleşir ve erkekten aldıkları spermeleri spermateka adı verilen kesede biriktirirler (Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010; Çetin 2016). Dişi sivrisinekler bir kez çiftleşirken, erkekler birçok kez çiftleşebilmektedir. Çiftleşmede, erkeklerin antenlerindeki tüysü yapıların dişilerin uçuş sırasında kanatlarından çıkardığı sesleri algılaması ve feromonların rolü bulunmaktadır (Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010). Çoğu sivrisinek türü unautogenous'tur. Yani çiftleşen dişi sivrisinekler yumurtalarının gelişimini tamamlamak için kan emmek zorundadırlar. Birkaç sivrisinek türü ise autogenous olup, bu türlerde dişiler kan emmeden ilk yumurtalarını geliştirebilirler (Örneğin: *Cx. p. pipiens* biyotip *molestus*) (Becker vd. 2010; Service 2012). Dişi sivrisineklerin çiftleşip kan emdikten sonra, kanın sindirilerek yumurtlamasına kadar geçen süreye gonotrofik döngü adı verilmektedir (Manguin vd.

2011; Service 2012; Çetin 2016). Gonotrofik döngü; kan emmek için uygun bir konak aramaya yönelik kan emmek, emilen kanın sindirilerek yumurtalıklardaki yumurtaların gelişmesi ve uygun üreme alanlarına uçarak yumurtlamak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Merdivenci 1984; Çetin 2016). Emilen kanın sindirilme hızı ortam sıcaklığına bağlıdır. Tropikal bölgelerde bu süre 2-3 gün olabilirken, soğuk ve ılıman bölgelerde ise 7-14 gün kadar sürebilmektedir (Service 2012; Çetin 2016). Kanın sindirilmesine paralel olarak, yumurtaların olgunlaşması ile dişi sivrisinekler yumurtlamak için uygun habitatlara uçarlar. Her türlü göl, bataklık, dere; doğal çukurlar, taş oyukları, ağaç kovukları, çayır ve ormanlarda birikmiş kar ve yağmur suları; yosunlarla kaplanmış durgun sular; kullanılan veya bırakılmış su sarnıçları, havuzlar, çeltik üretim tarlaları, sulama kanalları, açıkta kalan lağım suları, fabrika ve drenaj kanalları gibi yerlerdeki temiz, az tuzlu, kirli sular; otomobil mezarlıkları, konutların çevresine bırakılan fiçı, varil, araç lastikleri, kova ve saksılar, foseptikler ve deniz kenarındaki kayalıklar sivrisineklerin üreme alanı olabilmektedir. Bazı sivrisinek türlerinin dişileri bir, bazıları ise 2-3 kez yumurtladıktan sonra ölürlür. Ergin dişi sivrisineklerin yaşam süresi çevrenin sıcaklığı, nemi ve hava akımları gibi yerel koşullar ile kan emme düzeylerine bağlıdır. Bu süre ılıman ve subtropik iklim bölgelerinde genellikle bir ayı geçmezken, tropik bölgelerde en fazla altı ay olabilmektedir. Ülkemizde yaz koşulları nedeniyle dişiler en fazla 1-2 ay yaşarken, erkek sivrisinekler 1-2, en fazla üç hafta yaşarlar (Merdivenci 1984; Alten ve Çağlar 1998; Çetin 2016).

Hem dişi hem de erkek ergin sivrisinekler günlük enerji gereksinimlerini karşılamak için bitki yapraklarından, çiçeklerinden ve meyvelerinden doku özsuyu alarak beslenirler. Ayrıca su da içerler. Su içmezlerse kuruyup ölürlür. Bazı istisnalar hariç sivrisineklerin sadece dişileri yumurtalarının gelişimi için kan emerler (Alten ve Çağlar 1998; Foster ve Walker 2002; Goddard 2008; Becker vd. 2010; Manguin vd. 2011; Çetin 2016). Erişkin sivrisinekler altı iğneli sokucu-emici ağız yapısına sahiptirler. Ergin dişi sivrisineklerin ağız parçaları bir çift mandibula (üst çene), bir çift maxilla (alt çene), hypopharinx (yutak) ve labrum (üst dudak) ile bunları dıştan koruyucu bir kılıf gibi saran labium (alt dudak)'dan oluşmaktadır (Şekil 2.7). Kan emmeyen türlerde (*Toxorhynchites* sp. ve *Malaya* sp. gibi) ve erkek sivrisineklerde mandibula ve maksilla indirgenmiş veya bulunmadığı için, bunlar konağın derisini delemeyebilir ve kan ememezler (Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010, Service 2012). Dişi sivrisinekler kan emeceği konaklarını çeşitli koku, görsel ve termal uyarımları algılayarak bulurlar. Karbondioksit, laktik asit, oktanol, aseton, bütanon ve fenolik bileşikler dişi sivrisineklerce algılanan başlıca koku uyarımlarıdır. Bunların algılanmasında antenlerin rolü vardır (Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010). Sadece insanlardan kan emen sivrisineklere antropofil, hayvanlardan kan emenlere ise zoofil adı verilir. Konak ayrımı yapmadan hem insan hem de hayvanlardan kan emen türlere ise zoo-antropofil adı verilmektedir. Ayrıca kuşlardan kan emenlere ornitofil, kurbağa ve sürüngenlerden kan emenlere ise batrokofil türler denilmektedir (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010). Sivrisinekler genellikle kuş ve memeli gibi sıcakkanlı hayvanlardan kan emmelerine rağmen, türlerin yaklaşık %15'i konak olarak kurbağa ve sürüngenleri tercih ederler (Çetin 2016).

Sivrisinekler genellikle crepuscular (şafakta veya gün batımında aktif) veya nokturnal (gece aktif) canlılar olup, az bir kısmı ise diurnal (gündüz aktif) özelliktedir (Foster ve Walker 2002; Harbach 2007; Becker vd. 2010). Ergin sivrisineklerin

beslenme ve dinlenme davranışları arasında farklılıklar görülmektedir. İç ortamlarda beslenmeyi tercih eden türler endofajik, dış ortamlarda beslenmeyi tercih edenler ise ekzofajik olarak adlandırılmaktadır. Beslenme sonrası veya gün boyunca iç ortamlarda dinlenen/gizlenen türler endofilik, dış ortamlarda dinlenen/gizlenen türler ise ekzofilik olarak adlandırılırlar (Becker vd. 2010; Manguin vd. 2011; Service 2012; Çetin 2016).



Şekil 2.7. Ergin dişi bir sivrisineğin ağız parçaları (Goddard 2008)

Sivrisinekler ince yapılı canlılar oldukları için çok uzak mesafelere uçamazlar. Uçmalarında havadaki nemin önemli bir etkisi vardır. Aşırı kurak, sıcak ve rüzgârlı havalarda uçamazlar. Sivrisineklerin kendi güçleriyle yayılışına aktif dispersiyon, çeşitli etkilerle veya araçlarla yayılışına pasif dispersiyon denir. Sivrisineklerin üreme alanlarından 2-3 km uzağa kadar uçabildikleri ve yerden 2500 m yüksekliğe çıkabildikleri tespit edilmiştir. Fakat çeşitli kara, deniz ve hava araçlarıyla her yere pasif olarak yayılabilirler (Alten ve Çağlar 1998).

Tropikal bölgelerde sivrisinekler yıl boyunca aktivite gösterip üreyebilirken, ılıman bölgelerdeki birçok sivrisinek türünün erginleri kışın olumsuz etkilerinden korunmak için hibernasyon benzeri uyuşuk bir dönem olan diyapozaya girer (Goddard 2008). Çoğu sivrisinek türü (*Culex*, *Culiseta*, *Uranotaenia* ve *Anopheles* cinslerindeki) kışı ergin dişi olarak geçirir. Dişiler sonbaharda havaların soğumasıyla birlikte mağara,

ahır, depo, bodrum, kanal vb. uygun barınaklara girip, aktivitelerini en düşük seviyeye indirerek kışı burada geçirirler. Kış döneminde dişiler kan emmezler. Dişiler larval dönemden kalan veya sonbaharda bitki özsularıyla beslenerek elde ettikleri yağ dokusundaki büyük yağ rezervlerini kullanarak kış döneminde hayatta kalırlar. İstisnai olarak *Anopheles maculipennis* kompleksinde yer alan bazı türlerin dişileri kış boyunca devam eden uzun açlık periyodunda kan emebilirler (Becker vd. 2010). Bazı sivrisinek türleri ise kışı hibernasyona girmiş erginler olarak geçirmek yerine, dormant yumurta veya larva olarak geçirerek olumsuz kış koşullarında hayatta kalabilmektedir (Goddard 2008).

2.1.3. *Culex* cinsi sivrisinekler

Dünya genelinde 770 tür ile temsil edilen *Culex* cinsi, çok sayıda vektör türü bünyesinde barındırmaktadır (Harbach 2008d). *Cx. quinquefasciatus* Say, 1823 Asya'nın belirli bölgelerinde (özellikle Hindistan'ın doğusu ve güneyinde), Afrika'nın doğusundaki kentsel alanlarda, Haiti'de ve Brezilya'nın kuzeydoğusunda Bancroftian filariasisin vektörüdür. *Cx. pipiens* Mısır'da Bancroftian filariasisin taşınması ile Avrupa ve ABD'de Batı Nil virüsü salgınlarından sorumlu olmakla birlikte, Orta Doğu'da Rift Vadisi ateşine sebep olan virüsün mekanik olarak bulaşmasına da neden olmaktadır. *Cx. tritaeniorhynchus* Giles, 1901 Güney ve Doğu Asya'da Japon ensefaliti etkeninin bulaşmasından sorumlu başlıca vektördür. *Cx. tarsalis* Coquillett, 1896 ABD'de St. Louis ensefalitine neden olan virüsün vektörü iken, *Cx. annulirostris* Skuse, 1889 Avustralya'da Murray Vadisi ensefaliti ve Ross Nehri hastalıklarının etkenlerinin bulaşmasına neden olmaktadır (WHO 2006). Ayrıca *Culex* cinsi bazı sivrisinek türleri köpek kalp kurdu *Dirofilaria immitis* gibi flarial parazitlere ve kuşlarda sıtmaya neden olan *Plasmodium relictum* gibi protozoon parazitlere de vektörlük yapmaktadır (Scott 2015; Bhattacharya 2016).

Ülkemizde yapılan çeşitli taksonomik çalışmalarda en az 13 *Culex* türünün bulunduğu bildirilmiştir (Alten vd. 2000b; Ramsdale vd. 2001). Ancak DNA barkotlama yönteminin kullanıldığı son çalışmada bu listeler revize edilerek, daha önce yanlış teşhis edilmiş bir tür listeden çıkartılırken, belirlenen yeni dört tür listeye eklenmiştir (Gunay vd. 2015). Ülkemizin farklı illerinde (Antalya, Şanlıurfa, Ankara, Kayseri, Manisa ve İstanbul) yapılan sivrisinek fauna çalışmalarında *Cx. pipiens*'in baskın tür olduğu veya bu türe yoğun olarak rastlanıldığı bildirilmiştir (Alten vd. 2000a; Çetin ve Yanıkoğlu 2004; Aldemir vd. 2006; Şimşek 2006; Bişkin vd. 2010; Muslu vd. 2011; Öter ve Tüzer 2014). Alten vd. (2000a) tarafından Antalya-Belek bölgesinde yapılan çalışmada ışık tuzakları ile yakalanan 4.592 ergin sivrisineğin yedi türe ait olduğu ve en yaygın türün %26,7 oranında *Cx. pipiens* olduğu belirlenmiştir. Çetin ve Yanıkoğlu (2004) tarafından yapılan çalışmada Antalya kent merkezinde örnek toplanan 1121 üreme alanında altı sivrisinek türü tespit edilmiş ve 726 üreme alanında dominant türün *Cx. pipiens* olduğu bildirilmiştir. *Cx. pipiens*'in baskın tür olmasını ise bu türün kirlilik, pH ve sıcaklık gibi değişkenlere karşı geniş bir toleransa sahip olmasına bağlamışlardır. Antalya ilinde yapılan sivrisinek fauna çalışmalarında baskın türün *Cx. pipiens* olması nedeniyle tez çalışmasında bu türe ait örnekler kullanılmıştır.

2.2. Sivrisineklerin Sağlık Açısından Önemleri

Sivrisinekler, kan emme davranışları nedeniyle çeşitli parazit ve arbovirüslerin insan ve hayvanlara bulaşmasından sorumlu önemli vektörlerdir (Alten ve Çağlar 1998). Sivrisinekler arasında en önemli vektör türler *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, *Psorophora*, *Mansonia*, *Haemagogus* ve *Sabethes* cinslerine dahildir (Manguin vd. 2011; Service 2012). Genel bir ifadeyle, bir konaktan veya ortamdaki hastalık etmenini başka bir konağa taşıyan, genellikle eklembacaklılar şubesi içinde canlılara vektör denilmektedir. Vektör canlılar hastalık etmenlerini mekanik veya biyolojik olmak üzere iki şekilde taşımaktadırlar. Mekanik bulaşmada, hastalık etmeni vektörün ağız parçaları, bacakları, setaları ve kanatları gibi vücut kısımları ile bir yüzeyden veya konaktan alınarak başka bir konağa fiziksel olarak taşınmaktadır. Bu taşınma şeklinde patojenler vektör vücudunda çoğalma, gelişme ve değişim göstermezler. Biyolojik bulaşmada ise, vektör tarafından alınan hastalık etmeni vektörün vücudunda çoğalma, gelişme veya hem çoğalma hem de gelişmeye uğradıktan sonra başka bir konağa aktarılmaktadır (Ser ve Çetin 2016). Sivrisinekler tarafından tularemi (*Francisella tularensis*), antraks (*Bacillus anthracis*) ve tavşanlarda görülen myxomatosis (Myxoma virüs) gibi bazı hastalıkların etmenleri mekanik olarak taşınabilmektedir (Foster ve Walker 2002; Becker vd. 2010). Sivrisinekler tarafından biyolojik olarak vektörlüğü yapılan önemli hastalıklar arasında sıtma, sarı humma, Batı Nil virüsü enfeksiyonu, deng humması, lenfatik flariasis, chikungunya ateşi, Japon ensefaliti ve Zika virüsü enfeksiyonu bulunmaktadır (Tolle 2009; Becker vd. 2010; WHO 2014). Dünya genelinde her yıl milyonlarca insan sivrisinek kaynaklı hastalıklara yakalanmakta ve bir milyondan fazla insan bu hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmektedir (Ser ve Cetin 2015). Son yıllarda seyahat olanaklarının artması, yakın coğrafyamızdaki savaşlar, kontrolsüz insan göçleri ve küresel ısınmaya bağlı iklim değişiklikleri nedeniyle sivrisinekler aracılığıyla bulaşan hastalıkların ülkemizde görülme olasılığı artmış ve daha önce ülkemizde görülmeyen sivrisinek kaynaklı bazı hastalıkların görülme riski ortaya çıkmıştır. Sivrisinek kaynaklı hastalıklardan özellikle sıtma ve Batı Nil virüsü enfeksiyonu ülkemizde ve yakın komşularımızda son yıllara kadar önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturduğu için aşağıda bu hastalıklar hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

2.2.1 Sivrisineklerin Vektörlüğünü Yaptığı Önemli Bazı Hastalıklar

2.2.1.1. Sıtma (malaria)

Sıtma (malaria) dünya genelinde böcekler tarafından vektörlüğü yapılan en önemli enfeksiyon hastalığıdır. Tropik ve subtropik bölgelerde yaygın olarak görülen hastalığa *Plasmodium* cinsi tek hücreli, hücre içi parazitler neden olmaktadır (Duggan ve Çetin 2006).

Dünya genelinde insanlarda hastalık oluşturan sıtma parazitleri *Plasmodium falciparum* (Welch, 1897), *P. vivax* Grassi&Feletti, 1890, *P. ovale* Stephens, 1922, *P. malaria* (Feletti&Grassi, 1889) ve *P. knowlesi* Sinton&Mulligan, 1932'dir. Bu parazitlerden *P. vivax* daha az tehlikelidir, ancak dünya genelinde en yaygın türdür. *P. falciparum* en ağır seyirli ve en ölümcül sıtma vakalarından sorumlu olup, Afrika'da yaygındır. *P. malaria*, *P. ovale* ve *P. knowlesi* ise daha seyrek rastlanan türlerdir (WHO 2011).

Hastalık parazit ile enfekte olmuş hasta insandan kan emen *Anopheles* cinsi dişi sivrisineğin, sağlıklı bir insanı sokmasıyla bulaşır. Nadiren anneden bebeğe intrauterin

yolla bulaşabilirken, kan transfüzyonu, organ nakli ve parazitlerle kontamine olmuş tıbbi malzemelerle bulaşma da görülebilmektedir (Long vd. 1996; Akdur 1997; Mejia vd. 2006).

DSÖ sıtma raporuna göre; 2015 yılında dünyanın 91 endemik ülke ve bölgesinden yaklaşık 212 milyon yeni sıtma olgusu tespit edilmiştir. Bu olguların yaklaşık %90'ı Afrika Bölgesinde görülürken, bunu %7 ile Güneydoğu Asya ve %2 ile Doğu Akdeniz Bölgesi takip etmektedir. Dünya çapında 2015 yılında sıtma hastalığından 429 bin ölüm gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Ölümle sonuçlanan vakaların büyük çoğunluğu (%92) Afrika ülkelerinde ve ağırlıklı olarak 5 yaş altındaki çocuklarda görülmektedir. Sıtma kaynaklı ölüm vakalarının büyük çoğunluğunda (%99) etkenin *P. falciparum* olduğu belirlenmiştir. Sıtmanın kontrolü ve eliminasyonu için 2015 yılında dünya genelinde toplam finansmanın 2,9 milyar Amerikan Doları olduğu tahmin edilmektedir (WHO 2016a).

Sıtma hastalığı süresi ve şiddeti parazit türüne göre değişmekle birlikte, üşüme-titrete, yüksek ateş ve terleme şeklindeki nöbetlerle karakterizedir. Parazitin vücuda alınmasından sonra 7-30 gün süren kuluçka dönemi ardından birkaç gün süren halsizlik, kırıklık, iştahsızlık, baş-kas-eklem ağrıları gibi non-spesifik belirtiler görülür. Bu evre sonunda tipik sıtma nöbetleri başlar (Akdur 1997).

Sıtma parazitlerinin tanısında direkt ve indirekt tanı yöntemleri kullanılmaktadır. İnce ve kalın damla kan preparatları hazırlanmasına dayalı direkt tanı yöntemleri sıtma tanısında altın standart olarak kabul edilmektedir. Bunun yanında çeşitli serolojik tanı yöntemleri, hızlı tanı testleri ve PCR temelli moleküler tanı yöntemleri de kullanılmaktadır (Özbilgin ve Tamay 2000).

Özellikle *P. falciparum* kaynaklı sıtma vakalarının tedavisinde artemisinin temelli kombine terapi oldukça etkilidir. Hastalığa karşı etkinliği kanıtlanmış herhangi bir aşı bulunmamaktadır. Ancak özellikle *P. falciparum* parazite karşı aşı geliştirme çalışmaları devam etmektedir (WHO 2014, 2016a).

Ülkemizde 2010 ve 2011 yıllarında yerli sıtma vakası görülmemiş, ancak 2012 yılında Mardin ili Savur ilçesinde ortaya çıkan sıtma salgını ile hastalık tekrar gündeme gelmiştir (Eskiocak vd. 2012). Sağlık Bakanlığı verilerine göre; 2010 yılından itibaren Türkiye'de yerli sıtma vakasına rastlanılmamış olup, tespit edilen vakaların nüks veya yurt dışı kaynaklı olduğu belirtilmiştir (Anonim 1, 2; TC. Sağlık Bakanlığı 2014). DSÖ verilerine göre, şu an için ülkemiz sıtma görülmeyen ülkeler arasında yer almaktadır (WHO 2016a). Sıtma hastalığı Türkiye'de bildirim zorunlu hastalıklar arasında bulunmaktadır (Anonim 3, 4, 5). Ülkemizde yerli sıtma vakalarının görüldüğü dönemde en fazla vakaya Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinin Çukurova yöresinde rastlanıldığı bildirilmiştir (Akdur 1997). Yine bu dönemde Türkiye'deki yerli sıtma vakalarının ana etmeninin *P. vivax* olduğu, ancak son yıllarda yurt dışı kaynaklı *P. falciparum*'un neden olduğu sıtma vakalarının sıklıkla görüldüğü bildirilmektedir (WHO 2011). Ülkemizde sıtma parazitlerinin bulaşmasına neden olan en önemli vektör türler *Anopheles sacharovi* Favre, 1903 ve *An. superpictus* Grassi, 1899'dur (Alten ve Çağlar 1998; Alten vd. 2000b; Ramsdale 2001; WHO 2011).

Sıtma hastalığının yayılmasını önlemede parazit için kaynak rolü üstlenen hastaların tespit ve tedavi edilmesinin yanı sıra, parazitlere vektörlük yapan *Anopheles* cinsi sivrisineklerle mücadele edilmesi en etkili yöntemlerdir. Ayrıca hastalığın yayılmasını önlemek için sıtma riski olan bölgelere seyahat edecek kişilere koruyucu ilaç verilmesi, sivrisineklere karşı bireysel tedbir almalarının sağlanması (sineklik, cibinlik ve sinek kovucu ürünler kullanmaları gibi) ve gerekli eğitimlerin verilmesi gibi yöntemler de uygulanmaktadır (Ser ve Çetin 2012).

2.2.1.2. Batı Nil virüsü enfeksiyonu

Batı Nil virüsü enfeksiyonu; insan, köpek, at ve kuş gibi çeşitli konaklarda hafif ateşli hastalıktan, menenjit ve ensefalit gibi ciddi nörolojik tablolara ve ölüme kadar uzanabilen geniş spektrumlu viral bir hastalıktır (Anonymous 6; Yazıcı 2005b; Tosun 2012).

Batı Nil virüsü (BNV), Flaviviridae ailesinin "Japon ensefaliti virüsü antijenik kompleksi" alt grubuna ait, *Flavivirus* genusunda yer alan tek sarmallı, zarflı bir RNA virüsüdür (Tezcan vd. 2011; Ergunay vd. 2014; Biçeroğlu 2015). Virüs ilk kez 1937 yılında Uganda'nın Batı Nil bölgesinde yaşayan ateşli bir kadın hastadan izole edilmiştir (Tezcan vd. 2011; Tosun 2012).

Virüsün doğadaki kaynağı kuşlar olup, göçmen kuşlar virüsün yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır. İnsanlar, diğer memeliler ve özellikle atlar düşük viremi seviyeleriyle rastlantısal konaklar olup, virüsün taşınma siklusunu devam ettiremedikleri için son konak olarak kabul edilirler (Azap ve Meço 2010; Tezcan vd. 2011; Tosun 2012). Virüs, insanlara ve atlara enfekte kuşlardan kan emmiş sivrisinekler aracılığıyla bulaşmaktadır. Hastalığın bulaşmasından sorumlu ana vektör *Culex* cinsi sivrisineklerdir. Bununla birlikte *Aedes* ve *Ochlerotatus* cinsi sivrisinekler ve keneler de virüsün bulaşmasına neden olabilirler (Yazıcı 2005b; Ergunay vd. 2014). Ayrıca virüsün nadir olarak kan transfüzyonu, organ transplantasyonu ve gebelik döneminde transplasental yolla veya emzirme yoluyla anneden bebeğe geçebildiği bildirilmiştir (Anonymous 6, 7; Azap ve Meço 2010; Biçeroğlu 2015).

Hastalığın inkübasyon periyodu genellikle 3-14 gündür (Anonymous 6; Tezcan vd. 2011; Biçeroğlu 2015). BNV ile enfekte olmuş kişilerin yaklaşık %80'i asemptomatik iken, yaklaşık %20'sinde ateş, baş ağrısı, retroorbital ağrı, kas ağrısı, bulantı, kusma, karın ağrısı ve döküntü gibi semptomlar görülmektedir. Bu %20'lik kesimin %90'ında Batı Nil ateşi gelişirken, %10'luk kısmında ise ensefalit, menenjit vb. sinir sistemi tutulumu görülür. Şiddetli hastalık ve ölüm oranı yaşlı hastalarda (50 yaş üzeri) ve bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda daha yüksektir (Kireççi 2011; Tezcan vd. 2011; Tosun 2012).

Hastalığın tanısında virüsün hücre kültüründe izolasyonu, viral RNA'nın saptanması ve virüse karşı oluşan antikorların gösterilmesinden yararlanılmaktadır (Kireççi 2011; Tezcan vd. 2011; Tosun 2012).

Hastalığın spesifik bir tedavisi yoktur. Destek tedavisi uygulanmaktadır. Atları BNV enfeksiyonundan koruyan aşı geliştirilmesine rağmen, insanları koruyacak bir aşı henüz geliştirilememiştir (Yazıcı 2005b; Kireççi vd. 2011; Tosun 2012).

BNV Afrika, Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Amerika, Batı Asya ve Avustralya'da yaygın olarak görülmektedir (Anonymous 6; Tezcan vd. 2011; Tosun 2012). BNV enfeksiyonu ABD'de ilk kez 1999'da New York Eyaleti'nde salgın şeklinde ortaya çıkıp, ensefalit ve ölümlere yol açtıktan sonra dünyanın bu hastalığa olan ilgisi artmıştır (Anonymous 6; Tosun 2012). BNV enfeksiyonu ile ilgili büyük salgınlar Yunanistan, İsrail, Romanya, Rusya ve ABD'de meydana gelmiştir. Salgınların görüldüğü bu alanlar büyük kuş göç yolları üzerinde bulunmaktadır (Anonymous 6).

BNV enfeksiyonu ülkemizde son yıllarda önem kazanmış bir hastalıktır. Ülkemizdeki BNV vakaları incelendiğinde; 1964'den günümüze insanlarda ve hayvanlarda seropozitiflik çalışmaları yapılmakla birlikte, 2010 yılına kadar akut seyirli bir salgına rastlanmamıştır (Kireççi 2011; Tosun 2012) Türkiye'de ilk vaka bildirimini 2010 yılında Manisa ilinden yapılmıştır (Azap ve Meço 2010; Tosun 2012; Biçeroğlu vd. 2015). Türkiye genelinde 2010 yılında 47 vaka bildirilmiş, bunlardan 10'u ölmüş; 2011 yılında ise beş vaka bildirilmiş, ölüm görülmemiştir (Kalaycioglu vd. 2012; Biçeroğlu vd. 2015). BNV enfeksiyonları 02.04.2011 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanan ek yönetmelik ile Bildirimi Zorunlu Hastalıklar Listesi'ne dahil edilmiştir (Kalaycioglu vd. 2012; Özkan ve Erdoğan 2012; Biçeroğlu vd. 2015).

Hastalığın bulaşmasından sorumlu ana vektör sivrisinekler olduğu için hastalıktan korunmada sivrisineklerin kontrolü ve sivrisinekle temasın engellenmesi önemlidir (Anonymous 6; Azap ve Meço 2010). Bu amaçla özellikle sivrisineklerin üreme alanlarının haritaları çıkartılmalı, larva ve erginlere yönelik entegre mücadele çalışmaları yapılmalıdır (Anonymous 6; Tosun 2012; Özkan ve Erdoğan 2012). Sivrisinek-insan temasını engellemek amacıyla; hastalığın endemik olarak görüldüğü bölgelerde sivrisineklerin aktif olduğu akşam saatlerinde dış ortamlara mümkün olduğunca çıkılmaması, sinek kovucu ürünler kullanılması, uzun kollu ve paçalı giysilerin giyilmesi faydalı olabilmektedir (Anonymous 6, 8; Tosun 2012). Yine evlerin kapı ve pencerelerine sineklik takılması sivrisineklerin evlere girişini engelleyebilmektedir (Anonymous 8; Tosun 2012). Ayrıca bu işlemin ahırlarda da uygulanması, sivrisinek at temasının azalmasına yardımcı olabilmektedir (Yazıcı 2005a; Tosun 2012).

Hastalığın endemik olarak görüldüğü bölgelerde kan ve organ donörlerinin BNV açısından araştırılması hastalığın yayılmasını önlemede faydalı olabilmektedir (Anonymous 6, 9; Tosun 2012). Virüsün kan transfüzyonu ile bulaştığı ilk kez 2002 yılında ABD'de gösterildikten sonra, 2003 yılından itibaren ABD'de kan kaynakları BNV-RNA yönünden taranmaya başlanmıştır. Bu sayede önemli sayıda bulaş olayı önlenmiştir (Tezcan vd. 2011; Biçeroğlu vd. 2015).

Hastalıktan korunmaya yönelik olarak kuşların ve atların takibinin yapılması da önemlidir. Bir bölgede toplu kuş ve/veya at ölümlerinin görülmesi, salgın hastalık ihtimalini akla getirmelidir (Azap ve Meço 2010; Tosun 2012).

Kültürel mücadele kapsamında hastalığın endemik olarak görüldüğü bölgelerde yaşayanlara, risk altındaki kişilere ve sağlık personeline hastalık ve korunma yolları hakkında eğitim verilmelidir (Anonymous 6; Yazıcı 2005b).

2.3. Sivrisineklerle Mücadelede Kullanılan Yöntemler

Sağlık açısından oldukça önemli bir canlı grubu olan sivrisineklerin larva ve erginlerinin; kültürel, mekanik (fiziksel), biyolojik ve kimyasal mücadele çalışmaları yapılarak popülasyonları kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. Sivrisineklerle mücadelede başarılı olunabilmesi için bu yöntemlerin birlikte uygulandığı "Entegre Sivrisinek Mücadele Programları" hazırlanmalıdır (Alten ve Çağlar 1998).

Bu yöntemlere ilaveten sivrisineklerden korunmak amacıyla kişisel bir takım tedbirlerin de alınması faydalı olmaktadır. Bu amaçla evlerin kapı ve pencerelerine sineklik takılması, sivrisineklerin vektörlüğünü yaptığı hastalıkların endemik olarak görüldüğü bölgelerde gece açıkta yatılmaması, insektisitli ve/veya insektisitsiz cibinlik ile sinek kovucu ürünlerin kullanılması sivrisinek-insan temasının kesilmesi açısından oldukça önemlidir (Akdur 1997; Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010).

Özellikle larvalara karşı yürütülen mücadele çalışmalarına ağırlık verilmesi entegre sivrisinek mücadelesinin başarısını arttırmaktadır. Sivrisinek larvalarının yaşama alanlarında bazı predatör canlılar da bulunabilmektedir. Bu canlılar, sivrisineklere karşı yürütülen entegre mücadelenin başarısı için oldukça önemlidir. Sivrisinek larvalarıyla beslenen predatörlerin başında bazı balık türleri (*G. affinis* gibi), kız böcekleri veya yusuçuk olarak bilinen Odonata türleri ile sırtüstü yüzen olarak da bilinen *Notonecta* cinsine ait türler gelmektedir (Chandra vd. 2008; Shaalan ve Canyon 2009; Ser ve Çetin 2015).

DSÖ tarafından sivrisinek mücadelesinde kullanılması tavsiye edilen biyolojik ve kimyasal kökenli insektisitler Çizelge 2.3'de gösterilmiştir.

2.3.1. Kültürel mücadele

Entegre mücadelenin başarılı olabilmesi için vektör mücadelesinde görevli personelin yeterli bilgiye sahip olması ve halkın desteğinin alınması gerekmektedir. Bu nedenle vektör mücadelesinde görevli personele (sağlık ve belediye çalışanlarına), öğretmenlere ve öğrencilere, riskli bölgelerde yaşayan veya görev yapan kişilere gerek vektörler gerekse vektör kaynaklı hastalıklar ve korunma yolları hakkında bilgi verilmektedir. Bu amaçla eğitim programları ve seminerler düzenlenmekte, afiş ve broşürler hazırlanarak dağıtılmaktadır. Radyo ve televizyon programları ile internet üzerinden yayınlar yapılarak toplumun bu konudaki bilgi düzeyi ve farkındalığı arttırılmaktadır (Alten ve Çağlar 1998; Ser ve Çetin 2016).

2.3.2. Mekanik (fiziksel) mücadele

Mekanik mücadele kapsamında; sivrisineklerin doğal üreme alanlarının (doğal jitle) kontrolü ve yapay üreme alanı (yapay jitle) oluşturulmasının önlenmesi gibi çevre düzenlemesi çalışmaları yapılmaktadır (Akdur 1997).

Sivrisineklerin üreme alanlarını oluşturan toplama ve drenaj kanalları, kanaletler, kuyular, foseptikler, havuzlar, taşkın sahaları gibi yerlerde ıslah çalışmaları yapılarak, bu habitatların sivrisineklerin üremesine uygun ortamlar olması engellenmektedir. Bu düzenlemelerde kalıcılığı sağlamak mekanik mücadelenin temelini oluşturmaktadır (Alten ve Çağlar 1998).

Çizelge 2.3. DSÖ tarafından sivrisinek mücadelesinde kullanılması tavsiye edilen kimyasal ve biyolojik kökenli insektisitler

Sınıfı	Alt Grubu	Aktif İçerik	Hedef Bölge	Kullanım Alanı
Organik Klorlular	Difeniletanlar	DDT, Dikofol, Pertan, Metoksiklor, Metloklor	Voltaja Duyarlı Sodyum Kanalı	Ergin Öldürücü (Ülkemizde Kullanımları Yasak)
	Siklodienler	Aldrin, Dieltrin, Heptaklor, Klordan, Endosülfan	GABA Reseptörleri	
	Sikloheksanlar	Hekzaklorobenzen, Hekzoklorosikloheksan, Lindan	GABA Reseptörleri	
Organik Fosforlular		Malathion, Naled, Dichlorvos, Fenitrothion, Fenthion, Diazinon, Chlorpyrifos, Pirimiphos methyl, Temephos	Asetilkolinesteraz	Larvasit-Ergin Öldürücü (Ülkemizde Kullanımları Yasak)
Karbamatlılar		Bendiocarb, Carbaryl, Carbosulfan, Propoxur	Asetilkolinesteraz	Ergin Öldürücü (Ülkemizde Sınırlı Sayıda Ruhsatlı Ürün)
Sentetik Piretroitler	Tip-I	Permethrin, Etofenprox, Bioallethrin, Fenothrin, Pyrethrin, Cymethrin, Tetramethrin	Voltaja Duyarlı Sodyum Kanalı	Ergin Öldürücü
	Tip-II	Cypermethrin, Deltamethrin, Alpha-cypermethrin, Cyfluthrin, Fenvalerat Lambda-Cyhalothrin	Voltaja Duyarlı Sodyum Kanalı	
Böcek Gelişim Düzenleyiciler	Kitin Sentez İnhibitörleri	Diflubenzuron, Novaluron, Triflumuron	Kitin Biyosentez Aşamaları	Larvasit
	Juvenil Hormon Analogları	Pyriproxyfen, Methoprene, Fenoxycarb	JH Reseptörleri	
Biyolojik Kökenliler	Bakteri Toksinleri	<i>Bacillus sphaericus</i> , <i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>israelensis</i>	Ortabağırsak Membranı	Larvasit
	Spinosynler	Spinosad	Nikotinik Asetilkolin Reseptörleri, GABA Reseptörleri	

2.3.3. Biyolojik mücadele

Kimyasal insektisitler son yıllara kadar zararlıların mücadelesinde yoğun olarak kullanılmıştır. Ancak bu kimyasallara karşı vektörlerde direnç gelişmesi, bunların besin zincirine karışarak çevresel kirliliğe yol açması ve hedef dışı faydalı canlılara zarar vermesi kullanımlarını büyük ölçüde kısıtlamıştır. Kimyasal insektisitlerin bu olumsuz etkileri daha etkili ve çevre dostu yeni kontrol ajanlarının hızla geliştirilmesini zorunlu kılmıştır (Porter vd. 1993; Poopathi ve Abidha 2010). Bu amaçla mikrobiyal kontrol ajanlarını içeren çeşitli alternatif kontrol araçları geliştirilmiştir. Özellikle bazı bakterilere ait ürünler sivrisinek ve karasinek (*Simulium* sp.) gibi önemli vektörlerin larval evrelerine karşı başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Charles ve LeRoux 2000).

Biyolojik mücadele, çeşitli predatörleri, parazitleri, patojenleri ve mikroorganizmaların toksinlerini kullanarak hedef canlının popülasyonunun azaltılması olarak tanımlanmaktadır (Becker vd. 2010).

Sivrisinek popülasyonlarının kontrolü amacıyla yürütülen biyolojik mücadele çalışmalarında bazı predatör canlılar (sivrisinek balığı olarak bilinen *G. affinis* gibi), çeşitli parazitler (mermithid nematodlar gibi), patojenler (*Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., 1912 ve *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin, 1878 gibi entomopatojen funguslar ile mikrosporidian protozoonlar gibi), bazı mikroorganizmaların toksinleri (*B. thuringiensis* ssp. *israelensis* (Bti) ve *B. sphaericus*'un (Bs) toksinleri gibi) ve spinosinler (*Saccharopolyspora spinosa* Mert&Yao, 1990'dan elde edilen spinosad gibi) kullanılmaktadır (Becker vd. 2010).

2.3.3.1. Bakteri toksinleri

Özellikle gram (+), spor oluşturan, toprak bakterisi *Bacillus* cinsinin entomopatojen özellikteki belirli üyeleri (*B. sphaericus* ve *B. thuringiensis* ssp. *israelensis*) sporlanma boyunca protein yapısında inaktif protoksin kristaller üretirler. Bu proteinler spor içinde depolanır ve bunları sindiren duyarlı böceklere karşı oldukça toksiktirler. Sindirilen inaktif toksinler böceğin orta bağırsağındaki alkali pH ortamında çözünerek proteolitik olarak aktive olurlar. Aktive olmuş toksinler mide epitel hücre membranındaki reseptörlere bağlanarak hücrelerin parçalanmasına, ardından larvanın beslenmeyi durdurmasına ve ölüme yol açarlar (Porter vd. 1993).

Kimyasal insektisitlere direnç gelişimi önemli bir problemdir. Ancak bakteriyel kontrol ajanlarının daha karmaşık etki şekillerinin olması, hedef canlılarda bu ürünlere karşı direnç gelişiminin daha az olmasına neden olmaktadır (Becker vd. 2010).

Bti ve Bs çevresel etkilerinin az olması sebebiyle geniş spektrumlu etki gösteren larvasitlere karşı önemli birer alternatif oluşturmaktadırlar. Seçici toksisitelerinin yüksek olup, insanlar ve hedef dışı diğer organizmalar için güvenli olmaları ve sucul ekosistemlerde biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlamaları bu ürünlerin avantajlarından bazılarıdır (Poopathi ve Abidha 2010).

2.3.3.1.1. *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* (Bti) toksini

B. thuringiensis'in 34 alt türü tanımlanmıştır. Bunlardan en yaygın olanları *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki* Lepidoptera'lara karşı, *B. thuringiensis* ssp. *tenebrionis* Kolorado patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)'e karşı, *B. thuringiensis* ssp. *israelensis* ise Diptera'lara (özellikle sivrisinek ve karasineklere) karşı kullanılmıştır (Poopathi ve Abidha 2010).

B. thuringiensis'in alt türlerinin büyük çoğunluğunda belirlenmiş iki ana insektisidal kristal protein grubu bulunmaktadır. Bunlar Cyt (cytolisins=sitolizinler) ve Cry (crystal delta-endotoxins=kristal delta-endotoksinler) toksinleridir. Bti kristal toksinleri farklı molekül ağırlığında dört ana polipeptitten (Cry IVA: 125 kDa, Cry IVB: 135 kDa, Cry IVD: 68 kDa ve Cyt A: 28 kDa) oluşur (Poopathi ve Abidha 2010). Cry toksinleri larvaların orta bağırsağındaki epitel hücrelerinde bulunan spesifik glikoprotein reseptörlere bağlanarak toksik etki oluştururken, Cyt A proteinlerinin böyle

bir bağlanma mekanizması olmayıp, bunlar lipidlere bağlanırlar (Becker vd. 2010). Cyt A toksisitede anahtar faktör değildir fakat toksinlerin aktivitesi ve sinerjistik etkileşimleri sağlayabilmektedir (Poopathi ve Abidha 2010).

B. thuringiensis ssp. israelensis 1976'da İsrail'in Negev Çölü'nde izole edilen gram (+), endospor oluşturan bir toprak bakterisidir (Becker vd. 2010). Yapılan arazi ve laboratuvar uygulamalarında bu entomopatojen bakterinin *Culex*, *Aedes* ve *Anopheles* cinsi sivrisineklerin ve karasinek (*Simulium* sp.) larvalarının biyolojik kontrolünde kullanılabileceği gösterilmiştir (Charles ve LeRoux 2000; Poopathi ve Abidha 2010). Ayrıca Bti'nin omurgalı ve hedef dışı omurgasız canlılara etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Charles ve LeRoux 2000).

Bti toksinleri çevrede uzun süre kalacak rezidüel etkiye sahip olmadığından kısa aralıklarla uygulama tekrarının yapılması gerekmektedir. Ayrıca mevcut Bti formülasyonlarından bazıları suda battığı için su yüzeyine yakın beslenen sivrisinek larvalarının kontrolünde daha az etkilidirler (Poopathi ve Abidha 2010).

Yapılan çalışmalarda Bti toksinlerine karşı hedef organizmalarda direnç gelişiminin olmadığı, bu durumun ise bakterinin sahip olduğu çoklu toksin kompleksinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Poopathi ve Abidha 2010; Becker vd. 2010).

2.3.3.1.2. *Bacillus sphaericus* (Bs) toksini

B. sphaericus aerobik, çubuk şeklinde, spor oluşturan, gram (+) bir toprak bakterisidir. Bu bakteri 1980'lerin sonlarından itibaren sivrisinek larva mücadelesinde kullanılmaktadır. Larvasit olarak kullanılan suşları farklı ticari marka adları altında satılmaktadır (Poopathi ve Abidha 2010).

B. sphaericus'un sivrisineklere karşı etkili iki farklı toksini bulunmaktadır (Becker vd. 2010; Poopathi ve Abidha 2010). Bunlardan *B. sphaericus*'un sporlanma sırasında oluşturduğu binary toksin (Bin) adı verilen 42 kDa (BinA) ve 51 kDa (BinB) ağırlığında iki ana polipeptitten oluşan kristal proteini sivrisinek larvalarına karşı güçlü larvasidal etkiye sahiptir (Charles ve LeRoux 2000; Poopathi ve Abidha 2010). Bakterinin vejetatif evrede sentezlediği Mtx toksinler (Mosquitocidal toxins; Mtx 1: 100 kDa, Mtx 2: 31 kDa ve Mtx 3: 36 kDa) ise kristal form oluşturmaz ve hızlıca bozulurlar (Becker vd. 2010). Bunların aktiviteleri kristal proteinlerden daha düşüktür (Charles ve LeRoux 2000).

B. sphaericus toksinleri dar spektrumlu etki gösterirler. Özellikle *Cx. pipiens ssp. quinquefasciatus* Say, 1823 ve *An. gambiae* Giles, 1902 gibi sivrisinek türlerine karşı yüksek aktivite gösterirken, karasinek larvalarıyla diğer böceklere ve memelilere karşı etkisizdir (Becker vd. 2010).

Arazi ve laboratuvar ortamlarında yapılan çalışmalarda bazı sivrisinek türlerine ait larvaların *B. sphaericus* toksinlerine karşı direnç geliştirdiği rapor edilmiştir (Poopathi ve Abidha 2010; Becker vd. 2010).

B. sphaericus toksinlerinin özellikle belirli sivrisinek türlerinin larvalarına karşı organik maddece zengin, kirli sularda etkili olması, kentsel alanlarda yürütülen sivrisinek larva mücadelesinde önemli bir avantaj sağlamaktadır (Poopathi ve Abidha 2010; Becker vd. 2010).

2.3.3.2. Spinosinler (spinosad)

Bir toprak actinomycetes olan *Saccharopolyspora spinosa* adlı bakteri ilk defa 1982'de Karayip Adaları'nda izole edilmiştir (Becker vd. 2010). Bu bakteri normalde toprakta bulunan organik maddelerin ayrıştırılmasından sorumludur (Thavara vd. 2009).

Spinosad, bu bakterinin normal fermantasyon sırasında ürettiği insektisit etkili doğal bir üründür (Hertlein vd. 2011; Marina vd. 2011, 2012). Spinosad, spinosin A ve spinosin D adlı nörotoksik etkili iki makrolid lakton molekülünün karışımıdır (Bond vd. 2004; Marina vd. 2011). Spinosadın yapısında oransal olarak yaklaşık %85 spinosin A ve %15 spinosin D bulunmaktadır (Anonymous 10; Hertlein vd. 2011).

Spinosad mide ve temas zehiri olarak hedef canlılara etki etmektedir (Marina vd. 2011; Hertlein vd. 2011). Spinosad gama-aminobütirik asit (GABA) reseptörleri ve nikotik asetilkolin reseptörleriyle etkileşime girerek böceğin merkezi sinir sistemi üzerinde aktivite gösterir (Anonymous 10; Salgado ve Sparks 2010; Marina vd. 2011). Uygulama sonrası böceklerde geri dönüşümsüz olarak titreme, kasılma, paraliz gelişir ve ardından ölüm gerçekleşir (Anonymous 10; Salgado ve Sparks 2010).

Spinosad zirai mücadelede buğday, pamuk ve tütün gibi çeşitli ürünlere zarar veren böceklerle karşı kullanılmaktadır. Yapılan farklı çalışmalarda biyolojik olarak aktif bu ürünün *Ae. aegypti* (Linnaeus, 1762), *Ae. albopictus* Skue, 1894, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. pipiens*, *An. albimanus* Wiedemann, 1820, *An. stephensi* Liston, 1901 ve *An. quadrimaculatus* Say, 1824 gibi çeşitli sivrisinek türlerinin larvalarına karşı da oldukça güçlü aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir (Marina vd. 2011).

Spinosadın balıklara, kuş ve memelilere karşı düşük toksisite göstermesi ekotoksikolojik profilinin uygun olduğunu göstermektedir. Bu özelliğinden dolayı Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından düşük riskli materyal olarak sınıflandırılmıştır (Marina vd. 2012).

2.3.4. Kimyasal mücadele

Kimyasal mücadele kapsamında farklı özellikte pestisitler kullanılmaktadır. Sivrisineklerle mücadelede çeşitli yöntemler kullanılmasına rağmen; kısa sürede hızlı ve etkin sonuç vermelerinden, kolay erişilebilir olmalarından dolayı pestisitlerin kullanımı günümüzde sivrisineklerle mücadelede en fazla tercih edilen yöntem olmayı sürdürmektedir (Bursalı 2013; Ser ve Çetin 2017a). Pestisit kısaca zararlı (pest) veya istenmeyen canlıları öldürmek, üreme ve gelişmelerini engellemek, kontrol altına almak için kullanılan madde anlamına gelmektedir. Genel bir ifadeyle; insan ve hayvan vücudu ile bitki ve cansız cisimlerin üzerinde ya da çevresinde bulunan veya yaşayan; ayrıca besin maddelerinin üretimi, hazırlanması, depolanması ve tüketimi sırasında onların besin değerlerini azaltan veya hasara uğratan zararlıları (böcek, kemirgen, yabancı ot, mantar, toprak kurdu vb.) öldürmek için kullanılan biyolojik veya kimyasal

kökenli maddelerdir (Yarsan ve Çevik 2007; MEB 2011; Babayiğit vd. 2014). Pestisitler her ne kadar zararlılarla mücadelede kullanılıyor olsalar da, hedef dışı canlılar üzerinde de zararlı etki meydana getirebilmeleri nedeniyle genel bir ifadeyle canlı öldüren anlamına gelen "biyositler" veya "biyosidal ürünler" olarak da adlandırılmaktadır (Babayiğit vd. 2014).

Sivrisinek mücadelesinde kullanılan pestisitler, insektisit (böcek öldürücü) olarak adlandırılmaktadır. Kimyasal mücadele çalışmalarında; sivrisineklerin yumurta bıraktığı, larva ve pupa gelişiminin olduğu sucul habitatlarda larvalara yönelik olarak OF insektisitler ve BGD (KSİ ve JHA) kullanılmaktadır. Sivrisinek erginlerine karşı ise genellikle SP grubu insektisitler kullanılarak ev, ahır, depo, bodrum vb. kapalı alanlarda kalıcı (rezidüel) spreyleme ile açık veya kapalı alan sislemesi (soğuk sisleme ve sıcak sisleme) yapılmaktadır (Ser 2013).

Sivrisinek mücadelesinde kullanılan kimyasal insektisitler başlıca beş gruba ayrılır. Bunlar; OK'ler, OF'ler, karbamatlılar, SP'ler ve özel bir grup olan BGD'dir.

2.3.4.1. Organik klorlu (OK) insektisitler

OK insektisitler yapılarında karbon, klor ve hidrojen bulunduran alifatik veya aromatik bileşiklerdir. Klorlanmış hidrokarbonlar, klorlanmış organikler ve klorlu insektisitler gibi farklı isimlerle de bilinmektedirler. Bu bileşikler 1940-1960 yılları arasında tarım ve orman zararlıları ile mücadelede ve vektör kaynaklı hastalıkların kontrolünde yoğun olarak kullanılmıştır. Ancak çevrede uzun süre bozulmadan kalmaları; suda düşük, yağda yüksek düzeyde çözünmeleri, biyotransformasyonları ve biyolojik parçalanmalarının yavaş olması; geniş spektrumlu aktivite göstermeleri; zaman içinde hedef canlılarda bu bileşiklere karşı direnç gelişmesi önemli sorunlara yol açmıştır. Aynı zamanda, enzim indükleyici ve östrojenik özellikleri de vardır. Besin zincirine karışarak insana kadar ulaşan bu bileşikler, besin zincirinin en üst seviyesindeki canlılarda yoğun bir şekilde birikim göstermektedir. Bu gibi tehlikeleri nedeniyle Kuzey Amerika ve Avrupa'da (Türkiye dahil) kullanımları yasaklanmış veya sınırlandırılmıştır (Vural 2005; Becker vd. 2010; Özkaya vd. 2013).

Bu grup pestisitler kimyasal yapılarına göre; difeniletanlar (DDT, dikofol, pertan, metoksiklor, metloklor), siklodienler (aldrin, dieldrin, heptaklor, klordan, endosülfan) ve sikloheksanlar (heksaklorobenzen, heksoklorosikloheksan, lindan) olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar (López vd. 2011; Özkaya vd. 2013).

OK'ler böceklere temas yoluyla, kısmen de solunum yoluyla etki eder. Etkilerini sinir sistemi üzerinde gösterirler (Alten ve Çağlar 1998). Etki mekanizmaları insektisit yapısına göre değişebilmektedir. DDT, sinir membranında sodyum potasyum kanallarının geçirgenliğini değiştirir ve voltaj bağımlı sodyum kanallarının yavaş kapanmasına neden olarak aşırı sinir stimülasyonu yapar. Ayrıca, nöronal ATPazı inhibe etmek suretiyle sinir repolarizasyonunu yapar ve kalmodulini bağlayarak kalsiyum düzeylerini etkiler. Siklodien ve lindan maruziyetinde ise sinapslardan nörotransmitter salınımı etkilenir. Bu bileşikler GABA'yı antagonize ederek postsinaptik membranda depolarizasyona ve aşırı uyarılmaya neden olurlar (López vd. 2011; Özkaya vd. 2013).

2.3.4.2. Organik fosforlu (OF) insektisitler

OF insektisitler fosforik asidin amid veya tiyol türevidirler (Vural 2005). OF insektisitler, organofosfatlar, fosforlu insektisitler, fosfor esterleri ve fosforik asit esterleri gibi isimlerle de bilinmektedirler. Bu insektisitlerin, OK insektisitlere göre kimyasal stabiliteleri daha düşük, dolayısıyla kalıcılıkları daha az iken genel olarak omurgalılara karşı toksisiteleri daha yüksektir. OF insektisitler, OK insektisitlerin (özellikle DDT'nin) uzun süre kalıcı olmalarının yarattığı olumsuz etkiye alternatif olarak kullanıma girmiş ve dünya çapında yoğun olarak kullanılmışlardır. Ancak zaman içinde bu bileşiklere karşı da direnç gelişmiştir (Becker vd. 2010). Dünyanın belirli bölgelerinde halen kullanılan bu grup insektisitlerin Türkiye'de halk sağlığı zararlıları ile mücadele de kullanımı yasaklanmıştır (Ser 2013).

OF insektisitler temas, solunum ve sindirim yoluyla etkilerini gösterirler (Alten ve Çağlar 1998). Başlıca toksik etkilerini sinapslarda kolin esteraz enzimini geri dönüşümsüz olarak inhibe edip, asetilkolin birikimine yol açarak gösterirler. Sonuç olarak böcekte paraliz ve ölüm gerçekleşir (Vural 2005; Becker vd. 2010).

OF insektisitler arasında malathion, naled, dichlorvos (DDVP: Dimethyl 2,2-dichlorovinyl phosphate), fenitrothion, fenthion, diazinon, chlorpyrifos, pirimiphos methyl ve temephos gibi bileşikler yer almaktadır (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010).

2.3.4.3. Karbamatlı insektisitler

Karbamatlı insektisitler karbamik asidin esterleri olup, ilk defa 1951 yılında İsviçre'de üretilmiştir. Üretilen ilk bileşiklerde stabilite sorunu yaşanmıştır. Ancak daha sonra geliştirilen yüksek aktiviteli *N*-metil karbamatlı bileşikler zamanla önemli bir insektisit grubu olmuştur (Becker vd. 2010).

Karbamatlı insektisitlerin etki mekanizması genel olarak OF insektisitlere benzemektedir. Ancak bu bileşikler kolin esteraz enzimini geri dönüşümlü olarak inhibe ederler (Alten ve Çağlar 1998; Vural 2005; Becker vd. 2010). Kolin esterazın inhibisyonu, böceklerin sinir sistemindeki kolinerjik sinapslarda görev alan nörotransmitter asetilkolinin birikmesine yol açar. Biriken asetilkolin sinir sisteminin hiperekzitasyonuna neden olarak, böcekte kasılma, paraliz ve sonunda ölüme yol açar. Karbamatlı insektisitler etkilerini temas ve mide yoluyla gösterirler (Alten ve Çağlar 1998; Vural 2005; López vd. 2011).

Karbamatlı insektisitler arasında propoxur, bendiocarb, carbaryl, carbosulfan gibi bileşikler bulunmaktadır (Alten ve Çağlar 1998; López vd. 2011).

2.3.4.4. Sentetik piretroit (SP) grubu insektisitler

SP'ler doğal piretrinlerin alkol ve asit köklerinde yapılan değişikliklerle geliştirilmiştir (Alten ve Çağlar 1998). Doğal piretrinler pire otu *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae) bitkisinin kurutulmuş çiçeklerinin ekstraksiyonundan elde edilmiştir. Bu ekstraktlar insektisit etkisi gösteren en az altı ester (piretrin 1-2, cinerin 1-2 ve jasmolin 1-2) karışımıdır. Işık ve hava ile temasta kolayca bozulurlar (Alten ve

Çağlar 1998; Vural 2005). SP'ler, doğal piretrinlerin kimyasal stabilitelerini ve biyolojik aktivitelerini arttırmak amacıyla üretilmiştir (Becker vd. 2010).

SP'ler kimyasal yapıları ve toksik etkilerine göre iki ana gruba ayrılırlar. Bunlardan Tip I piretroitler daha çok siklopropan karboksilik asit esterleri olup, bioallethrin, fenothrin, permethrin, etofenprox, pyrethrin, cysmethrin ve tetramethrin bu gruba örnek verilebilir. Bunlara siyano grup eklenmesi ile insektisidal özellikleri geliştirilen Tip II piretroitler elde edilmiştir ve bu grubun en iyi bilinen örneği cypermethrindir. Diğer Tip II piretroitler ise deltamethrin, alpha-cypermethrin, cyfluthrin, lambda-cyhalothrin ve fenvaleratdır (Becker vd. 2010; Sheikh 2011; Özkaya vd. 2013).

SP'ler böcekler üzerinde nörotoksik etki gösterirler. Etki mekanizmaları OK bir insektisit olan DDT'ye benzemektedir. Sinir hücrelerinin membranlarındaki sodyum kapılarına etki ederler (Coats 1990; Schleier III ve Peterson 2011). Piretrinler ve piretroitler voltaj bağımlı sodyum kanallarının özelliklerini değiştirerek kanalın daha uzun süre açık kalmasına neden olurlar. Bu sayede santral sinir sisteminde aşırı uyarılma olur. Sodyum kanallarının açık kalma süresine etkileri Tip I ve Tip II piretroitlerde farklı olup, sonuçta gözlenen etkiler de Tip I etkiler ve Tip II etkiler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Tip I piretroitlere maruziyette titremeye karakterize bir tablo gözlenirken, Tip II piretroitlerde içerdikleri siyano grubuna bağlı olarak daha ağır bir tablo gözlenir. Tip II piretroitler sodyum kanallarına ek olarak beyindeki GABA çıkışlı klorür kanallarının da geçirgenliğini değiştirir ve böylelikle sinirler, kaslar ve salgı bezleri etkilenir (Özkaya vd. 2013).

SP'lerin öldürücü, knock-down (düşürücü) ve repellent (kovucu) etkileri vardır. Ayrıca SP'ler sinerjistik bileşiklerle (Piperonyl butoxide-PBO gibi) birlikte kullanılarak aktiviteleri arttırılabilmektedir (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010). SP'ler maliyet, güvenilirlik (memelilere daha az toksik olması) ve rezidüel etki süreleri bakımından diğer insektisit gruplarına göre daha avantajlıdır. Bu nedenle SP'ler günümüzde tarım, halk sağlığı ve evlerde bireysel amaçlı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (WHO 2013). SP'ler, DSÖ tarafından sıtma kontrolü amacıyla özellikle Sahraaltı Afrika'da insektisit emdirilmiş cibinliklerde kullanılmaktadır. Ayrıca sivrisinek ve kan emen diğer birçok eklem bacaklıdan korunmak için yaygın bir şekilde giysilere uygulanmakta ve evlerimizde kullandığımız birçok insektisit aktif bileşenini oluşturmaktadır (Becker vd. 2010). Ancak SP'ler geniş spektrumlu insektisitler olduğundan, bal arıları ve zararlı böceklerin predatörleri gibi faydalı bazı canlılara karşı da toksik olabilmektedir (Mueller-Beilschmidt 1990; Palmquist vd. 2011). SP'lerin sivrisinek larvalarına karşı etkili olduğunu gösteren çalışmalar olmasına rağmen, balıklara karşı toksik etkilerinin olması nedeniyle sucul habitatlarda kullanımı tavsiye edilmemektedir (Mueller-Beilschmidt 1990; Aydın vd. 2005; Sepici-Dinçel vd. 2009; Palmquist vd. 2011).

SP'lere karşı 1992 yılına kadar en az 40 eklem bacaklı türünün direnç geliştirdiği bilinmekte olup, o tarihten itibaren bu sayı hızla artmaktadır (Becker vd. 2010). Yapılan çalışmalarda Sahraaltı Afrika'daki 27 ülkede sıtma parazitlerinin vektörlüğünü yapan sivrisinek popülasyonlarının SP'lere karşı dirençli oldukları bildirilmiştir (WHO 2013).

2.3.4.5. Böcek gelişim düzenleyiciler (BGD)

BGD, etki şekillerine göre KSİ ve JHA olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Bu tür insektisitler böceklerin normal büyüme ve gelişmelerini bozarak etkilerini gösterirler.

2.3.4.5.1. Kitin sentez inhibitörleri (KSİ)

KSİ benzoylurea bileşikleridir. Bu bileşiklerden yaygın olarak kullanılanlar arasında diflubenzuron, novaluron ve triflumuron bulunmaktadır (Becker vd. 2010). KSİ böceklerin dış iskeletini oluşturan kütikulanın yapısında bulunan kitin tabakasının sentezi üzerine etki ederler. Kitin, N-asetilglukozamin polimeridir. Bu bileşikler kitin sentetaz enzimi tarafından katalizlenen N-asetilglukozaminin polimerizasyonunu inhibe ederler. İnsektisit uygulanmasından sonra deri değişimine kadar genellikle semptomlar görülmez. Deri değişimindeki bozulmanın derecesi kullanılan insektisite, doza ve böceğin türüne göre değişmektedir (Özparlak 2003; Becker vd. 2010).

Bu bileşikler deri değişimini genellikle üç şekilde etkiler;

- a) Deri değişimi tam olarak engellenir ve böcek eski derisinin içinde ölür.
- b) Deri değişimi başlar fakat tamamlanamaz.
- c) Bazen eski kütikula neredeyse tamamen vücuttan atılır fakat kalıntıları baş kapsülü ve mandibular bölgede kalarak daha sonraki beslenme ve gelişmeyi engeller (Becker vd. 2010).

KSİ hedef organizma tarafından sindirim yoluyla alındığında genellikle toksik etkisini daha fazla göstermektedir (Becker vd. 2010). KSİ zararlı böceklerle mücadelede larvasit olarak kullanılmaktadır. Uygulama sonrası böceklerdeki ölüm larva veya pupa evresinde, bazen de ergin çıkışı sırasında görülmektedir. Eğer böcek geç larva evresinde insektisite maruz kalırsa, erginleşme olsa da kanat ve bacak gibi vücut kısımlarında anomaliler görülebilmektedir. İnsektisit uygulanmış erginlerde ölüm görülmezken, üreme kapasitelerinde düşüş görülmektedir (Becker vd. 2010; Khater 2011).

2.3.4.5.2. Juvenil hormon analogları (JHA)

Doğal juvenil hormon (JH) larva ve ergin evresinde olmak üzere iki farklı biyokimyasal etkiye sahiptir. JH larval evrede metamorfozu baskılayarak, gelişimi geciktirir. Ergin evrede ise ovaryumların ve yumurtaların gelişmesi, feromon üretimi ve aksesuar bezlerin gelişimi gibi üreme ile ilgili bazı fonksiyonlar için gereklidir. Bu nedenlerle böceklerin yaşam döngülerinin belirli zamanlarında JH titresinin değişmesi böceğin normal metamorfozunu olumsuz etkileyerek bozabilmektedir. Ayrıca JH titresinin indüklenmesi domino etkisi yaratarak, hormonal olarak kontrol edilen diğer fonksiyonları da bozabilmektedir. JHA ile yapılan uygulamalarda ölüm genellikle larva evresinde değil, pupa evresinde görülmektedir (Becker vd. 2010; Khater 2011).

JHA'nın zararlı böceklerin kontrolünde etkili olma sebeplerinden biri kimyasal olarak terpenoid yapısında olmalarıdır. Bu sayede böceğin kütikulasından kolayca geçerek hedef dokusu olan epidermise etki edebilmektedirler (Becker vd. 2010).

JHA'nın memeliler üzerindeki toksik etkileri oldukça düşüktür (Wright 1976). Omurgasız canlılar ile ilgili olarak ise; Levy ve Miller (1978)'in yaptığı çalışmada, JHA'dan methoprenenin yüksek dozlarının sivrisinek larvalarıyla beslenen biyolojik

kontrol ajanı *Dugesia dorotocephala* (Woodworth, 1897) üzerinde yan etkilerinin olmadığı gösterilmiştir. Ancak JHA'nın hedef dışı diğer omurgasız canlılar üzerinde toksik etkileri olabilmektedir. Miura ve Takahashi (1975)'in yaptığı çalışmada, methoprenenin sivrisinek kontrolü için kullanılan dozlardan daha yüksek dozlarda uygulandığında su piresi *Dafnia magna* Stratus, 1820, yan yüzücü *Hyaella azteca* (Saussure, 1858) ve kurbağa karidesi *Triops longicaudatus* (LeConte, 1846) ve diğer bazı organizmalar üzerinde kısa süreli toksik etki gösterdiği tespit edilmiştir.

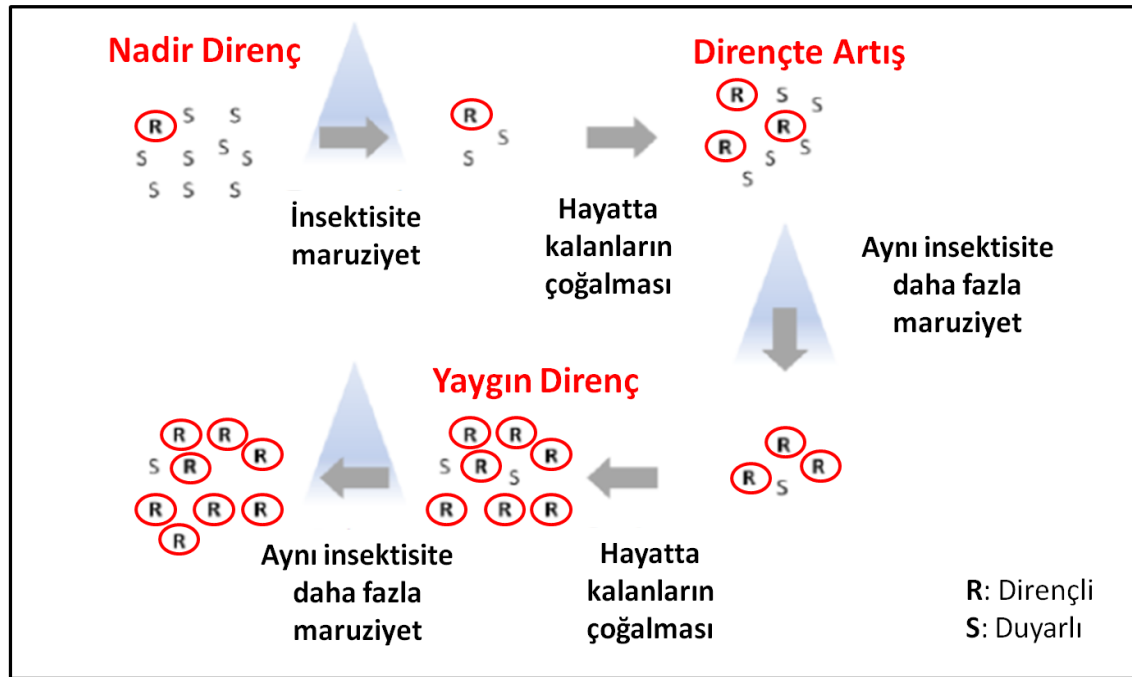
JHA arasında pyriproxyfen, methoprene ve fenoxycarb yaygın olarak kullanılmaktadır. Fenoxycarb karbamat grubu bir insektisit olmasına rağmen JHA ile benzer etki şekline sahiptir. Yine pyriproxyfen de doğal JH ile farklı kimyasal yapıda olmasına rağmen biyolojik aktivitesi JH'lerle aynıdır (Becker vd. 2010; Khater 2011).

2.4. Direnç ve Direnç Mekanizmaları

Pestisitler halk sağlığı alanında, veteriner uygulamalarında ve tarım alanında çeşitli vektörlere ve zararlılara karşı uzun süredir yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarihsel olarak, 1946 yılında DDT'nin sivrisinek kontrolü ve sıtma eradikasyon programında kullanılmaya başlamasının ardından, DDT ile ilgili ilk direnç olgusu 1951 yılında Yunanistan'da *Anopheles sacharovi* türü sivrisineklerden bildirilmiştir (Livadas ve Georgopoulos 1953; Paine ve Brooke 2016; Ser ve Çetin 2017a). Bu tarihten günümüze, dünyanın farklı bölgelerinde ve ülkemizde sivrisineklerin gerek larva gerekse ergin mücadelesinde kullanılan hemen hemen tüm insektisitlere karşı değişen oranlarda direnç kazandığı ve bu direncin her geçen gün arttığı görülmektedir (Karaağaç 2011; Ser ve Çetin 2017a). Direncin ortaya çıkmasında biyolojik, genetik, çevresel ve operasyonel faktörler rol oynamaktadır. Biyolojik faktörler arasında nesil süresi ve sayısı, nesil başına düşen yavru sayısı, göç ve izolasyon bulunmaktadır. Genetik faktörler arasında direnç genlerinin frekansı ve baskınlığı, direnç genotipinin uygunluğu, farklı direnç alellerinin sayısı ve gen etkileşimleri yer almaktadır. Çevresel faktörler arasında ise sıcaklık, nem, yağış, ışık, besin durumu, çevresel kirleticiler vb. bulunmaktadır. Biyolojik, genetik ve çevresel faktörler üzerinde insan etkisi sınırlı düzeyde veya yokken; insektisit kimyasal yapısı ve kalıcılığı ile uygulama yöntemi, zamanı, dozu ve sıklığı gibi operasyonel faktörler insanoğluna bağlıdır (Çakır ve Yamanel 2005; Karaağaç 2011; Corbel ve N'Guessan 2013; Ser ve Çetin 2017a). Bu nedenle özellikle pestisitlerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı, sivrisineklerin de içinde olduğu hedef canlılarda zaman içinde bu ürünlere karşı direnç gelişmesine neden olmaktadır.

DSÖ direnci, "normal bir popülasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tespit edilen zehirli bir maddenin belirli bir dozuna karşı, aynı türün diğer popülasyonundaki bireylerde tolerans kazanma yeteneğinin gelişmesi" olarak tanımlanmaktadır (Yamanel ve Çakır 2004; Çakır ve Yamanel 2005; Yorulmaz ve Ay 2010; Demiröz 2015). İnsektisit Direnç Eylem Komitesi'ne (IRAC) göre ise direnç; bir zararlı popülasyonunun duyarlılığındaki kalıtsal değişiklik olup, zararlı türü için etikette tavsiye edilen doza göre kullanılan bir ürünün, beklenen kontrol düzeyine ulaşmasındaki tekrarlayan başarısızlığını yansıtmaktadır (Anonymous 11; Nauen 2007; IRAC 2011). Dirençle ilgili farklı araştırmacılar tarafından çeşitli tanımlar da kullanılmaktadır. Direnç, böceklerin doğal seçim ve mutasyonlar yoluyla bir insektisit toksik etkilerine dayanma kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır (Ranson vd. 2011). Demiröz (2015)

tarafından bildirildiğine göre; Ünal ve Gürkan direnci, pestisitlerin önerildiği zararlıların popülasyonlarının baskı altına alınmasında, yanlış depolama, hatalı uygulama ve uygun olmayan çevre koşulları gibi problemler dışında bir hassasiyet azalması olarak tanımlamıştır. Öncüler ve Durmuşoğlu tarafından, bir zararlıya karşı aynı pestisitlerin art arda uzun süre kullanılması sonucunda, bu zararlı popülasyonunda pestisit(ler)e karşı önce hassasiyet azalışı görülmesi ve sonrasında da hassasiyeti az olan bireylerin popülasyonda artışı ile dayanıklı bireylerin çoğalması ve bu pestisitlere karşı dayanıklı ırkların meydana gelmesi, direnç olarak tanımlanmıştır (Demiröz 2015). Bir sivrisinek popülasyonunda insektisitlere karşı direnç gelişimi ile ilgili olası senaryo Şekil 2.8'de gösterilmiştir.

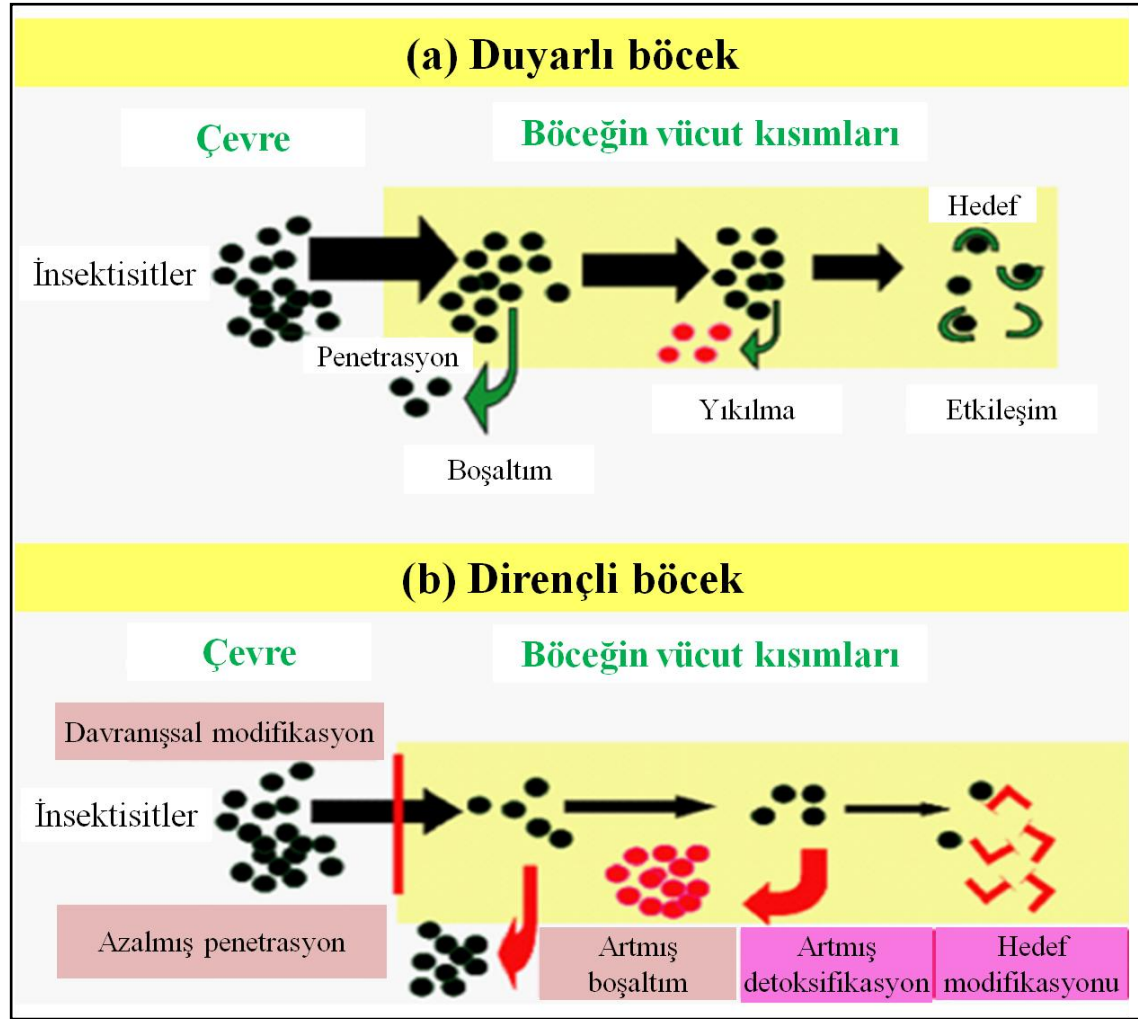


Şekil 2.8. Bir sivrisinek popülasyonunda insektisitlere direnç gelişimi ile ilgili olası senaryo (IRAC 2011)

Pestisitlere karşı hedef canlılarda direnç gelişmesi, tarımsal alanda ciddi ürün kayıplarına yol açması ve çeşitli hastalık etmenlerini taşıyan vektörlerin kontrolünde başarıyı düşürmesi bakımından ciddi endişelere neden olmaktadır (Çakır ve Yamanel 2004; Nauen 2007). Bir pestisite organizmaların duyarlılığı azaldıkça, o pestisitlerin etkinliği de azalmaktadır. Pestisit uygulayıcıları ise, eski etkinliği elde edebilmek için devamlı olarak doz arttırımına gitmektedirler. Böylece artan dozlara paralel olarak hem maliyet artmakta hem de çevrede daha fazla pestisit kalıntısı birikmeye başlamaktadır. Sonuç olarak ekolojik dengenin bozulması hızlanmakta, çevre ve insan sağlığına daha fazla zarar verilmektedir (Tiryaki vd. 2010; Demiröz 2015).

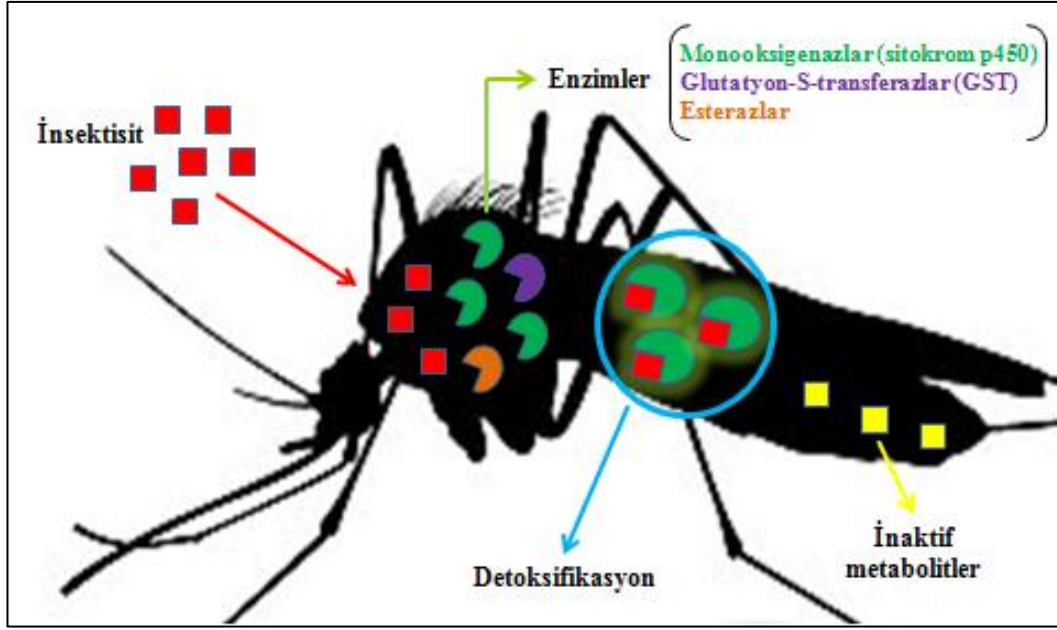
Böceklerde insektisitlere karşı direnç gelişimine yol açan çeşitli mekanizmalar bulunmaktadır. Farklı kaynaklarda değişik şekillerde sınıflandırılma yapılsa da, direnç mekanizmalarını genel olarak metabolik direnç, hedef bölge direnci, penetrasyonun azalması, ve davranışsal direnç olmak üzere dört ana gruba ayırabiliriz (Şekil 2.9).

Bunların dışında çapraz direnç ve çoklu (multiple) direnç olguları da böceklerin insektisitlere direnç kazanması ile ilgili durumlardır (IRAC 2011; Ranson vd. 2011).



Şekil 2.9. Böceklerde insektisitlere karşı direnç gelişimine yol açan mekanizmalar; **a)** Bir insektisit duyarlı bir böceğin vücut kısımları ile olası etkileşimleri; **b)** Bir insektisit dirençli bir böceğin vücut kısımları ile olası etkileşimleri (Lapied vd. 2009)

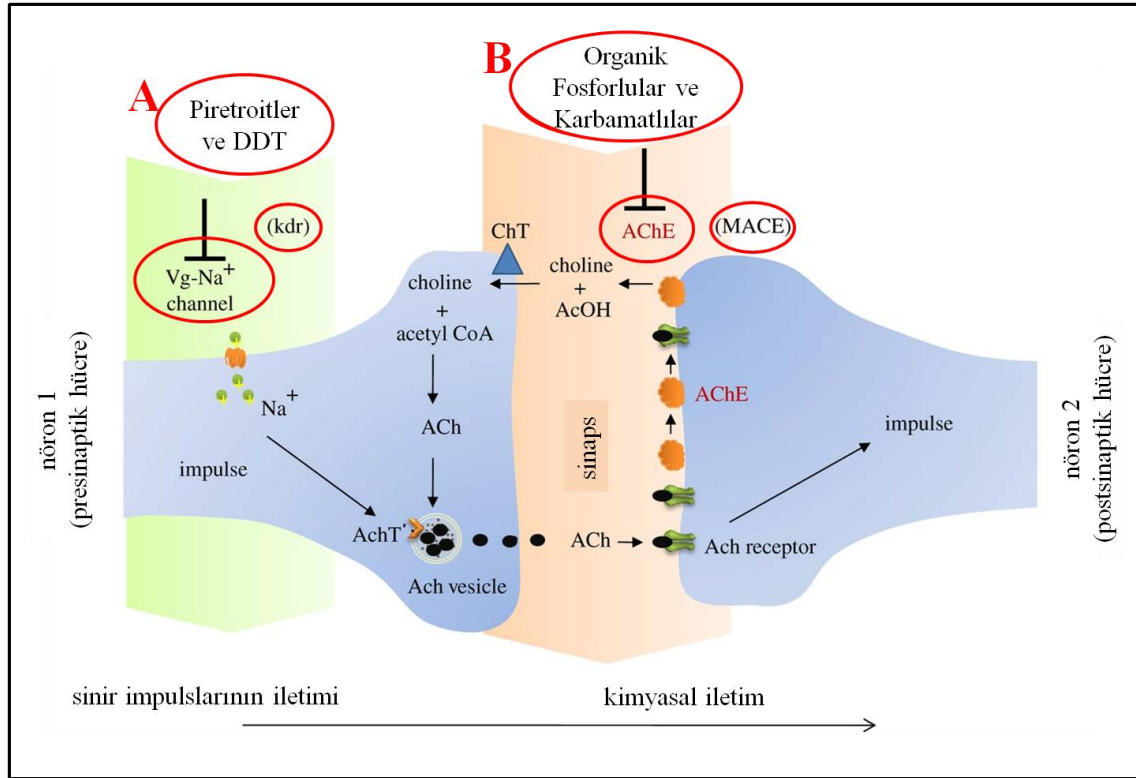
Metabolik direnç (detoksifikasyonun artması); bir insektisit metabolizmasında görev alan bir veya daha fazla enzimin seviyesindeki artış veya enzimin yapısında meydana gelen değişiklik sonucunda aktivitesindeki artışa bağlı olarak, insektisit detoksifikasyonun artması şeklinde meydana gelebilmektedir. Böceklerde insektisitlere karşı oluşan metabolik direnç ile ilgili başlıca enzimler; monooksijenazlar (sitokrom p450), glutatyon-S-transferaz (GST) ve esterazlardır (IRAC 2011; Pittendrigh vd. 2014) (Şekil 2.10). Örneğin: OF insektisitlerin geniş bir aralığına dirençli *Cx. quinquefasciatus* soylarının neredeyse tamamında esterazlarla ilgili bir genin çok sayıda kopyası bulunmaktadır. Bu durum, sivrisineklerde ilgili enzimin aşırı üretilmesine olanak vermektedir. Malathion dirençli *Anopheles* soylarında ise, malathion metabolizmasında görev alan esteraz enzim seviyesinde artış olmadığı, bunun yerine enzimin yapısında meydana gelen değişiklik nedeniyle duyarlı bireylere göre malathionu daha hızlı metabolize eden formunun bulunduğu tespit edilmiştir (IRAC 2011).



Şekil 2.10. Sivrisineklerde insektisitlere karşı gelişen olası metabolik direnç mekanizması (Ser ve Çetin 2017a).

Hedef bölge direnci (hedef bölge duyarsızlığı); insektisit böcek vücudundaki hedef bölgesinde genetik olarak meydana gelen bir değişiklik sonucunda, insektisit hedef bölgeye bağlanmasının veya etkileşiminin engellenmesi ile oluşmaktadır. Böylece insektisit toksik etkisi azaltılır veya ortadan kaldırılır (IRAC 2007). İnsektisite karşı hedef bölgenin duyarsızlaşması farklı şekillerde gerçekleşebilmektedir (Şekil 2.11). Örneğin: DDT ve SP grubu insektisitlerin hedef bölgesi sinir hücrelerinin membranlarında bulunan voltaja duyarlı sodyum kanallarıdır. Bu kanalları kodlayan genlerde meydana gelen mutasyon nedeniyle, voltaja duyarlı sodyum kanallarının yapısında bulunan amino asitlerde değişiklik olmakta ve bunun sonucunda insektisitler hedef bölgelerine bağlanamamaktadır. Bu durum knock-down direnci (*kdr*) olarak da adlandırılmaktadır. OF ve karbamatlı insektisitlerin böcek vücudundaki hedef bölgesi asetilkolinesteraz enzimidir. Bu enzimi kodlayan lokusta meydana gelen mutasyon nedeniyle, bu grup insektisitlerin enzim üzerinde bağlanacakları bölgedeki amino asitler değişmekte ve enzim, insektisite duyarsız hale gelmektedir. OK grubundan siklodien insektisitlerin hedef bölgesi GABA reseptörleridir. GABA reseptör proteinlerini kodlayan genlerde meydana gelen bir nokta mutasyon nedeniyle, amino asitlerde değişim olmaktadır. Böylece GABA reseptörleri insektisite duyarsızlaşmakta ve direnç gelişmektedir (Brogdon ve McAllister 1998; Hollingworth ve Dong 2008; Yu 2008; Pittendrigh vd. 2014; Paine ve Brooke 2016). Bazı böceklerde Cry proteinlerine (crystal delta-endotoxins) karşı direnç gelişmesinin başlıca mekanizması, bu toksinlerin hedef bölgelerine bağlanmalarındaki azalmadır. Bt toksinlerine dirençli böceklerde, delta-endotoksinlerin hedef bölgesi olan orta bağırsak membranında bulunan reseptörlerde mutasyon sonucu meydana gelen değişiklikler, reseptörlerin toksinlere affinitesini azaltmakta ve direnç gelişmesine yol açmaktadır (Hollingworth ve Dong 2008; Yu 2008).

Penetrasyonun azalması (kütikular direnç); kalıtsal bir mekanizma sayesinde insektisitlerin veya toksinlerin böcek vücuduna girişi veya penetrasyonun engellenebilmesi veya azaltılabilmesiyle sağlanabilmektedir. Böylece böcek vücuduna insektisit daha az girmekte veya insektisitin girişi gecikmektedir. Bu durum insektisitin böcek vücudunda hedef bölgesine ulaşmadan önce, detoksifikasyon enzimleri tarafından metabolize edilebilmesi veya vücuttan atılabilmesi için daha uzun bir süre sağlamaktadır (Pittendrigh vd. 2014). Dirençli bazı böcek soylarında böceğin kütikulası veya sindirim sistemindeki örtüler (peritrofik membran gibi) insektisitlerin böcek vücuduna absorpsiyonu veya penetrasyonunu azaltabilmekte veya engelleyebilmektedir (IRAC 2011; Ranson 2011). Böcek kütikulasında bulunan ve insektisitleri bağlayan protein veya lipid kaynakları, çeşitli indirgeyici enzimler, kütikulanın kalınlığı, sertliği, yoğunluğu ve geçirgenliği gibi özellikleri bu direncin oluşmasında rol almaktadır (Yu 2008). Penetrasyon direnci genellikle yalnız başına olduğunda insektisitlere karşı böceklerde düşük düzeyde koruma sağlarken, metabolik direnç gibi diğer mekanizmalarla birlikte olduğunda dirence güçlü bir katkı sağlamaktadır. Penetrasyonun azalması şeklindeki mekanizma, doğası gereği insektisitlerin geniş bir aralığına karşı koruma sağlayabilmektedir (IRAC 2007).

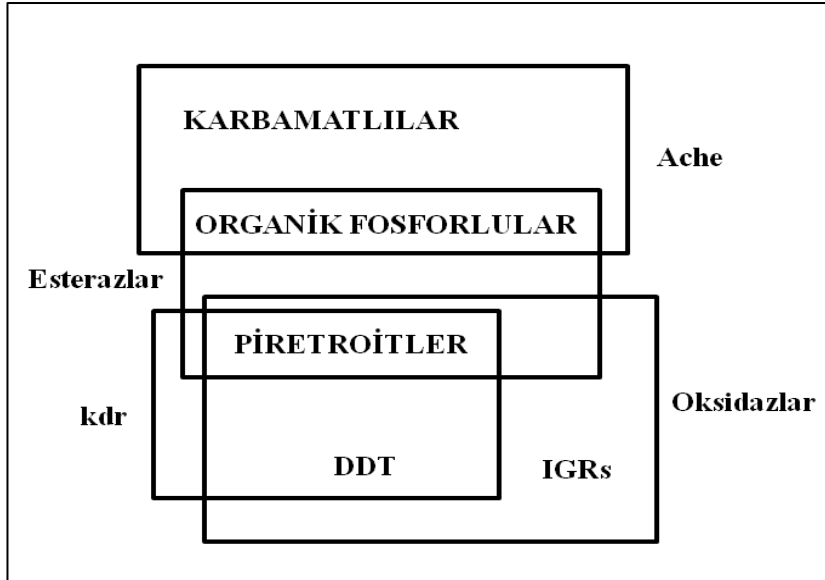


Şekil 2.11. İnsektisite karşı hedef bölgenin duyarsızlaşması; **a)** Piretroit ve DDT insektisitlere karşı hedef bölgenin duyarsızlaşması; **b)** OF ve karbamatlı insektisitlere karşı hedef bölgenin duyarsızlaşması. DDT: Dikloro difenil trikloroethan, Vg-Na⁺: Voltaja duyarlı sodyum kanalı, kdr: Knock-down resistance (knock-down direnci), AChE: Asetilkolinesteraz, MACE: Modified Asetylcholinesterase (modifiye olmuş asetilkolinesteraz) (David vd. 2013)

Davranışsal direnç; böceğin kendisinin veya yavrularının hayatta kalma şansını arttıracak şekilde, bir insektisitten kaçınmak için yaptığı herhangi bir davranış olarak

tanımlanabilir (Pittendrigh vd. 2014). Böceğin beslenme, solunum, dinlenme, yumurtlama alanı seçimi vb. aktiviteleri sırasında insektisit varlığını tespit ederek, beslenmeyi durdurması, stigmalarını kapatması, insektisit uygulanmış yüzeye konmaması veya ortamdan uzaklaşması ve yumurtlamaktan kaçınması gibi davranış değişikliğine gitmesi kendisinin veya yavru döllerinin insektisite maruziyetini azaltabilmektedir (IRAC 2007; Yu 2008; Pittendrigh vd. 2014). Davranışsal direnç, fizyolojik direnç mekanizmaları ile aynı öneme sahip olmasa da, bir insektisitin letal dozundan kaçınmaya katkıda bulunan bir faktör olduğu düşünülmektedir (IRAC 2007).

Çapraz direnç; belirli bir sınıftaki insektisite karşı dirençli bir böceğin aynı sınıftaki diğer insektisitlere veya etki mekanizması aynı olan diğer sınıf insektisitlere karşı dirençli olmasıdır. Çapraz dirençle ilgili en iyi bilinen örnek DDT'ye karşı dirençli böcek popülasyonlarının SP'lere karşı da dirençli olmasıdır. Normalde DDT ve SP'ler kimyasal yapıları bakımından farklı grupta bulunan insektisitlerdir. Ancak her ikisinin de hedef bölgesi voltaja duyarlı sodyum kanallarıdır. Geçmişte DDT kullanılan bir bölgede *kdr* mutasyonu sonucu voltaja bağlı sodyum kanallarında meydana gelen bir değişiklik nedeniyle DDT'ye direnç kazanmış bir böcek popülasyonu, aynı hedef bölgeye etki eden SP'lere karşı da direnç kazanabilmektedir. Değişmiş asetilkolinesterazdan kaynaklı direnç gelişmesi durumunda OF ve karbamatlı insektisitler arasında da çapraz direnç görülebilmektedir (IRAC 2011). Çapraz direncin ortaya çıkmasında üç mekanizma rol oynamaktadır. Bunlar; (a) spesifik bir molekülden ziyade, insektisitlerin fonksiyonel gruplarına atak yapan sitokrom P450 monooksijenaz gibi non-spesifik enzimler, (b) insektisitin hedef bölgesine bağlanma duyarlılığını azaltabilecek şekilde, hedef bölgede meydana gelen bir mutasyon ve (c) kimyasal olarak birbirleriyle ilgisi olmayan bileşikler etkileyebilen, geciktirilmiş kütikular penetrasyon gibi fiziksel bir faktördür (Yu 2008). Yaygın olarak kullanılan insektisit sınıfları arasında görülen çapraz direnç ilişkisi Şekil 2.12'de gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Yaygın olarak kullanılan insektisit sınıfları arasındaki çapraz direnç ilişkisi; Ache: Asetilkolinesteraz, DDT: Dikloro difenil trikloroethan, IGRs: Insect Growth Regulators (Böcek Gelişim Düzenleyiciler), *kdr*: Knock-down resistance (knock-down direnci) (Brogdon ve McAllister 1998)

Çoklu (multiple) direnç; birkaç farklı direnç mekanizmasının aynı anda bulunması durumunda görülmektedir (IRAC 2011; Ranson 2011). Böcek popülasyonu iki veya daha fazla, farklı sınıftan insektisite maruz kaldığında çoklu direnç meydana gelebilmektedir. Bu durum genellikle, farklı insektisitlerin dönüşümlü olarak birbirinin yerine kullanılması sebebiyle, böcek popülasyonunda meydana gelen ardışık seçimden kaynaklanmaktadır (Yu 2008).

2.5. Sivrisineklerde İnsektisit Direnci Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Yaptığımız literatür taramasında ülkemizde sivrisinek erginlerinin insektisitlere direnç ya da hassasiyet durumunu gösteren sınırlı sayıda çalışmaya rastlanırken, Antalya ilinde ise sadece bazı bölgelerde yapılmış birkaç lokal çalışmaya rastlanılmıştır (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Türkiye'de sivrisineklerin insektisitlere direnç durumu üzerine yapılmış bazı çalışmalar

Yazar(lar) ve Yayın Yılı	Hedef Canlı ve Türü	Test Edilen İnsektisitler	Örnekleme Alanı
Kasap vd. (2000)	<i>Anopheles sacharovi</i>	DDT, dieldrin, malathion, fenitrothion, pirimiphos-methyl, bendiocarb, propoxur, deltamethrin, permethrin, lambda-cyhalothrin, cyfluthrin, etofenprox	Adana, Aydın, Adıyaman, Antalya, Muğla
Lüleyap ve Kasap (2000)	<i>Anopheles sacharovi</i>	DDT, malathion, propoxur, deltamethrin, permethrin	Adana
Akıner vd. (2009)	<i>Culex pipiens</i>	Bti, Bs, fenthion, temephos, DDT, permethrin, deltamethrin, malathion	Ankara, Antalya, Çankırı, Hatay, Mersin, Şanlıurfa
Akıner vd. (2013)	<i>Anopheles maculupennis</i>	DDT, permethrin, deltamethrin, malathion	Edirne, Kırklareli
Akıner ve Ekşi (2015)	<i>Culex pipiens</i>	DDT, permethrin, deltamethrin, malathion	Adana, Antalya, Mersin
Taşkın vd. (2016)	<i>Culex pipiens</i>	DDT, dieldrin, malathion, bendiocarb, deltamethrin, permethrin	Aydın, Balıkesir, Çanakkale, Denizli, İzmir, Muğla

Dünyanın farklı ülkelerinde sivrisineklerin insektisitlere direnç veya hassasiyet durumunu belirlemek amacıyla yapılmış çalışmaları belirlemek için yaptığımız literatür taramasında çeşitli araştırmalara rastlanmıştır. Bu çalışmalara ait bilgiler Çizelge 2.5'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.5. Yurt dışında sivrisineklerin insektisitlere direnç durumu üzerine yapılmış bazı çalışmalar

Yazar(lar) ve Yayın Yılı	Hedef Canlı ve Türü	Test Edilen İnsektisitler	Örnekleme Alanı
Cornel vd. (2002)	<i>Ochlerotatus nigromaculis</i>	Methoprene	ABD (Kaliforniya)
Su ve Mulla (2004)	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Bs, Bti	Tayland (Nonthaburi)
Paul vd. (2005)	<i>Culex pipiens</i>	Methoprene, phenothrin, Bs, Bti,	ABD (New York)
Suman vd. (2010)	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Temephos, fenthion, Bti, azadirachtin, cypermethrin, α -cypermethrin, lambda-cyhalothrin	Hindistan (Bathinda, Bikaner, Jodhpur, Jamnagar, Gwalior)
Jahan ve Shahid (2012)	<i>Aedes aegypti</i>	Bti	Pakistan (Lahor)
Marcombe vd. (2012)	<i>Aedes aegypti</i>	Temephos, Bti, deltamethrin	Martinique Adası (Karayipler)
Pocquet vd. (2014)	<i>Anopheles gambiae</i> , <i>Culex quinquefasciatus</i> , <i>Aedes aegypti</i> , <i>Aedes albopictus</i>	Temephos, chlorpyrifos, malathion, propoxur, spinosad, diflubenzuron, pyriproxyfen, methoprene, deltamethrin	Mayotte Adası (Afrika'nın doğusu-Hint Okyanusu)
Qin vd. (2014)	<i>Anopheles sinensis</i> , <i>Anopheles vagus</i>	Malathion, DDT, deltamethrin	Çin (Hainan Adası)
Kioulos vd. (2014)	<i>Culex pipiens</i>	Temephos, diflubenzuron, Bti, deltamethrin	Yunanistan (Attika, Serres, Phthiotis, Thessaloniki, Evros)
Yadouléton vd. (2015)	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Permethrin, deltamethrin, DDT, bendiocarb	Benin (Banikoara, Kandi, Natitingou, Houeyiho)
Kudom vd. (2015)	<i>Culex quinquefasciatus</i> , <i>Culex decens</i>	DDT, deltamethrin, permethrin	Gana (Accra, Cape Coast, Sekondi, Kumasi, Sunyani, Tarkwa, Techiman, Tamale, Bolgatanga)
Salim-Abadi vd. (2016)	<i>Culex pipiens</i>	DDT, lambda-cyhalothrin, deltamethrin, cyfluthrin	İran (Tahran)
Gorouhi vd. (2016)	<i>Anopheles stephensi</i>	DDT, lambda-cyhalothrin deltamethrin, permethrin cyfluthrin, etofenprox	İran (Çabahar)

Literatür taramasından elde ettiğimiz verilere göre; dünyanın farklı bölgelerinde ve ülkemizde sivrisineklerin gerek larva gerekse ergin mücadelesinde kullanılan hemen hemen tüm insektisitlere karşı değişen oranlarda direnç kazandığı ve bu direncin her geçen gün arttığı görülmektedir. Yapılmış çalışmaların özellikle *Anopheles*, *Culex* ve

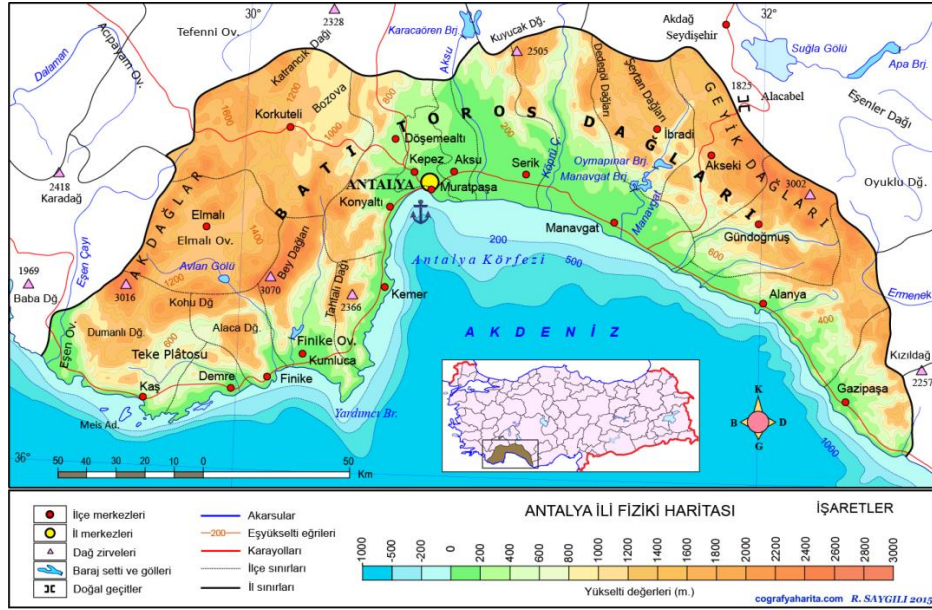
Aedes cinslerine ait vektör türlere veya çalışmanın yapıldığı bölgedeki dominant türlere yönelik olduğu görülmektedir. İnsektisit direnci ülkeler arasında farklılık gösterebildiği gibi, aynı ülke içindeki daha küçük bölgeler arasında bile farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılığa sivrisineğin türü, yaşam evresi, fizyolojik durumu, örnekleme alanının iklimsel özellikleri, bitki örtüsü, yüz ölçümü, sosyoekonomik yapısı, tarım ve hayvancılık faaliyetleri, bu alanda uygulanan pestisitler, uygulama sıklıkları ve dozları gibi birçok değişkenin neden olduğu görülmektedir. Özellikle mücadele çalışmalarında uzun yıllardır kullanılan OK, OF, karbamatlı ve SP grubu insektisitlere karşı daha yaygın bir direncin olduğu görülmektedir. Biyolojik larvasitlere (Bti, Bs ve spinosad) ve böcek gelişim düzenleyicilere (KSİ ve JHA) karşı direnç gelişiminin ise daha az olduğu görülmektedir. Sivrisineklerde insektisitlere karşı direnç gelişimine yol açan mekanizmalar arasında, metabolik direnç ve hedef bölge direncinin öne çıktığı görülmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırma Alanının Özellikleri

3.1.1. Araştırma alanının coğrafik konumu ve nüfusu

Antalya ili Türkiye'nin güneyinde, Akdeniz Bölgesi'nin batısında bulunmakta olup, $36^{\circ} 53'$ kuzey enlemleri ile $30^{\circ} 40'$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Antalya'nın güneyinde Akdeniz, kuzeyinde; Burdur, Isparta ve Konya, doğusunda; Karaman ve Mersin, batısında; Muğla illeri bulunmaktadır. Antalya'nın kıyı uzunluğu yaklaşık 630 km olup, ilin toplam yüzölçümü 20.815 km^2 kadardır (Koç 2013). Antalya ili fiziki haritası ve ilçe haritası Şekil 3.1 ve 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Antalya ili fiziki haritası (Anonim 6)



Şekil 3.2. Antalya ilçeleri haritası (Anonim 7)

Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi'ne göre Antalya ilinin 2016 yılı toplam nüfusu 2.328.555'dir (Anonim 8). Hava ve deniz limanının bulunduğu Antalya ilini 2015 yılında 10.868.688 yabancı, 463.152 yerli olmak üzere toplam 11.331.840 turist ziyaret etmiştir (Anonim 9). Bu bakımdan Antalya ili, Türkiye'nin turizm başkenti olarak da kabul edilmektedir. Turizm faaliyetlerinin genişliği ve buna bağlı tesisleşmenin yaygın olması, verimli tarım alanları ve uygun iklim özelliklerine sahip oluşu, denize kıyısının olması ve ulaşım imkânlarının kolaylığından ötürü Antalya ili yoğun olarak göç almaktadır (Ser ve Çetin 2013).

3.1.2. Araştırma alanının iklimi

Antalya ilinde tipik Akdeniz iklimi görülmektedir. Buna göre yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlıdır. Kış ve yaz ayları arasında sıcaklık farkı azdır. Antalya ilinin yıllık sıcaklık ortalaması 18,6 °C dolaylarındadır. Sıcaklığın en yüksek olduğu aylar Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında yağışlı gün sayısı oldukça azken, Aralık ve Ocak aylarında yağışlı gün sayısı en fazladır ve bu aylarda yaklaşık 200-250 kg/m² yağış düşmektedir. Antalya'ya yılda ortalama 1000 mm'den fazla yağış düşmektedir. Antalya ili Akdeniz'e kıyısının olması, batıda deniz kenarından itibaren hemen yükselen Torosların bulunması ve yağış miktarının fazla olması gibi sebeplerden dolayı oldukça nemli bir bölgedir. Yıllık ortalama bağıl nem %62 civarlarındadır (Anonim 10; Yılmaz 2008; Koç 2013). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan iklim bilgileri Çizelge 3.1'de gösterilmiştir (Anonim 10).

Çizelge 3.1. Antalya iline ait 1929-2016 yılları arasındaki iklimsel veriler

ANTALYA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	9,9	10,5	12,7	16,2	20,5	25,3	28,4	28,2	24,8	20,1	15,1	11,4	18,6
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	14,9	15,5	17,9	21,3	25,6	30,8	34,1	34,0	31,0	26,5	21,2	16,7	24,1
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	6,0	6,4	8,0	11,2	15,1	19,6	22,6	22,6	19,3	15,2	10,7	7,5	13,7
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	5,2	5,6	6,5	8,1	10,6	11,4	12,1	11,4	10,0	8,1	6,3	5,0	100,3
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12,8	10,8	8,8	6,7	5,3	2,5	0,6	0,6	1,8	5,6	7,5	12,1	75,1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	236,3	156,2	96,8	52,5	31,5	9,4	2,5	2,7	14,5	72,0	131,4	261,1	1066,9
En Yüksek Sıcaklık (°C)	23,9	25,9	28,8	36,4	38,7	44,8	45,0	44,6	42,5	38,7	33,0	25,4	45,0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-4,3	-4,6	-1,6	1,4	6,3	11,1	14,8	13,6	10,3	4,9	0,0	-1,9	-4,6

3.1.3. Araştırma alanının bitki örtüsü

Antalya ilinin bitki örtüsünü, büyük ölçüde maki denilen kısa boylu ve her mevsim yeşil ağaçlar oluşturmaktadır. Makiler özellikle Akdeniz ve Toroslar arasındaki alanlarda, yaklaşık 600 m yüksekliğe kadar görülmektedir. Akdeniz'den kuzeye doğru ilerledikçe sedir, servi, kızılçam ve fıstık çamı ormanları görülmektedir. Antalya'nın Burdur, Isparta ve Konya'ya yakın yerlerinde, yani en kuzeyde kalan kesimlerinde ise daha çok bozkır araziler bulunmaktadır (Atalay 1983; Koç 2013).

3.2. Sivrisineklerin Toplanması

Antalya ilinin beş ilçesinden birbirlerine en az 7-8 km uzaklıkta olacak şekilde dere, sulama kanalı, sulama ve süs havuzları, foseptikler ve su birinkitileri gibi farklı sucul ortamlardan sivrisinek yumurta, larva ve pupaları toplanması amacıyla Çizelge 3.2'de belirtilen tarihlerde arazi çalışmaları yapılmıştır. Örneklerin toplandığı sucul habitatlarda herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından insektisit uygulaması yapılmamış olmasına dikkat edilmiş, toplanan bireylerin laboratuvar ortamındaki canlılıkları kontrol edilmiştir.

Çizelge 3.2. Arazi çalışması yapılan tarihler ve örnekleme alanları

Sıra No	Tarih	İlçe	Lokalite
1	24 Mart 2017	Döşemealtı	Kırkgöz
2	6 Nisan 2017	Döşemealtı	Camili, Karaveliler, Kırkgöz
3	12 Nisan 2017	Serik Aksu	Tekke, Boğazkent Kemerağzı
4	19 Nisan 2017	Manavgat	Çakış
5	24 Nisan 2017	Manavgat	Çakış
6	25 Nisan 2017	Kumluca	Adrasan, Çöplük
7	11 Mayıs 2017	Kumluca	Merkez, Çöplük
8	6 Haziran 2017	Döşemealtı	Kovanlık, Ilıca, Killik
9	13 Haziran 2017	Manavgat Serik	Çakış Boğazkent
10	15 Haziran 2017	Döşemealtı	Aşağıoba, Killik, Bademağacı, Dağbeli
11	18 Haziran 2017	Alanya	Türkler-Bilaller, Süleymanlar, Türkteş
12	19 Haziran 2017	Alanya	Avsallar, Çıplaklı, Yeşilöz-Büyükpınar
13	10 Ekim 2017	Kemer	Merkez, Tekirova
14	18 Ekim 2017	Serik Aksu	Töngüşlü, Tekke Pınarlı

Yaptığımız arazi çalışmalarının bir kısmında örnekleme yapılan alanlarda yeterli sayıda ergin öncesi evreye ait örnek toplanamamış, bir kısmında yeterli sayıda örnek toplanmış olmasına rağmen laboratuvar ortamında testlerde kullanılacak sayıda ergin dişi birey elde edilememiştir. Bazı alanlardan toplanan ergin öncesi evrelere ait sivrisinek örneklerinin ise tür teşhislerinin yapılması sonucunda testlerde

kullanacağımız *Cx. pipiens* türüne ait olmadığı veya örnekler içinde farklı türlerden çok sayıda bireyin bulunmuş olması nedeniyle testlerde kullanılmamışlardır. Hassasiyet testlerinde kullanılan sivrisinek örneklerinin toplandığı alanlar, bu alanların özellikleri ve konumları gibi bilgiler Çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Hassasiyet testlerinde kullanılan sivrisineklerin toplandığı lokaliteler

Sıra No	Örnekleme Alanı	Alanın Özelliği	Konum
1	Alanya-Çıplaklı Mah.	- Kent merkezine yakın alan - Eve ait kanalizasyon suyundan örnekleme - Çevresinde meyve bahçeleri - Tarımsal amaçlı pestisit kullanılıyor - Halk sağlığı amaçlı pestisit kullanılıyor	N 36°33'39.9" E 32°02'44.2"
2	Alanya-Süleymanlar Mah.	- Kırsal yerleşim alanı, yüksek rakım - Ev yakınına atılmış boş küvette biriken yağmur suyu ve su kaplarından örnekleme - Tarımsal faaliyetler sınırlı düzeyde - Tarımsal amaçlı pestisit kullanımı çok az - Halk sağlığı amaçlı pestisit kullanımı çok az	N 36°40'42.299" E 31°59'04.256"
3	Döşemealtı-Ilıca Mah.	- Kırsal yerleşim alanı yakını - Hayvansal gübre ve çöp yığımindan sızan sulardan örnekleme - Yakında meyve bahçesi ve tarım alanı - Tarımsal amaçlı pestisit kullanılıyor - Halk sağlığı amaçlı pestisit kullanılıyor	N 37°09'12.868" E 30°37'54.912"
4	Döşemealtı-Killik Mah.	- Kırsal yerleşim alanı - Bitki dallarının konulduğu su kaplarından ve sulama havuzundan örnekleme - Tarımsal faaliyetler sınırlı düzeyde - Tarımsal amaçlı pestisit kullanımı çok az - Halk sağlığı amaçlı pestisit kullanımı çok az	N 37°12'51.987" E 30°39'52.588"
5	Kemer-Tekirova Mah.	- Kırsal alan, sahile yakın - Kamp alanında bulunan yağmur suyu birikintisinden örnekleme - Tarımsal faaliyetler sınırlı düzeyde - Tarımsal amaçlı pestisit kullanımı çok az - Halk sağlığı amaçlı pestisit kullanımı çok az	N 36°31'04.634" E 30°32'18.758"
6	Kumluca-Çöplük mevki	- Kırsal alan - Çöplükten sızan sulardan örnekleme - Yakınında tarımsal alan - Tarımsal amaçlı pestisit kullanılıyor - Halk sağlığı amaçlı yoğun pestisit kullanımı	N 36°25'10.538" E 30°18'30.969"
7	Kumluca-Narenciye Mah.	- Kent merkezi - Yağmur suyu drenaj kanalından ve boş çiçek saksısında biriken sudan örnekleme - Yakınında sınırlı düzeyde tarımsal faaliyet - Tarımsal amaçlı pestisit kullanımı çok az - Halk sağlığı amaçlı pestisit kullanılıyor	N 36°21'59.7" E 30°17'21.3"
8	Manavgat-Çakış Mah.	- Kırsal yerleşim alanı yakını - Evlere ait kanalizasyon sularından örnekleme - Yakında meyve bahçesi ve tarım alanı - Tarımsal amaçlı pestisit kullanılıyor - Halk sağlığı amaçlı pestisit kullanılıyor	N 36°54'46.150" E 31°09'47.825"

Arazi çalışmaları sırasında dipper ve tül süzgeç yardımıyla sivrisinek üreme alanı olan sucul habitatlardan sivrisinek yumurta, larva ve pupa örnekleri toplanmıştır (Şekil 3.3a, b, c, d, e, f ve Şekil 3.4a, b, c, d, e, f, g, h).

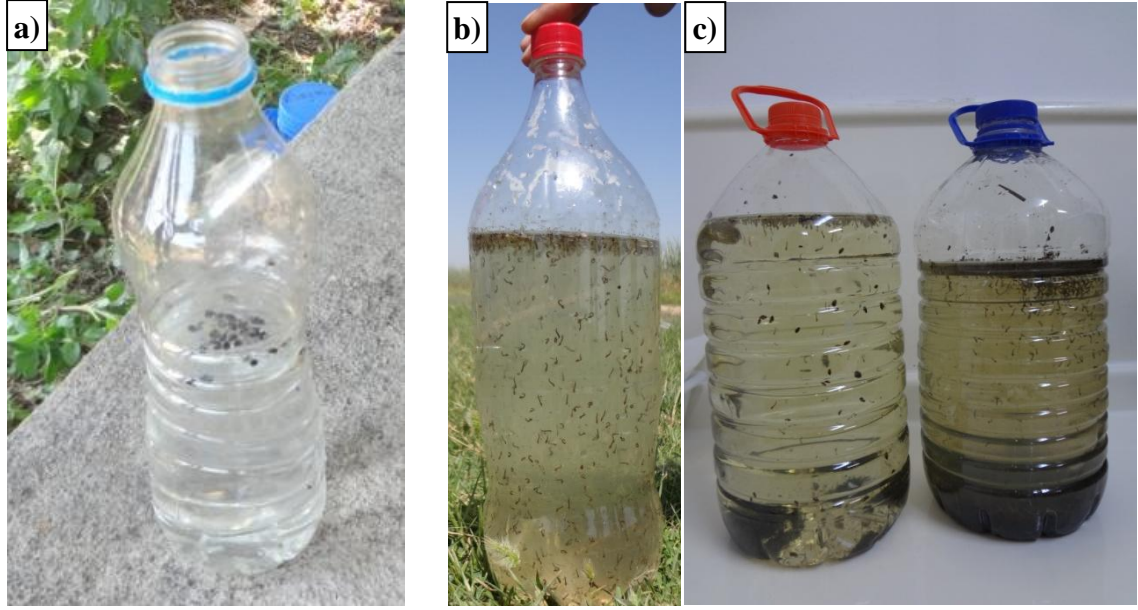


Şekil 3.3. Araziden sivrisinek ergin öncesi evrelerine ait örneklerin toplanması; **a; b)** Alanya-Çıplaklı mahallesi; **c; d)** Alanya-Süleymanlar mahallesi; **e)** Döşemealtı-Ilıca mahallesi; **f)** Döşemealtı-Killik mahallesi

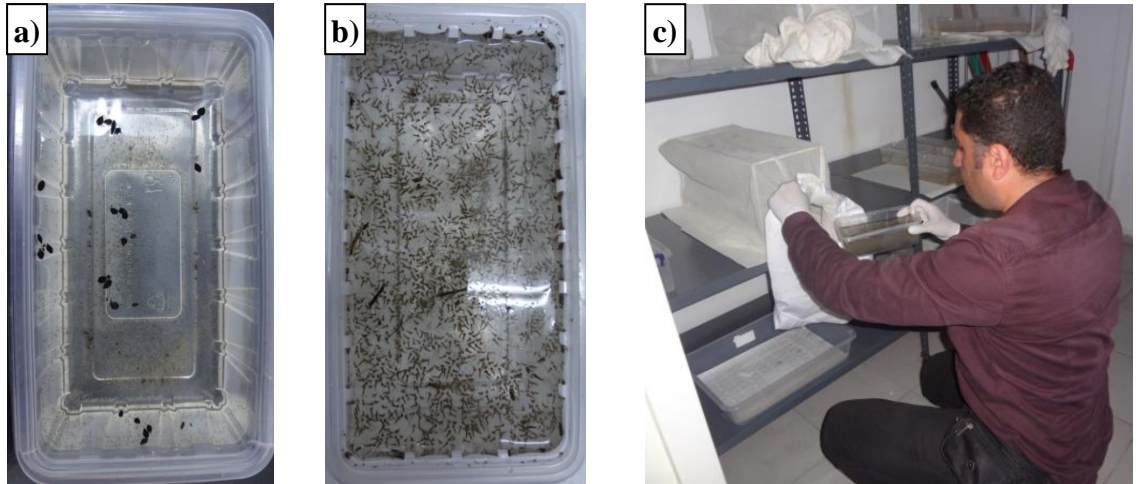


Şekil 3.4. Araziden sivrisinek ergin öncesi evrelerine ait örneklerin toplanması; **a; b)** Kumluca-çöplük mevki; **c; d)** Kumluca-Narenciye mahallesi; **e, f)** Kemer-Tekirova mahallesi; **g; h)** Manavgat-Çakış mahallesi

Araziden toplanan sivrisinek ergin öncesi evrelerine ait örnekler habitat suyu ile birlikte 0,5, 2,5 ve 5 litrelik plastik şişelere konularak, Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Vektör Kontrol Laboratuvarına getirilmiştir (Şekil 3.5a, b, c). Laboratuvara getirilen örnekler 18x9x5 cm ebatlarındaki plastik kaplara alınıp, etiketlendikten sonra tül kafeslere konulmuştur (Şekil 3.6a, b, c).



Şekil 3.5. Araziden toplanan sivrisinek ergin öncesine ait örnekler; **a)** Yumurta paketleri; **b); c)** Larva ve pupalar



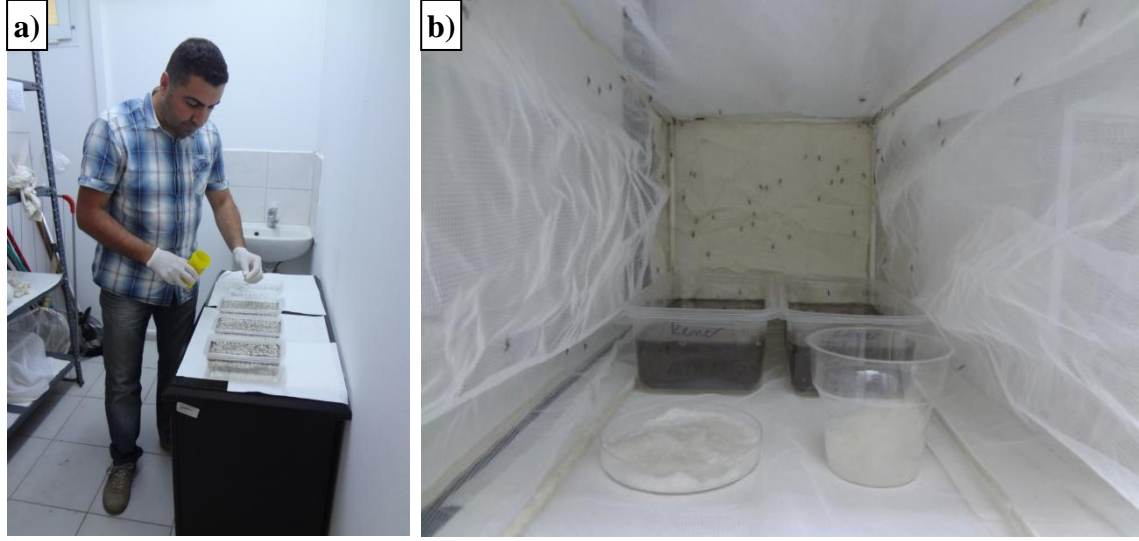
Şekil 3.6. Örneklerin plastik kaplara aktarılması ve kafeslere konulması; **a)** Yumurta paketleri; **b)** Larva ve pupalar; **c)** Plastik kaplardaki örneklerin tül kafeslere konulması

3.3. Sivrisineklerin Yetiştirilmesi ve Tür Teşhislerinin Yapılması

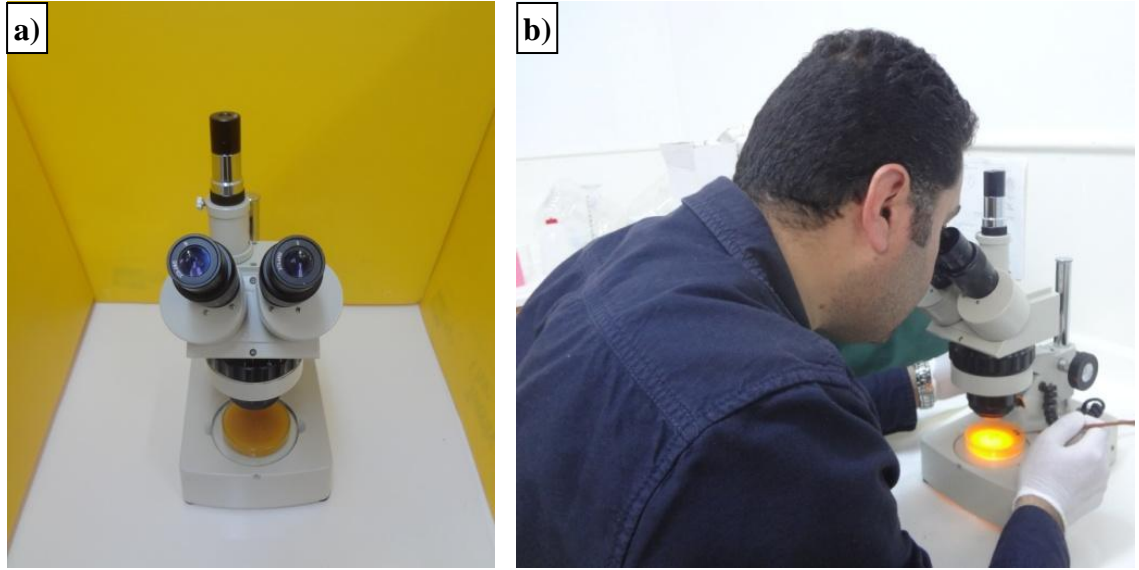
Tül kafesler içerisindeki kaplarda bulunan ergin öncesi tüm evreler 25 ± 2 °C'de, 60 ± 10 nem ve 12:12 h (aydınlık:karanlık) fotoperiyodik ortamda yetiştirilmiş ve larvaların su ortamında beslenmesi için balık yemi kullanılmıştır. Sivrisinek larvalarının gelişimi takip edilerek, ergin bireyler elde edilmiş, bu bireylerin testlerde kullanılincaya kadar beslenmesi için %10'luk şeker solüsyonu emdirilmiş pamuk kullanılmıştır (Şekil 3.7a, b).

Örneklerin teşhisleri stereo mikroskop kullanılarak Merdivenci (1984), Harbach (1985), Darsie ve Samanidou-Voyadjoglou (1997), Samanidou-Voyadjoglou ve

Harbach (2001), Andreadis vd. (2005), Darsie ve Ward (2005), Azari-Hamidian ve Harbach (2009), Becker vd. (2010) yayınlarında bulunan larva ve ergin tür teşhis anahtarlarına göre yapılmıştır (Şekil 3.8a, b).



Şekil 3.7. Sivrisineklerin beslenmesi; **a)** Larvaların beslenmesi; **b)** Erginlerin beslenmesi



Şekil 3.8. Sivrisinek tür teşhisleri; **a)** Tür teşhislerinin yapıldığı mikroskop; **b)** Tür teşhislerinin yapılması

3.4. Hassasiyet Testleri

Ülkemizde halk sağlığı zararlıları ile mücadelede OK ve OF insektisitlerin kullanımının yasaklanmış olması ve ruhsatlandırılmış sınırlı sayıda karbamatlı ürünün bulunması nedeniyle ergin sivrisineklere karşı rezidüel uygulamalarda daha çok SP grubu insektisitler kullanılmaktadır. DSÖ tarafından sivrisinek mücadelesinde

kullanılması önerilen rezidüel etkili insektisitler Çizelge 3.4'de belirtilmiştir (Anonymous 12; WHO 97.2, 2006).

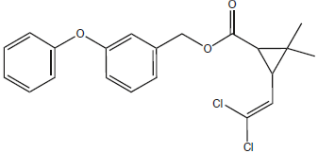
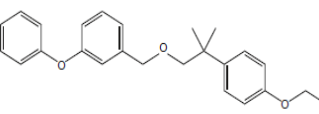
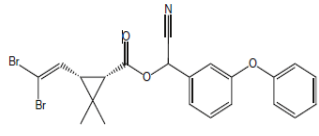
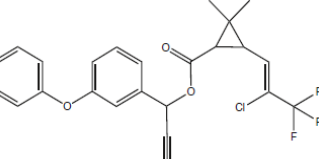
Çizelge 3.4. DSÖ tarafından ergin sivrisineklere karşı iç mekan rezidüel uygulamaları için tavsiye edilen insektisitler

İnsektisit	Kimyasal Grubu	Yayını ve Yılı
Bendiocarb	Karbamatlı	WHO (97.2, 2006, 2015)
Carbosulfan	Karbamatlı	WHO (97.2)
Propoxur	Karbamatlı	WHO (97.2, 2006, 2015)
DDT	Organik Klorlu	WHO (97.2, 2006, 2015)
Chlorpyriphos-methyl	Organik Fosforlu	WHO (97.2)
Fenitrothion	Organik Fosforlu	WHO (97.2, 2006, 2015)
Malathion	Organik Fosforlu	WHO (97.2, 2006, 2015)
Pirimiphos-methyl	Organik Fosforlu	WHO (97.2, 2006, 2015)
Alpha-cypermethrin	Sentetik Piretroit	WHO (97.2, 2006, 2015)
Bifenthrin	Sentetik Piretroit	WHO (2006, 2015)
Cyfluthrin	Sentetik Piretroit	WHO (97.2, 2006, 2015)
Cypermethrin	Sentetik Piretroit	WHO (97.2)
Deltamethrin	Sentetik Piretroit	WHO (97.2, 2006, 2015)
Etofenprox	Sentetik Piretroit	WHO (97.2, 2006, 2015)
Lambda-cyhalothrin	Sentetik Piretroit	WHO (97.2, 2006, 2015)
Permethrin	Sentetik Piretroit	WHO (97.2)

Bu çalışmada gerçekleştirilen hassasiyet testleri, Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezleri (Centers for Disease Control and Prevention-CDC) tarafından önerilen şişe test yöntemi ve DSÖ tüp test yöntemi esas alınarak yapılmıştır (WHO 2013; Brogdon

ve Chan 2014). Hassasiyet testlerinde ikisi Tip I (permethrin ve etofenprox), ikisi Tip II (deltamethrin ve lambda-cyhalothrin) olmak üzere SP grubundan dört aktif madde seçilmiş ve DSÖ tarafından önerilen diagnostik dozlar kullanılmıştır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Hassasiyet testlerinde kullanılan insektisitler ve DSÖ'nün önerdiği diagnostik dozlar (Becker vd. 2010; WHO 2013)

İnsektisit Adı	Sınıfı-Tipi	Kimyasal Adı	Kimyasal Yapısı	DSÖ Diagnostik Dozu
Permethrin	SP-Tip I (non-siyano piretroit)	3-Phenoxybenzyl(1RS) cis,trans-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2 dimethyl cyclopropanecarboxylate		%0,75
Etofenprox	SP-Tip I (non-siyano piretroit)	1-ethoxy-4-[2-methyl-1-([3-(phenoxy)phenyl]methoxy)propan-2-yl]benzene		%0,5
Deltamethrin	SP-Tip II (α-siyano piretroit)	[cyano-(3-phenoxyphenyl)-methyl]3-(2,2dibromoethenyl)-2,2-dimethyl-cyclopropane-1-carboxylate		%0,05
Lambda - cyhalothrin	SP-Tip II (α-siyano piretroit)	3-(2-chloro-3,3,3-trifluoro-1-propenyl)-2,2-dimethyl-cyano(3-phenoxyphenyl)methyl cyclopropanecarboxylate		%0,05

Bu amaçla aktif maddelerin asetonda çözünmesi sağlanarak, stok çözeltileri (%0,75 permethrin, %0,5 etofenprox, %0,05 deltamethrin ve %0,05 lambda-cyhalothrin) hazırlanmıştır. Her aktif madde için bu stok çözeltilerden 1,836 ml alınarak, yaklaşık 500 cm² iç yüzey alanına sahip cam şişelerin iç yüzeyine uygulanıp, yayılması sağlanmış ve 2 saat beklenerek, çözgen maddenin uçup şişenin iç yüzeyinin kuruması sağlanmıştır (Şekil 3.9a, b). Kurumuş her şişeye 20-40 birey olacak şekilde kan emmemiş, 3-5 gün yaşında dişi bireyler ağız aspiratörü yardımıyla konulmuştur (Şekil 3.9c). Bu bireylerin 1 saat boyunca 5 dakika aralıklarla düşüş oranları (knock-down) kayıt edilmiştir (Şekil 3.9d). Bir saat maruziyetin ardından bu bireyler insektisit uygulanmamış, içinde %10 şeker çözeltisi emdirilmiş pamuk bulunan temiz şişelere aktarılmıştır. Yirmi dört saat sonra bu bireylerin ölüm oranı kayıt edilmiştir. Her bir insektisit ve popülasyon için denemeler en az dört tekrarlı olarak yapılmıştır. Her testte bir kontrol grubu kullanılmıştır. Kontrol gruplarının bulunduğu şişelere sadece aseton uygulanarak uçurulması ve iç yüzeylerinin kuruması sağlanmıştır.



Şekil 3.9. Cam kavanozların hazırlanması ve testlerin yapılması; **a)** Asetonda çözülmüş aktif maddelerin cam kavanozlara konulması; **b)** Aktif maddelerin cam kavanozun iç yüzeyine yayılmasının sağlanması; **c)** Dişi sivrisineklerin kavanozlara salınması; **d)** Sonuçların kaydedilmesi

Kontrol grubundaki ölüm oranının %5-20 aralığında olduğu denemelerde, Abbott (1925) formülü kullanılarak deney gruplarındaki ölüm oranları düzeltilmiştir (Formül 3.1). Abbott formülü aşağıdaki gibidir;

$$\% \text{ Düzeltmiş Ölüm Oranı} = \left(1 - \frac{\text{Uygulama Sonrası Test Grubundaki Böcek Sayısı}}{\text{Uygulama Sonrası Kontrol Grubundaki Böcek Sayısı}} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

3.5. Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

KDT₅₀ ve KDT₉₅ değerleri Stat-plus probit analiz programı ile hesaplanmıştır. Çalışmada duyarlı popülasyon ile karşılaştırma yapılmadığından araziden toplanan örneklerin KDT₅₀ ve KDT₉₅ değerleri kendi aralarında ve yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Her bölgeden elde edilen ölüm yüzdelerinin istatistiksel olarak aktif maddeler ve popülasyonlar açısından kendi içinde farklı olup olmadığı SPSS paket programında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile $P \leq 0,05$ düzeyinde karşılaştırılmıştır.

Denemelerde kullanılan her bir aktif madde için DSÖ tarafından önerilen diagnostik doza karşı sivrisinek popülasyonlarının direnç durumu WHO (2013)'de belirtilen ölüm oranları esas alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre ölüm oranı;

%98-100 arasında ise popülasyonun kullanılan aktif maddeye duyarlı,

%90-97 arasında ise popülasyonun kullanılan aktif maddeye olası dirençli,

%90'dan daha düşük ise popülasyonun kullanılan aktif maddeye dirençli olduğu değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Alanya ilçesi Çıplaklı mahallesinden toplanan ergin öncesi evrelere ait örneklerden elde edilen ergin dişi sivrisineklerle yapılan hassasiyet testleri sonucunda 60. dakikada en yüksek kock-down oranı %100 ile permethrin aktif maddesinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (%94,27), etofenprox (%88,21) ve deltamethrin (%80,03) izlemektedir. KDT₅₀ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 12,10 dakika ile permethrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (20,66 dk.), etofenprox (26,02 dk.) ve deltamethrin (26,85 dk.) takip etmektedir. KDT₉₅ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 27,27 dakika ile permethrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (69,66 dk.), etofenprox (85,36 dk.) ve deltamethrin (188,76 dk.) takip etmektedir. Test edilen bireylerin 24 saat sonundaki ölüm oranlarına bakıldığında en etkili aktif maddenin %100'lük oranla permethrin olduğu, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (%93,10), etofenprox (%91,54) ve deltamethrinin (%80,30) izlediği görülmektedir (Çizelge 4.1). Hassasiyet testlerinin sonuçlarına göre; Alanya ilçesi Çıplaklı mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örnekleri DSÖ test kriterlerine göre permethrin aktif maddesine duyarlı iken, lambda-cyhalothrin ve etofenproxa olası dirençli, deltamethrine ise dirençlidir.

Çizelge 4.1. Alanya ilçesi Çıplaklı mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları

Süre (dk.)	Permethrin (%0,75)	Etofenprox (%0,5)	Deltamethrin (%0,05)	Lambda-Cyhalothrin (%0,05)	Kontrol
	N= 165	N= 172	N= 190	N= 167	N= 171
	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH
5	12,09±3,30 a ^x	2,67±1,72 a	9,59±4,27 a	5,82±4,25 a	0 a
10	23,36±7,33 a	11,19±4,27 ab	19,30±7,67 ab	15,34±6,96 ab	0 a
15	57,97±12,62 b	22,42±8,62 abc	33,55±13,95 abc	35,17±13,63 bc	0 a
20	85,53±5,36 c	33,49±10,27 bcd	41,28±13,79 abcd	43,92±12,89 c	0 a
25	95,75±2,93 c	42,32±11,29 cde	46,47±14,22 bcde	55,90±11,75 cd	0 a
30	98,61±0,85 c	57,97±12,83 def	50,26±13,78 bcde	70,89±9,90 de	0 a
35	100 c	66,44±13,19 efg	59,43±14,65 cde	78,09±8,21 de	0 a
40	100 c	74,76±11,68 fg	62,19±13,44 cde	82,01±6,84 e	0 a
45	100 c	80,61±8,98 fg	66,52±11,88 cde	86,16±4,94 e	0 a
50	100 c	83,19±7,82 fg	69,87±10,77 cde	89,66±3,33 e	0 a
55	100 c	85,15±7,23 fg	73,87±8,31 de	91,62±2,64 e	0 a
60	100 c	88,21±5,40 g	80,03±5,09 e	94,27±1,47 e	0 a
KDT₅₀±SH (dk.)	12,10±0,82	26,02±0,82	26,85±1,24	20,66±0,73	
Min-Mak	(10,22-13,84)	(24,42-27,62)	(24,49-29,36)	(19,23-22,07)	
KDT₉₅±SH (dk.)	27,27±2,32	85,36±5,74	188,76±27,69	69,66±4,25	
Min-Mak	(23,31-34,02)	(75,81-98,64)	(147,29-261,22)	(62,48-79,37)	
X²	24,4440	2,0809	1,0577	3,1637	
P-düzeyi	0,0065	0,9957	0,9998	0,9773	
%Ölüm±SH (24 saat)	100 D ^y	91,54± 2,51 C	80,30±3,01 B	93,10±2,08 C	0,63±0,63A

^xBir sütunda aynı olan küçük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).
^yBir satırda aynı olan büyük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

Alanya ilçesi Süleymanlar mahallesinden toplanan ergin öncesi evrelere ait örneklerden elde edilen ergin dişi sivrisineklerle yapılan hassasiyet testleri sonucunda 60. dakikada en yüksek kock-down oranı %100 ile permethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinde görülürken, bu aktifleri sırasıyla etofenprox (%94,34) ve deltamethrin (%92,96) izlemektedir. KDT₅₀ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 11,81 dakika ile permethrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (14,79 dk.), deltamethrin (22,89 dk.) ve etofenprox (27,61 dk.) takip etmektedir. KDT₉₅ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 29,59 dakika ile permethrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (33,66 dk.), etofenprox (81,18 dk.) ve deltamethrin (86,54 dk.) takip etmektedir. Süleymanlar popülasyonundaki bireylerin 24 saat sonundaki ölüm oranlarına bakıldığında en etkili aktif maddenin %100'lük oranla permethrin olduğu, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (%99,19), etofenprox (%91,95) ve deltamethrinin (%90,23) izlediği görülmektedir (Çizelge 4.2). Hassasiyet testi sonuçlarına göre; Alanya ilçesi Süleymanlar mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örnekleri DSÖ test kriterlerine göre permethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine duyarlı iken, etofenprox ve deltamethrin aktif maddelerine ise olası dirençlidir.

Çizelge 4.2. Alanya ilçesi Süleymanlar mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları

Süre (dk.)	Permethrin (%0,75)	Etofenprox (%0,5)	Deltamethrin (%0,05)	Lambda-Cyhalothrin (%0,05)	Kontrol
	N= 115	N= 112	N= 131	N= 121	N= 102
	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH
5	14,88±5,35 a ^x	2,50±2,50 a	6,88±6,88 a	4,20±1,79 a	0 a
10	31,07±9,20 b	11,88±11,88 ab	18,50±11,39 ab	21,79±10,07 b	0 a
15	57,23±9,53 c	20,95±14,17 abc	28,86±13,76 abc	48,69±11,00 c	0 a
20	81,74±4,85 d	28,39±18,30 abc	39,74±15,06 bcd	70,50±8,05 d	0 a
25	91,68±1,94 de	34,32±18,70 abc	48,28±13,18 bcde	83,83±3,75 de	0 a
30	96,61±2,02 e	41,26±18,43 bcd	59,33±11,96 cdef	92,58±2,96 e	0 a
35	99,00±1,00 e	57,85±13,69 cde	67,25±14,07 def	96,15±2,36 e	0 a
40	100 e	75,92±7,54 de	76,19±10,30 ef	98,39±1,61 e	0 a
45	100 e	80,60±6,79 e	81,84±8,84 f	100 e	0 a
50	100 e	86,29±5,60 e	85,44±7,38 f	100 e	0 a
55	100 e	89,09±4,11 e	90,28±5,15 f	100 e	0 a
60	100 e	94,34±2,67 e	92,96±4,32 f	100 e	0 a
KDT₅₀±SH (dk.)	11,81±0,68	27,61±1,43	22,89±0,82	14,79±0,48	
Min-Mak	(10,27-13,26)	(24,44-30,80)	(21,29-24,49)	(13,83-15,71)	
KDT₉₅±SH (dk.)	29,59±2,04	81,18±9,09	86,54±6,32	33,66±1,39	
Min-Mak	(25,88-35,17)	(66,46-109,38)	(76,08-101,29)	(31,24-36,73)	
X²	12,6888	17,5235	5,6160	4,5321	
P-düzeyi	0,2416	0,0636	0,8464	0,9202	
%Ölüm±SH (24 saat)	100 C ^y	91,95±3,37 B	90,23±2,45 B	99,19±0,81 C	0,96±0,96 A

^xBir sütunda aynı olan küçük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).
^yBir satırda aynı olan büyük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

Döşemealtı ilçesi Ilıca mahallesinden toplanan ergin öncesi evrelere ait örneklerden elde edilen ergin dişi sivrisineklerle yapılan hassasiyet testleri sonucunda 60. dakikada en yüksek kock-down oranı %100 ile permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinde görülürken, bu aktifleri deltamethrin (%65,98) izlemektedir. KDT₅₀ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 5,57 dakika ile lambda-cyhalothrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla permethrin (6,00 dk.), etofenprox (6,57 dk.) ve deltamethrin (47,19 dk.) takip etmektedir. KDT₉₅ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 12,96 dakika ile permethrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (14,82 dk.), etofenprox (17,36 dk.) ve deltamethrin (124,14 dk.) takip etmektedir. Test edilen bireylerin 24 saat sonundaki ölüm oranlarına bakıldığında en etkili aktif maddelerin %100'lük ölüm oranları ile permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin olduğu, bu aktif maddeleri deltamethrinin (%76,51) izlediği görülmektedir (Çizelge 4.3). Hassasiyet testlerinin sonuçlarına göre; Döşemealtı ilçesi Ilıca mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örnekleri DSÖ test kriterlerine göre permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine duyarlı iken, deltamethrin aktif maddesine ise dirençlidir.

Çizelge 4.3. Döşemealtı ilçesi Ilıca mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları

Süre (dk.)	Permethrin (%0,75)	Etofenprox (%0,5)	Deltamethrin (%0,05)	Lambda-Cyhalothrin (%0,05)	Kontrol
	N= 118	N= 110	N= 124	N= 138	N= 114
	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH
5	35,46±15,80 a ^x	33,28±9,47 a	0,78±0,78 a	44,87±16,66 a	0 a
10	87,00±4,73 b	76,37±5,14 b	1,52±0,88 a	83,48±3,66 b	0 a
15	96,57±2,03 b	91,38±1,74 c	4,78±1,96 a	94,16±1,10 b	0 a
20	100 b	97,86±1,24 c	7,86±3,83 a	98,75±1,25 b	0 a
25	100 b	98,86±1,14 c	13,41±4,28 ab	100 b	0 a
30	100 b	100 c	18,15±4,56 ab	100 b	0 a
35	100 b	100 c	28,79±6,01 bc	100 b	0 a
40	100 b	100 c	39,77±8,57 cd	100 b	0 a
45	100 b	100 c	47,58±8,59 de	100 b	0 a
50	100 b	100 c	57,71±7,77 ef	100 b	0 a
55	100 b	100 c	63,50±7,03 ef	100 b	0 a
60	100 b	100 c	65,98±7,32 f	100 b	0 a
KDT₅₀±SH (dk.)	6,00±0,30	6,57±0,37	47,19±1,41	5,57±0,36	
Min-Mak	(5,40-6,55)	(5,84-7,26)	(44,68-50,23)	(4,85-6,24)	
KDT₉₅±SH (dk.)	12,96±0,84	17,36±1,06	124,14±10,94	14,82±1,00	
Min-Mak	(11,61-14,95)	(15,58-19,81)	(106,89-150,92)	(13,19-17,16)	
X²	0,0344	0,0390	11,7727	0,0646	
P-düzeyi	0,9999	0,9999	0,3006	0,9999	
%Ölüm±SH (24 saat)	100 C ^y	100 C	*76,51±4,92 B	100 C	5,15±3,16 A

^xBir sütunda aynı olan küçük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

^yBir satırda aynı olan büyük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

*Sonuçlar Abbott formülü kullanılarak düzeltilmiştir.

Döşemealtı ilçesi Killik mahallesinden toplanan ergin öncesi evrelere ait örneklerden elde edilen ergin dişi sivrisineklerle yapılan hassasiyet testleri sonucunda 60. dakikada en yüksek kock-down oranı %100 ile permethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinde görülürken, bu aktifleri sırasıyla deltamethrin (%99,58) ve etofenprox (%98,33) izlemektedir. KDT₅₀ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 9,89 dakika ile permethrin aktif maddesinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (12,03 dk.), deltamethrin (13,09 dk.) ve etofenprox (15,85 dk.) takip etmektedir. KDT₉₅ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 24,78 dakika ile permethrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (30,61 dk.), deltamethrin (40,83 dk.) ve etofenprox (46,07 dk.) takip etmektedir. Killik popülasyonundaki bireylerin 24 saat sonundaki ölüm oranlarına bakıldığında en etkili aktif maddelerin %100'lük oranla permethrin ve lambda-cyhalothrin olduğu, bu aktifleri sırasıyla etofenprox (%99,17) ve deltamethrinin (%97,56) izlediği görülmektedir (Çizelge 4.4). Hassasiyet testlerinin sonuçlarına göre; Döşemealtı ilçesi Killik mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örnekleri DSÖ test kriterlerine göre permethrin, lambda-cyhalothrin ve etofenprox aktif maddelerine duyarlı iken, deltamethrin aktif maddesine ise olası dirençlidir.

Çizelge 4.4. Döşemealtı ilçesi Killik mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları

Süre (dk.)	Permethrin (%0,75)	Etofenprox (%0,5)	Deltamethrin (%0,05)	Lambda-Cyhalothrin (%0,05)	Kontrol
	N= 158	N= 154	N= 196	N= 169	N= 144
	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH
5	17,29±3,55 a ^x	7,27±3,98 a	11,39±3,33 a	8,86±2,14 a	0 a
10	43,14±11,90 b	18,51±8,36 a	35,67±12,41 b	38,15±10,61 b	0 a
15	72,07±10,15 c	43,24±15,49 b	58,86±14,99 c	62,64±12,16 c	0 a
20	90,12±4,54 d	65,45±13,31 bc	67,28±13,84 cd	79,81±9,17 d	0 a
25	97,24±1,94 d	77,53±10,39 cd	79,07±9,41 cde	89,08±5,72 de	0 a
30	98,72±1,29 d	87,40±8,19 cd	87,03±6,33 de	95,01±2,77 de	0 a
35	99,36±0,64 d	89,71±8,20 cd	93,15±3,45 e	97,00±1,92 de	0 a
40	100 d	93,33±6,69 d	96,84±1,99 e	98,33±1,67 e	0 a
45	100 d	95,83±4,18 d	98,31±1,24 e	100 e	0 a
50	100 d	95,83±4,18 d	98,73±0,86 e	100 e	0 a
55	100 d	97,50±2,50 d	99,17±0,83 e	100 e	0 a
60	100 d	98,33±1,67 d	99,58±0,42 e	100 e	0 a
KDT₅₀±SH (dk.)	9,89±0,41	15,85±0,58	13,09±0,55	12,03±0,46	
Min-Mak	(9,07-10,69)	(14,69-16,97)	(12,00-14,15)	(11,11-12,92)	
KDT₉₅±SH (dk.)	24,78±1,23	46,07±2,25	40,83±2,10	30,61±1,41	
Min-Mak	(22,66-27,52)	(42,19-51,06)	(37,21-45,50)	(28,15-33,74)	
X²	4,7670	4,6889	1,7015	0,8662	
P-düzeyi	0,9062	0,9110	0,9982	0,9999	
%Ölüm±SH (24 saat)	100 C ^y	99,17±0,83 C	97,56±0,86 B	100 C	0 A

^xBir sütunda aynı olan küçük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).
^yBir satırda aynı olan büyük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

Kemer ilçesi Tekirova mahallesinden toplanan ergin öncesi evrelere ait örneklerden elde edilen ergin dişi sivrisineklerle yapılan hassasiyet testleri sonucunda 60. dakikada en yüksek kock-down oranı %100 ile permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinde görülürken, bu aktifleri deltamethrin (%92) izlemektedir. KDT₅₀ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 6,37 dakika ile permethrin aktif maddesinde görülürken, bu aktifi sırasıyla etofenprox (8,96 dk.), deltamethrin (11,26 dk.) ve lambda-cyhalothrin (12,01 dk.) takip etmektedir. KDT₉₅ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 15,95 dakika ile permethrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla etofenprox (25,89 dk.), lambda-cyhalothrin (34,32 dk.) ve deltamethrin (60,06 dk.) takip etmektedir. Test edilen bireylerin 24 saat sonundaki ölüm oranlarına bakıldığında en etkili aktif maddelerin %100'lük oranla permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin olduğu, bu aktifleri deltamethrinin (%91,70) izlediği görülmektedir (Çizelge 4.5). Hassasiyet testlerinin sonuçlarına göre; Kemer ilçesi Tekirova mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örnekleri DSÖ test kriterlerine göre permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine duyarlı iken, deltamethrin aktif maddesine ise olası dirençlidir.

Çizelge 4.5. Kemer ilçesi Tekirova mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları

Süre (dk.)	Permethrin (%0,75)	Etofenprox (%0,5)	Deltamethrin (%0,05)	Lambda-Cyhalothrin (%0,05)	Kontrol
	N= 118	N= 121	N= 139	N= 115	N= 109
	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH
5	33,36±10,61 a ^x	22,03±11,63 a	18,84±7,80 a	11,90±5,26 a	0 a
10	82,07±2,29 b	53,98±11,15 b	46,04±14,28 ab	35,52±8,20 b	0 a
15	90,82±3,24 bc	79,61±6,92 c	64,52±16,05 bc	63,13±9,22 c	0 a
20	99,09±0,91 c	86,42±7,30 cd	72,17±17,40 bc	80,82±6,89 d	0 a
25	99,09±0,91 c	94,85±3,38 cd	78,81±16,21 bc	87,36±6,87 de	0 a
30	100 c	97,42±1,69 d	84,24±12,44 c	90,13±6,32 de	0 a
35	100 c	98,26±1,07 d	89,57±8,78 c	97,35±1,76 de	0 a
40	100 c	100 d	92,00±8,00 c	97,35±1,76 de	0 a
45	100 c	100 d	92,00±8,00 c	97,35±1,76 de	0 a
50	100 c	100 d	92,00±8,00 c	99,13±0,87 e	0 a
55	100 c	100 d	92,00±8,00 c	100 e	0 a
60	100 c	100 d	92,00±8,00 c	100 e	0 a
KDT₅₀±SH (dk.)	6,37±0,35	8,96±0,44	11,26±0,70	12,01±0,50	
Min-Mak	(5,67-7,02)	(8,09-9,80)	(9,87-12,59)	(11,02-12,97)	
KDT₉₅±SH (dk.)	15,95±1,00	25,89±1,39	60,06±4,72	34,32±1,68	
Min-Mak	(14,30-18,26)	(23,50-28,99)	(52,29-71,14)	(31,40-38,05)	
χ²	0,2756	1,1492	0,9450	1,2361	
P-düzeyi	0,9999	0,9997	0,9999	0,9995	
%Ölüm±SH (24 saat)	100 C ^y	100 C	91,70±4,39 B	100 C	1,71±1,05 A

^xBir sütunda aynı olan küçük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).
^yBir satırda aynı olan büyük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

Kumluca ilçesi çöplük mevkisinden toplanan ergin öncesi evrelere ait örneklerden elde edilen ergin dişi sivrisineklerle yapılan hassasiyet testleri sonucunda 60. dakikada en yüksek knock-down oranı %100 ile permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinde görülürken, bu aktifleri deltamethrin (%31,31) izlemektedir. KDT₅₀ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 8,99 dakika ile permethrin aktif maddesinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (9,88 dk.), etofenprox (11,93 dk.) ve deltamethrin (122,53 dk.) takip etmektedir. KDT₉₅ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 18,51 dakika ile permethrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla etofenprox (20,67 dk.), lambda-cyhalothrin (20,81 dk.) ve deltamethrin (744,30 dk.) takip etmektedir. Çöplük popülasyonundaki bireylerin 24 saat sonundaki ölüm oranlarına bakıldığında en etkili aktif maddelerin %100'lük oranla permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin olduğu, bu aktifleri deltamethrinin (%58,78) izlediği görülmektedir (Çizelge 4.6). Hasssiyet testlerinin sonuçlarına göre; Kumluca ilçesi çöplük mevkisinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örnekleri DSÖ test kriterlerine göre permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine duyarlı iken, deltamethrin aktif maddesine ise dirençlidir.

Çizelge 4.6. Kumluca ilçesi çöplük mevkisinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları

Süre (dk.)	Permethrin (%0,75)	Etofenprox (%0,5)	Deltamethrin (%0,05)	Lambda-Cyhalothrin (%0,05)	Kontrol
	N= 137	N= 134	N= 138	N= 115	N= 138
	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH
5	12,69±5,87 a ^x	4,63±0,67 a	0,91±0,91 a	5,20±3,33 a	0 a
10	51,89±11,02 b	17,11±3,16 b	1,78±1,09 ab	52,83±9,26 b	0 a
15	92,79±2,09 c	79,54±4,88 c	4,10±2,03 abc	87,49±3,26 c	0 a
20	96,26±1,86 c	94,37±1,28 d	6,79±2,78 abcd	93,18±1,76 cd	0 a
25	99,00±1,00 c	100 d	8,28±2,37 bcde	97,59±0,99 d	0 a
30	100 c	100 d	9,36±1,94 cde	98,39±0,99 d	0 a
35	100 c	100 d	11,90±2,00 def	100 d	0 a
40	100 c	100 d	14,85±1,70 ef	100 d	0 a
45	100 c	100 d	16,80±2,49 f	100 d	0 a
50	100 c	100 d	18,47±2,77 fg	100 d	0 a
55	100 c	100 d	24,06±3,46 g	100 d	0 a
60	100 c	100 d	31,31±2,52 h	100 d	0 a
KDT₅₀±SH (dk.)	8,99±0,34	11,93±0,72	122,53±20,66	9,88±0,37	
Min-Mak	(8,31-9,64)	(10,26-13,40)	(95,25-183,90)	(9,16-10,59)	
KDT₉₅±SH (dk.)	18,51±0,92	20,67±1,78	744,30±310,93	20,81±0,99	
Min-Mak	(16,95-20,60)	(17,90-26,24)	(408,44-2009,56)	(19,12-23,04)	
χ²	2,3809	32,7119	2,9895	0,7357	
P-düzeyi	0,9925	0,0003	0,9817	0,9999	
%Ölüm±SH (24 saat)	100 C ^y	100 C	*58,78±5,34 B	100 C	2,48±1,78 A

^xBir sütunda aynı olan küçük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

^yBir satırda aynı olan büyük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

*Sonuçlar Abbott formülü kullanılarak düzeltilmiştir.

Kumluca ilçesi Narenciye mahallesinden toplanan ergin öncesi evrelere ait örneklerden elde edilen ergin dişi sivrisineklerle yapılan hassasiyet testleri sonucunda 60. dakikada en yüksek kock-down oranı %100 ile permethrin aktif maddesinde görülürken, bu aktifi sırasıyla etofenprox (%99,28), lambda-cyhalothrin (%96,14) ve deltamethrin (%93,10) izlemektedir. KDT₅₀ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 11,35 dakika ile permethrin aktif maddesinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (14,67 dk.), etofenprox (16,84 dk.) ve deltamethrin (19,69 dk.) takip etmektedir KDT₉₅ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 26,91 dakika ile permethrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla etofenprox (41,77 dk.), lambda-cyhalothrin (45,94 dk.) ve deltamethrin (65,40 dk.) takip etmektedir. Test edilen bireylerin 24 saat sonundaki ölüm oranlarına bakıldığında en etkili aktif maddenin %100'lük oranla permethrin olduğu, bu aktifi etofenprox (%98,55), lambda-cyhalothrin (%96,94) ve deltamethrinin (%90,07) izlediği görülmektedir (Çizelge 4.7). Hassasiyet testlerinin sonuçlarına göre; Kumluca ilçesi Narenciye mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örnekleri DSÖ test kriterlerine göre permethrin ve etofenprox aktif maddelerine duyarlı iken, lambda-cyhalothrin ve deltamethrin aktif maddelerine ise olası dirençlidir.

Çizelge 4.7. Kumluca ilçesi Narenciye mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları

Süre (dk.)	Permethrin (%0,75)	Etofenprox (%0,5)	Deltamethrin (%0,05)	Lambda-Cyhalothrin (%0,05)	Kontrol
	N= 149	N= 147	N= 171	N= 155	N= 148
	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH
5	11,20±2,54 a ^x	5,04±1,81 a	5,59±2,05 a	7,23±2,91 a	0 a
10	35,31±9,82 b	15,12±3,77 a	17,38±3,89 ab	25,21±3,41 b	0 a
15	63,45±7,39 c	34,97±8,41 b	32,80±7,46 bc	46,80±7,91 c	0 a
20	87,57±5,40 d	57,73±12,26 c	50,47±10,98 cd	67,83±9,04 d	0 a
25	94,25±2,60 d	76,77±6,18 d	63,21±11,60 de	85,00±4,86 e	0 a
30	97,97±1,38 d	90,75±2,24 de	71,90±10,16 ef	89,77±2,51 e	0 a
35	99,33±0,67 d	94,44±1,92 e	76,20±9,27 ef	93,70±2,54 e	0 a
40	100 d	96,50±1,79 e	85,70±6,11 f	94,83±2,46 e	0 a
45	100 d	97,25±1,44 e	89,15±4,63 f	94,83±2,46 e	0 a
50	100 d	97,25±1,44 e	92,62±3,01 f	94,83±2,46 e	0 a
55	100 d	97,79±1,50 e	92,62±3,01 f	95,58±2,01 e	0 a
60	100 d	99,28±0,72 e	93,10±3,01 f	96,14±1,76 e	0 a
KDT₅₀±SH (dk.)	11,35±0,43	16,84±0,75	19,69±0,70	14,67±0,58	
Min-Mak	(10,49-12,17)	(15,13-18,46)	(18,30-21,05)	(13,51-15,79)	
KDT₉₅±SH (dk.)	26,91±1,24	41,77±2,47	65,40±3,85	45,94±2,37	
Min-Mak	(24,76-29,66)	(37,19-48,39)	(58,88-74,14)	(41,85-51,23)	
χ²	5,8699	11,9181	1,8928	2,4029	
P-düzeyi	0,8261	0,2906	0,9971	0,9922	
%Ölüm±SH (24 saat)	100 C ^y	98,55±1,45 C	90,07±2,86 B	96,94±1,08 C	0 A

^xBir sütunda aynı olan küçük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).
^yBir satırda aynı olan büyük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

Manavgat ilçesi Çakış mahallesinden toplanan ergin öncesi evrelere ait örneklerden elde edilen ergin dişi sivrisineklerle yapılan hassasiyet testleri sonucunda 60. dakikada en yüksek kock-down oranı %100 ile permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinde görülürken, bu aktifleri deltamethrin (%84,38) izlemektedir. KDT₅₀ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 8,96 dakika ile permethrin aktif maddesinde görülürken, bu aktifi sırasıyla etofenprox (12,40 dk.), lambda-cyhalothrin (13,85 dk.) ve deltamethrin (24,82 dk.) takip etmektedir. KDT₉₅ değerleri karşılaştırıldığında en düşük değer 21,94 dakika ile permethrinde görülürken, bu aktifi sırasıyla lambda-cyhalothrin (32,08 dk.), etofenprox (32,58 dk.) ve deltamethrin (95,55 dk.) takip etmektedir. Çakış popülasyonundaki bireylerin 24 saat sonundaki ölüm oranlarına bakıldığında en etkili aktif maddelerin %100'lük oranla permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin olduğu, bu aktifleri deltamethrinin (%80,67) izlediği görülmektedir (Çizelge 4.8). Hassasiyet testlerinin sonuçlarına göre; Manavgat ilçesi Çakış mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örnekleri DSÖ test kriterlerine göre permethrin, etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine duyarlı iken, deltamethrin aktif maddesine ise dirençlidir.

Çizelge 4.8. Manavgat ilçesi Çakış mahallesinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek örneklerinin hassasiyet test sonuçları

Süre (dk.)	Permethrin (%0,75)	Etofenprox (%0,5)	Deltamethrin (%0,05)	Lambda-Cyhalothrin (%0,05)	Kontrol
	N= 137	N= 120	N= 133	N= 114	N= 119
	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH	%KD±SH
5	15,81±5,63 a ^x	9,21±2,29 a	1,25±1,25 a	6,91±1,20 a	0 a
10	58,98±9,72 b	34,68±15,31 b	11,54±2,63 ab	24,27±8,78 b	0 a
15	81,53±7,86 c	60,41±13,40 c	24,08±3,56 b	48,11±7,14 c	0 a
20	93,96±3,01 d	75,69±9,81 cd	42,59±3,24 c	75,25±5,01 d	0 a
25	97,03±1,76 d	89,23±4,92 de	59,19±9,20 cd	89,06±4,06 e	0 a
30	99,14±0,86 d	95,34±3,37 de	65,50±8,99 de	94,59±3,64 e	0 a
35	99,14±0,86 d	97,13±1,75 de	70,60±8,67 de	98,26±1,02 e	0 a
40	100 d	97,13±1,75 de	73,11±7,94 de	98,26±1,02 e	0 a
45	100 d	98,91±1,09 e	74,66±7,60 de	99,04±0,96 e	0 a
50	100 d	100 e	77,17±6,85 de	100 e	0 a
55	100 d	100 e	79,65±5,86 de	100 e	0 a
60	100 d	100 e	84,38±4,61 e	100 e	0 a
KDT₅₀±SH (dk.)	8,96±0,39	12,40±0,48	24,82±0,87	13,85±0,47	
Min-Mak	(8,19-9,71)	(11,44-13,33)	(23,13-26,53)	(12,91-14,76)	
KDT₉₅±SH (dk.)	21,94±1,13	32,58±1,52	95,55±7,47	32,08±1,36	
Min-Mak	(20,00-24,49)	(29,94-35,93)	(83,30-113,12)	(29,71-35,08)	
X²	0,0921	1,8646	4,6029	7,4133	
P-düzeyi	0,9999	0,9973	0,9161	0,6859	
%Ölüm±SH (24 saat)	100 C ^y	100 C	*80,67±5,76 B	100 C	7,93±4,78 A

^xBir sütunda aynı olan küçük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

^yBir satırda aynı olan büyük harfler arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır (P>0,05).

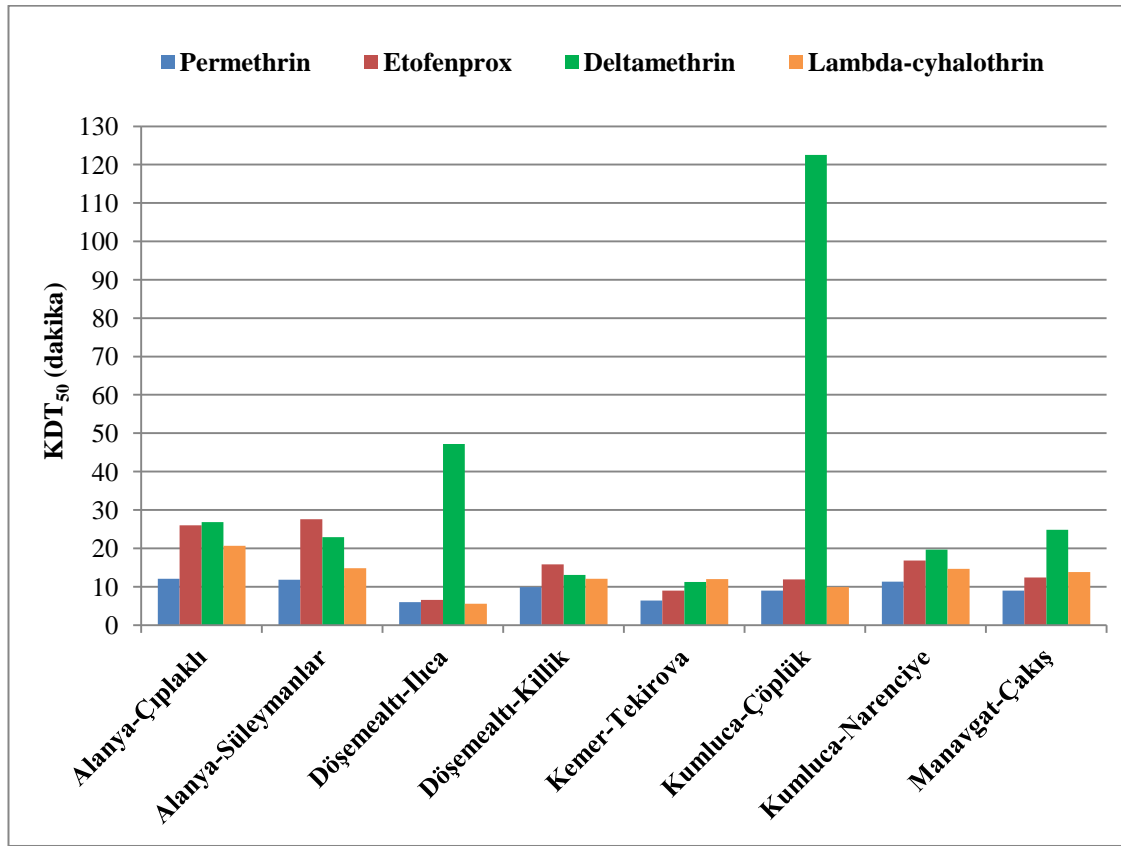
*Sonuçlar Abbott formülü kullanılarak düzeltilmiştir.

Örnekleme yapılan sekiz lokalitedeki *Cx. pipiens* türü ergin dişi sivrisinekler üzerine permethrin, etofenprox, deltamethrin ve lambda-cyhalothrinin knock-down etkisini belirlemek ve popülasyonlar arasında karşılaştırma yapabilmek için; bu dört aktif maddeye 1 saatlik maruziyet boyunca her 5 dakikada bir sivrisineklerin knock-down oranları kaydedilmiştir. Elde edilen bu oranlardan KDT₅₀ ve KDT₉₅ değerleri hesaplanmıştır. Her bir popülasyon için aktif maddelere göre hesaplanan KDT₅₀ ve KDT₉₅ değerleri Çizelge 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Tüm popülasyonların KDT₅₀ ve KDT₉₅ değerlerinin karşılaştırılması

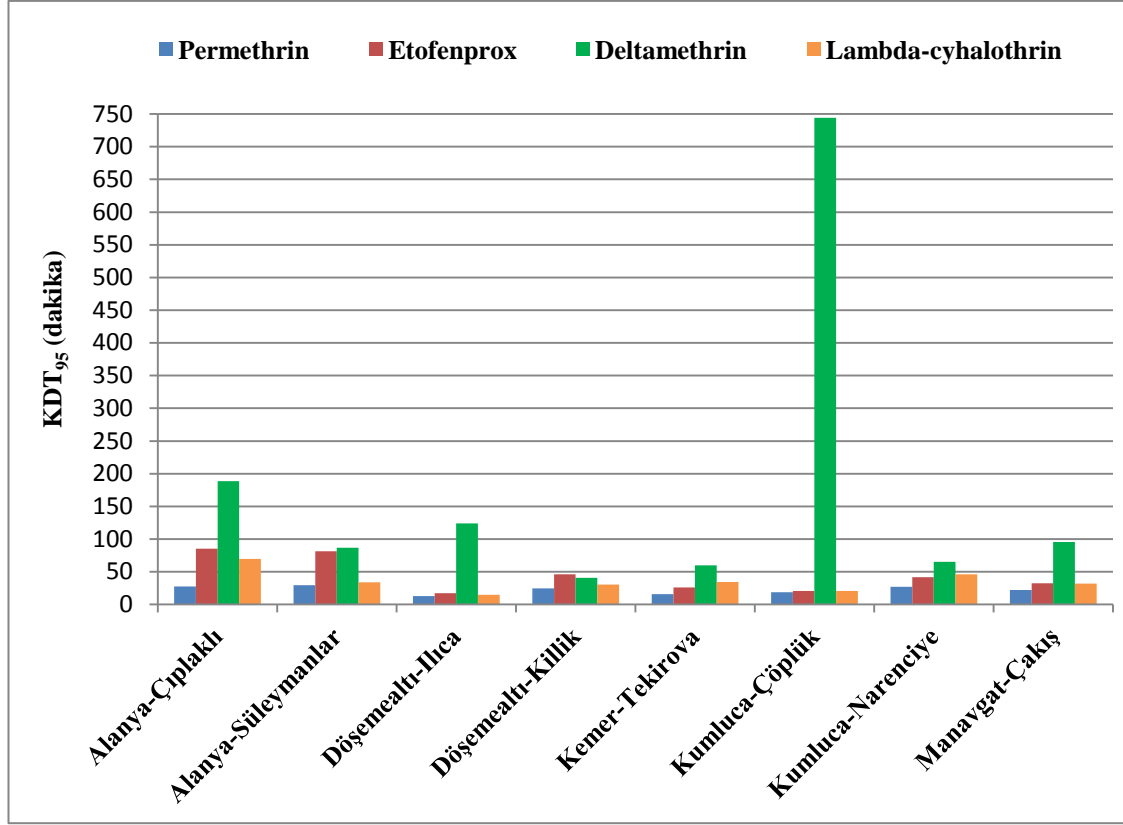
Lokalite		Permethrin (%0,75)	Etofenprox (%0,5)	Deltamethrin (%0,05)	Lambda- Cyhalothrin (%0,05)
Alanya- Çıplaklı Mah.	KDT ₅₀ ±SH (dk.) Min-Mak	12,10±0,82 (10,22-13,84)	26,02±0,82 (24,42-27,62)	26,85±1,24 (24,49-29,36)	20,66±0,73 (19,23-22,07)
	KDT ₉₅ ±SH (dk.) Min-Mak	27,27±2,32 (23,31-34,02)	85,36±5,74 (75,81-98,64)	188,76±27,69 (147,29-261,22)	69,66±4,25 (62,48-79,37)
Alanya- Süleymanlar Mah.	KDT ₅₀ ±SH (dk.) Min-Mak	11,81±0,68 (10,27-13,26)	27,61±1,43 (24,44-30,80)	22,89±0,82 (21,29-24,49)	14,79±0,48 (13,83-15,71)
	KDT ₉₅ ±SH (dk.) Min-Mak	29,59±2,04 (25,88-35,17)	81,18±9,09 (66,46-109,38)	86,54±6,32 (76,08-101,29)	33,66±1,39 (31,24-36,73)
Döşemealti- Ilıca Mah.	KDT ₅₀ ±SH (dk.) Min-Mak	6,00±0,30 (5,40-6,55)	6,57±0,37 (5,84-7,26)	47,19±1,41 (44,68-50,23)	5,57±0,36 (4,85-6,24)
	KDT ₉₅ ±SH (dk.) Min-Mak	12,96±0,84 (11,61-14,95)	17,36±1,06 (15,58-19,81)	124,14±10,94 (106,89-150,92)	14,82±1,00 (13,19-17,16)
Döşemealti- Kilik Mah.	KDT ₅₀ ±SH (dk.) Min-Mak	9,89±0,41 (9,07-10,69)	15,85±0,58 (14,69-16,97)	13,09±0,55 (12,00-14,15)	12,03±0,46 (11,11-12,92)
	KDT ₉₅ ±SH (dk.) Min-Mak	24,78±1,23 (22,66-27,52)	46,07±2,25 (42,19-51,06)	40,83±2,10 (37,21-45,50)	30,61±1,41 (28,15-33,74)
Kemer- Tekirova Mah.	KDT ₅₀ ±SH (dk.) Min-Mak	6,37±0,35 (5,67-7,02)	8,96±0,44 (8,09-9,80)	11,26±0,70 (9,87-12,59)	12,01±0,50 (11,02-12,97)
	KDT ₉₅ ±SH (dk.) Min-Mak	15,95±1,00 (14,30-18,26)	25,89±1,39 (23,50-28,99)	60,06±4,72 (52,29-71,14)	34,32±1,68 (31,40-38,05)
Kumluca- Çöplük	KDT ₅₀ ±SH (dk.) Min-Mak	8,99±0,34 (8,31-9,64)	11,93±0,72 (10,26-13,40)	122,53±20,66 (95,25-183,90)	9,88±0,37 (9,16-10,59)
	KDT ₉₅ ±SH (dk.) Min-Mak	18,51±0,92 (16,95-20,60)	20,67±1,78 (17,90-26,24)	744,30±310,93 (408,44-2009,56)	20,81±0,99 (19,12-23,04)
Kumluca- Narenciye Mah.	KDT ₅₀ ±SH (dk.) Min-Mak	11,35±0,43 (10,49-12,17)	16,84±0,75 (15,13-18,46)	19,69±0,70 (18,30-21,05)	14,67±0,58 (13,51-15,79)
	KDT ₉₅ ±SH (dk.) Min-Mak	26,91±1,24 (24,76-29,66)	41,77±2,47 (37,19-48,39)	65,40±3,85 (58,88-74,14)	45,94±2,37 (41,85-51,23)
Manavgat- Çakış Mah.	KDT ₅₀ ±SH (dk.) Min-Mak	8,96±0,39 (8,19-9,71)	12,40±0,48 (11,44-13,33)	24,82±0,87 (23,13-26,53)	13,85±0,47 (12,91-14,76)
	KDT ₉₅ ±SH (dk.) Min-Mak	21,94±1,13 (20,00-24,49)	32,58±1,52 (29,94-35,93)	95,55±7,47 (83,30-113,12)	32,08±1,36 (29,71-35,08)

KDT₅₀ değerlerine göre; Döşemealtı-İlca popülasyonu hariç diğer yedi lokaliteden toplanan sivrisinekler üzerinde en kısa sürede en yüksek knock-down etkisini permethrin aktif maddesi göstermiştir. Diğer aktif maddeler açısından farklı sonuçlar elde edilmiş olsa da genel olarak bakıldığında beş popülasyonda en yüksek KDT₅₀ değerleri ile en düşük knock-down etkisini deltamethrin aktif maddesi göstermiştir. Permethrin için tüm popülasyonlardan elde edilen KDT₅₀ değerleri 6,00-12,10 dakika, etofenprox için 6,57-27,61 dakika, deltamethrin için 11,26-122,53 dakika ve lambda-cyhalothrin için 5,57-20,66 dakika arasında değişmektedir. Tüm popülasyonlar açısından en düşük KDT₅₀ değerinin Döşemealtı-İlca popülasyonunda lambda-cyhalothrin aktif maddesinde (5,57 dk.) olduğu görülürken, en yüksek KDT₅₀ değerinin Kumluca-çöplük popülasyonunda deltamethrin aktif maddesinde (122,53 dk.) olduğu görülmüştür (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Tüm popülasyonların aktif maddelere göre KDT₅₀ değerleri

KDT₉₅ değerleri açısından karşılaştırma yapıldığında örnekleme yapılan tüm bölgelerdeki popülasyonlar üzerinde en kısa sürede en yüksek knock-down etkisini permethrin aktif maddesi gösterirken, Döşemealtı-Killik popülasyonu hariç en düşük knock-down etkisini deltamethrin aktif maddesi göstermiştir. Permethrin için tüm popülasyonlardan elde edilen KDT₉₅ değerleri 12,96-29,59 dakika, etofenprox için 17,36-85,36 dakika, deltamethrin için 40,83-744,30 dakika ve lambda-cyhalothrin için 14,82-69,66 dakika arasında değişmektedir. Tüm popülasyonlar açısından en düşük KDT₉₅ değerinin Döşemealtı-İlca popülasyonunda permethrin aktif maddesinde (12,96 dk.) olduğu görülürken, en yüksek KDT₉₅ değerinin Kumluca-çöplük popülasyonunda deltamethrin aktif maddesinde (744,30 dk.) olduğu görülmüştür (Şekil 4.2).

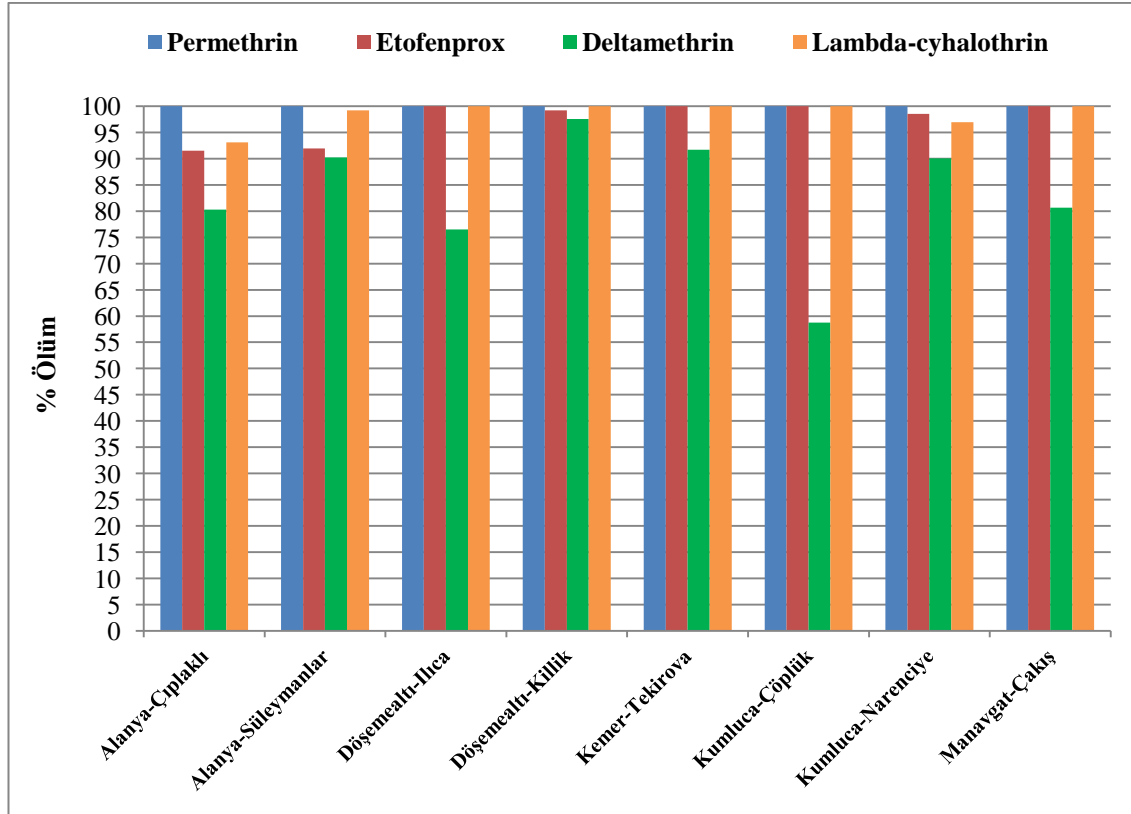


Şekil 4.2. Tüm popülasyonların aktif maddelere göre KDT₉₅ değerleri

Örnekleme yapılan sekiz lokalitedeki *Cx. pipiens* türü ergin dişi sivrisinekler üzerine permethrin, etofenprox, deltamethrin ve lambda-cyhalothrinin öldürücü etkilerine göre popülasyonların hassasiyet durumlarını belirlemek ve popülasyonlar arasında karşılaştırma yapabilmek için; sivrisinekler bu dört aktif maddeye 1 saat maruz bırakılmış ve 24 saatlik bekleme süresi sonunda ölüm oranları kaydedilmiştir. Dört aktif maddeye karşı tüm popülasyonlardan elde edilen %ölüm değerleri karşılaştırıldığında; en etkili aktif maddenin permethrin, en az etkili aktif maddenin ise deltamethrin olduğu görülmektedir. Örnekleme yapılan tüm lokalitelerde permethrin %100 ölüme yol açarken, etofenprox aktif maddesi %91,54-100, deltamethrin %58,78-97,56 ve lambda-cyhalothrin %93,10-100 aralığında ölüme neden olmuştur (Çizelge 4.10, Şekil 4.3). Elde edilen bu sonuçlara göre; örnekleme yapılan tüm lokalitelerdeki *Cx. pipiens* türü sivrisinek popülasyonları DSÖ kriterlerine göre permethrin aktif maddesine hassastır. Etofenprox aktif maddesine karşı Alanya ilçesi Çıplaklı ve Süleymanlar popülasyonları olası dirençli iken, diğer altı popülasyonun hassas olduğu görülmektedir. Deltamethrin aktif maddesine karşı Alanya-Çıplaklı, Döşemealtı-Ilıca, Kumluca-çöplük ve Manavgat-Çakış popülasyonları dirençli iken, diğer dört popülasyonun olası dirençli olduğu belirlenmiştir. Test edilen popülasyonlar içinde deltamethrine hassas olan herhangi bir popülasyon bulunmamaktadır. Ayrıca test edilen tüm popülasyonlar içinde en düşük ölüm oranı Kumluca-çöplük popülasyonunda %58,78'lik oranla deltamethrin aktif maddesinden elde edilmiştir. Lambda-cyhalothrin aktif maddesine karşı Alanya-Çıplaklı ve Kumluca-Naranciye popülasyonları olası dirençli iken, diğer altı popülasyonun hassas olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10).

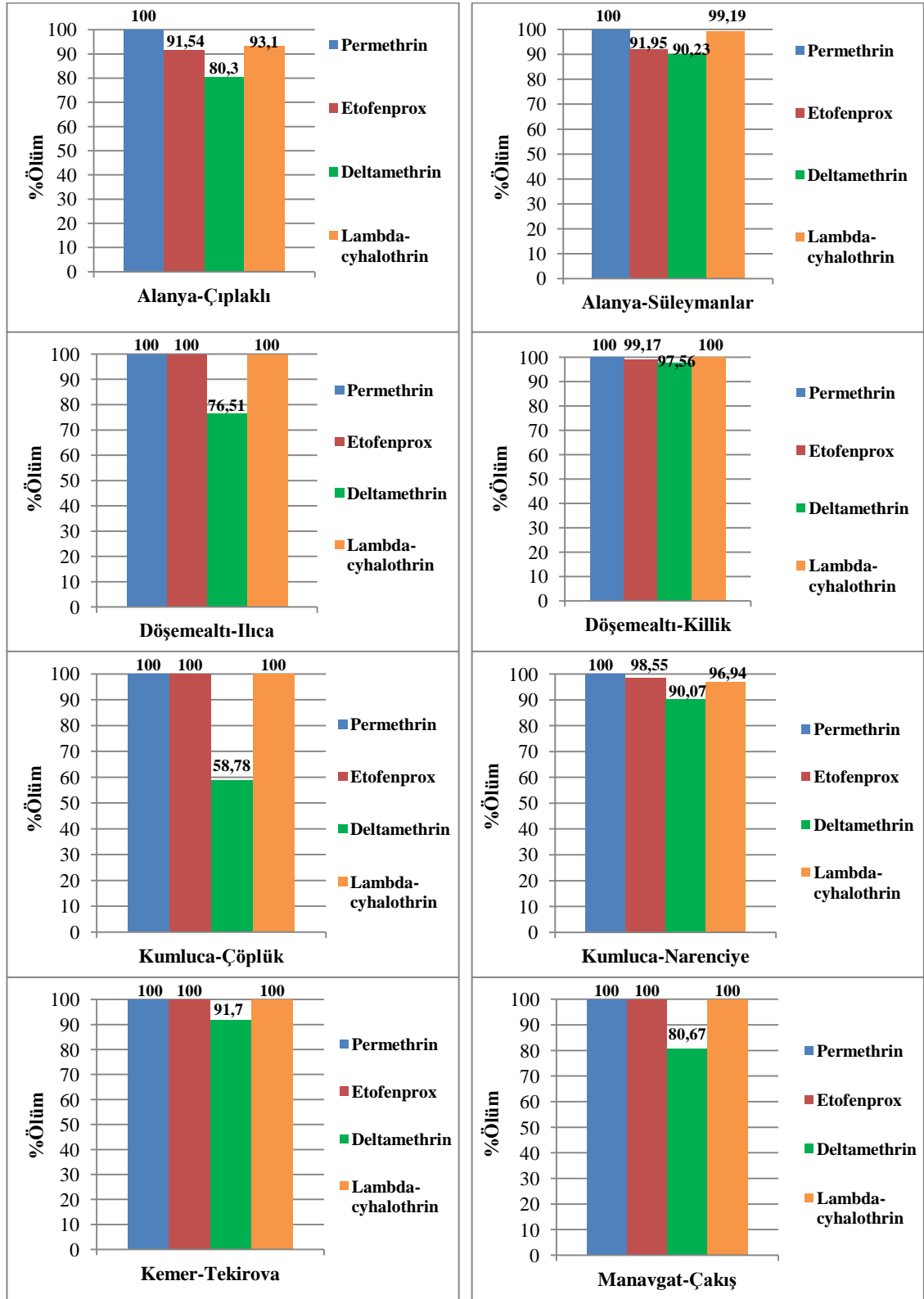
Çizelge 4.10. %Ölüm değerlerine göre tüm popülasyonların aktif maddelere hassasiyet durumları

Lokalite		Permethrin (%0,75)	Etofenprox (%0,5)	Deltamethrin (%0,05)	Lambda-Cyhalothrin (%0,05)
Alanya- Çıplaklı Mah.	%Ölüm±SH	100	91,54± 2,51	80,30±3,01	93,10±2,08
	Hassasiyet Durumu	Hassas	Olası Dirençli	Dirençli	Olası Dirençli
Alanya- Süleymanlar Mah.	%Ölüm±SH	100	91,95±3,37	90,23±2,45	99,19±0,81
	Hassasiyet Durumu	Hassas	Olası Dirençli	Olası Dirençli	Hassas
Döşemealtı- Ilica Mah.	%Ölüm±SH	100	100	76,51±4,92	100
	Hassasiyet Durumu	Hassas	Hassas	Dirençli	Hassas
Döşemealtı- Kılık Mah.	%Ölüm±SH	100	99,17±0,83	97,56±0,86	100
	Hassasiyet Durumu	Hassas	Hassas	Olası Dirençli	Hassas
Kemer- Tekirova Mah.	%Ölüm±SH	100	100	91,70±4,39	100
	Hassasiyet Durumu	Hassas	Hassas	Olası Dirençli	Hassas
Kumluca- Çöplük	%Ölüm±SH	100	100	58,78±5,34	100
	Hassasiyet Durumu	Hassas	Hassas	Dirençli	Hassas
Kumluca- Narenciye Mah.	%Ölüm±SH	100	98,55±1,45	90,07±2,86	96,94±1,08
	Hassasiyet Durumu	Hassas	Hassas	Olası Dirençli	Olası Dirençli
Manavgat- Çakış Mah.	%Ölüm±SH	100	100	80,67±5,76	100
	Hassasiyet Durumu	Hassas	Hassas	Dirençli	Hassas



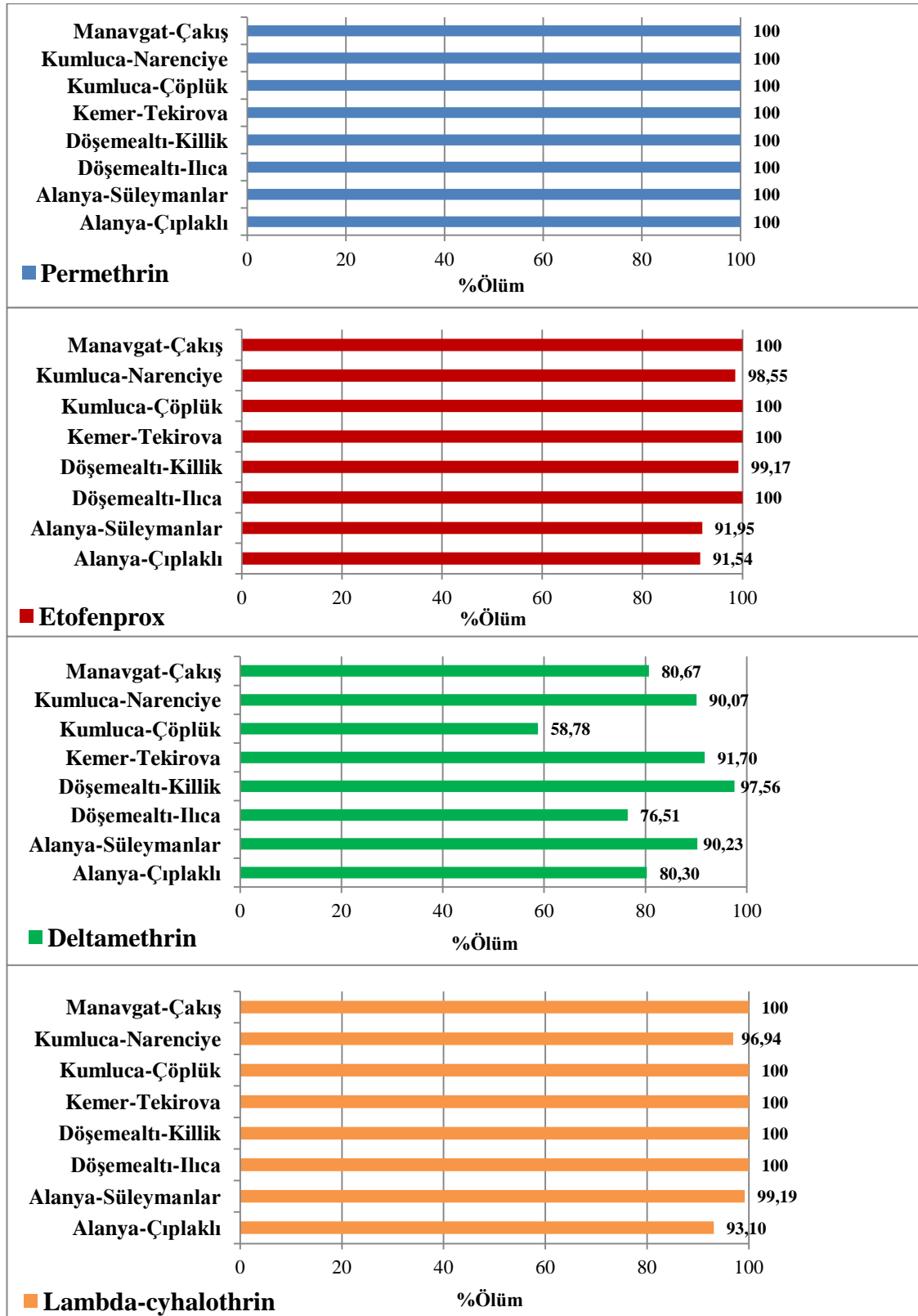
Şekil 4.3. Tüm popülasyonların aktif maddelere göre %ölüm değerleri

Örnekleme yapılan tüm lokalitelerde dört aktif maddeden elde edilen %ölüm değerleri Şekil 4.4'de ayrı ayrı gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Örnekleme alanlarına göre dört aktif maddeden elde edilen %ölüm değerleri

Hassasiyet testlerinde kullanılan dört aktif maddenin popülasyonlar üzerindeki %ölüm değerleri Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Dört aktif maddenin popülasyonlar üzerindeki %ölüm değerleri

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında Antalya ilinin Alanya (Çıplaklı ve Süleymanlar), Döşemealtı (Ilıca ve Killik), Kemer (Tekirova), Kumluca (çöplük ve Narancıye) ve Manavgat (Çakış) ilçelerinin sınırları içinde bulunan toplam sekiz lokaliteden sivrisinek ergin öncesi evrelerine ait örnekler toplanmıştır. Laboratuvar ortamına getirilerek yetiştirilen *Cx. pipiens* türü ergin dişi sivrisineklerin dört sentetik piretroide (permethrin, etofenprox, deltamethrin ve lambda-cyhalothrin) hassasiyet durumları araştırılmıştır. Bu amaçla ergin dişi sivrisinekler DSÖ'nün önerdiği diagnostik dozlarda aktif maddelerin yayıldığı cam kaplara konularak, bir saat boyunca aktif maddelere maruz bırakılmış ve her beş dakikada bir knock-down oranları belirlenmiştir. Bir saatlik maruziyet süresi sonunda sivrisinekler, içinde insektisit bulunmayan temiz cam kaplara alınarak 24 saat sonundaki ölüm oranlarına bakılmıştır.

Yaptığımız bu çalışmada; örnekleme yapılan sekiz lokalitedeki *Cx. pipiens* türü ergin dişi sivrisinekler üzerine dört aktif maddenin knock-down etkisini karşılaştırmak için KDT₅₀ ve KDT₉₅ değerleri hesaplanmıştır. Çalışmamızda duyarlı popülasyon ile karşılaştırma yapılmadığından araziden toplanan örneklerin KDT₅₀ ve KDT₉₅ değerleri kendi aralarında ve literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. KDT₅₀ değerlerine göre; sekiz popülasyonun yedisinde en kısa sürede en yüksek knock-down etkisini permethrin aktif maddesi göstermiştir. Diğer aktif maddeler açısından farklı sonuçlar elde edilmiş olsa da genel olarak bakıldığında beş popülasyonda en yüksek KDT₅₀ değerleri ile en düşük knock-down etkisini deltamethrin aktif maddesi göstermiştir. KDT₉₅ değerleri açısından karşılaştırma yapıldığında örnekleme yapılan tüm bölgelerdeki popülasyonlar üzerinde en kısa sürede en yüksek knock-down etkisini permethrin aktif maddesi gösterirken, bir popülasyon hariç en düşük knock-down etkisini deltamethrin aktif maddesi göstermiştir. Piretroit grubu insektisitler ve DDT knock-down etkisine sahip olduklarından hızlı etkili insektisitlerdir. Bu insektisitlerin sivrisinek vücudundaki hedef bölgesi olan voltaja duyarlı sodyum kanallarını kodlayan genlerde meydana gelen bir dizi mutasyon sonucunda sivrisineklerde bu insektisitlere karşı direnç gelişmekte ve bu tip bir direnç, knock-down direnci (*kdr*) olarak adlandırılmaktadır. Bir sivrisinek popülasyonunda knock-down direncinin olması durumunda, hassasiyet testleri sonucunda elde edilen knock-down oranlarının o insektisite karşı direnç gelişiminin erken tespiti için duyarlı bir indikatör olduğu bilinmektedir (WHO 2013). Bu açıdan bakıldığında permethrine karşı tüm popülasyonlar 60 dakika sonunda %100 knock-down oranı ile düşük KDT₅₀ ve KDT₉₅ değerleri gösterdiğinden bu aktif maddeye karşı şu an için direnç gelişiminin olmadığı görülmektedir. Deltamethrin aktif maddesi için tüm popülasyonlarda 60 dakika sonunda %31,31-99,58 aralığında knock-down oranları ile 11,26-122,53 dakika aralığında KDT₅₀ ve 40,83-744,30 dakika aralığında KDT₉₅ değerlerinin tespit edilmesi, bu aktif maddeye karşı tüm popülasyonlarda direnç gelişimine işaret etmektedir. Etofenprox aktif maddesi için Alanya-Çıplaklı ve Alanya-Süleymanlar popülasyonlarında sırasıyla 60 dakika sonunda %88,21 ve %94,34 knock-down oranları, 26,02 ve 27,61 dakika KDT₅₀ değerleri ile 85,36 ve 81,18 dakika KDT₉₅ değerleri bu iki popülasyonda etofenproxa karşı direnç gelişebileceğine işaret etmektedir. Lambda-cyhalothrin aktif maddesi için Alanya-Çıplaklı ve Kumluca-Narancıye popülasyonlarında sırasıyla 60 dakika sonunda %94,27 ve %96,14 knock-down oranları, 20,66 ve 14,67 dakika KDT₅₀ değerleri ile 69,66 ve 45,94 dakika KDT₉₅ değerleri bu iki popülasyonda lambda-

cyhalothrine karşı direnç gelişebileceğine işaret etmektedir. Ayrıca hassasiyet testlerinden elde edilen knock-down oranları ile 24 saat sonundaki ölüm oranları arasında uyum olduğu görülmektedir. Buna göre etofenprox, deltamethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı düşük knock-down oranları ile yüksek KDT₅₀ ve KDT₉₅ değerleri gösteren popülasyonlarda ölüm oranlarının direnç veya olası direnç seviyelerinde olduğu tespit edilmiştir.

Yaptığımız literatür taramasında ülkemizde SP'lerin sivrisinekler üzerindeki knock-down etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yurt dışında yapılmış çalışmalarda ise bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlarla benzer ve farklı sonuçların olduğu görülmüştür.

Mittal vd. (2002)'ye göre, Hindistan'da araziden toplanan ve laboratuvarda kolonize edilmiş *An. culicifacies* Giles, 1901 türü sivrisineklerin deltamethrine hassasiyet durumu araştırılmıştır. Yapılan knock-down testleri sonucunda Rameshwaram Adası'ndan toplanan ve bu bölgeden kolonize edilmiş sivrisineklerin KDT₅₀ ve KDT₉₀ değerlerinin diğer bölgelerdeki popülasyonlardan iki-üç kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak bu iki popülasyonda 24 saatlik bekleme süresi sonunda %100 oranında ölüm olduğu görülmüştür. Araştırmacılar bu durumun, Rameshwaram Adası'ndaki *An. culicifacies* popülasyonlarında deltamethrine direnç gelişmeye başladığına işaret ettiğini ileri sürmüşlerdir.

Hougard vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada, laboratuvar koşullarında *An. gambiae* ve *Cx. quinquefasciatus* türü sivrisineklerin piretroitlere hassas ve dirençli suşları kullanılarak cibinliklere emdirilmiş yedi SP'nin (alpha-cypermethrin, cyfluthrin, deltamethrin, lambda-cyhalothrin, etofenprox, permethrin ve bifenthrin) etkinliği araştırılmıştır. *An. gambiae* hassas suşu ile yapılan testlerde DSÖ'nün önerdiği konsantrasyonlarda tüm piretroitlerin 4-12 dakika aralığındaki KDT₅₀ değerleri ile hızlı knock-down etkisi gösterdiği belirlenmiştir. DSÖ'nün önerdiği dozun dörtte biri konsantrasyonda yapılan testlerde farklılığın daha büyük olduğu, en düşük KDT₅₀ değerini alpha-cypermethrinin, en yüksek KDT₅₀ değerini ise deltamethrinin gösterdiği, diğer beş insektisit in ise sonuçlarının benzer olduğu görülmüştür. *An. gambiae* dirençli suşunda DSÖ'nün önerdiği dozlarda KDT₅₀ değerlerinin alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin için 2-3 kat, cyfluthrin, deltamethrin ve etofenprox için 6-8 kat, bifenthrin ve permethrin için 10 kattan daha yüksek olduğu görülmüştür. DSÖ'nün önerdiği dozun dörtte biri konsantrasyonda yapılan testlerde alpha-cypermethrinin en düşük KDT₅₀ değerine sahip olduğu görülmüşken, etofenprox, lambda-cyhalothrin ve permethrinde knock-down etkisi neredeyse hiç görülmemiştir. *Cx. quinquefasciatus* hassas suşu ile yapılan testlerde DSÖ'nün tavsiye ettiği konsantrasyonlarda KDT₅₀ değerleri etofenprox, lambda-cyhalothrin ve permethrin hariç *An. gambiae* hassas suşuna göre iki kattan daha fazladır. En düşük KDT₅₀ değeri permethrinde görülmüş olup, *An. gambiae* hassas suşunda gözlenen değerle önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiş ve en yüksek KDT₅₀ değeri ise bifenthrinde görülmüştür. *Cx. quinquefasciatus* dirençli suşu ile yapılan testlerde DSÖ'nün tavsiye ettiği konsantrasyonlarda sadece alpha-cypermethrinde düşük bir knock-down etkisi görülmüşken, diğer insektisitlerde knock-down etkisi görülmemiş veya çok yüksek KDT₅₀ değerleri tespit edilmiştir. Düşük konsantrasyonlarda yapılan testlerde ise test edilen insektisitlerin hiçbirinde knock-down etkisi görülmemiştir.

John vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, Batı Uganda'da sıtma hastalığının yaygın olarak görüldüğü Kamwange bölgesindeki beş mahalleden toplanan *An. gambiae* kompleksine ait pupaların laboratuvarda yetiştirilmesinden elde edilen ergin dişi sivrisineklerin piretroit grubu insektisitlere direnç durumları araştırılmıştır. Bu amaçla 10 yıl (1998-2007 yılları arasında) boyunca deltamethrin, cyfluthrin ve cypermethrin aktif maddelerini içeren ürünlerin emdirildiği cibinlikler kullanılarak hassasiyet testleri yapılmıştır. Testlerin sonucunda, her üç aktif madde için 10 yıllık ortalama KDT₅₀ değerlerinde 4 katlık önemli bir artış olduğu görülmüştür. On yıllık ortalama KDT₅₀ değerleri açısından deltamethrin-cyfluthrin ve deltamethrin-cypermethrin arasında önemli bir farklılık olduğu belirlenmişken, cyfluthrin-cypermethrin arasında önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Ayrıca sıtmanın daha az görüldüğü, daha serin ve insektisitli cibinlik kullanımının çok daha az olduğu bölgeden toplanan ve sadece deltamethrine maruz bırakılan kontrol grubunun 10 yıllık ortalama KDT₅₀ değerindeki farklılığın deney gruplarının olduğu bölgedeki değerlerden önemli ölçüde farklı olduğu belirlenmiştir.

Kumar vd. (2011)'e göre, Hindistan'ın kuzeyinde lenfatik flariasisin endemik olarak görüldüğü alanlardan toplanan *Cx. quinquefasciatus* türü ergin dişi sivrisineklerin deltamethrin, cyfluthrin, permethrin ve lambda-cyhalothrin gibi sentetik piretroit grubu insektisitlerle malathion ve DDT'ye duyarlılık durumları DSÖ standart test yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Test edilen sentetik piretroit grubu insektisitlerin knock-down süreleri arasında önemli düzeyde farklılık olduğu görülmüştür. Permethrin için KDT₅₀ değeri 31,480 dakika iken, bunu sırasıyla 25,701 dakika ile lambda-cyhalothrin, 24,855 dakika ile deltamethrin ve 21,650 dakika ile cyfluthrin izlemektedir. Bu sonuçlara göre permethrinin knock-down etkisinin diğer sentetik piretroitlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Nkya vd. (2014)'e göre, Tanzania'da ekolojik olarak birbirinden farklı üç bölgeden (tarım alanı, kentsel alan ve çevresel kirleticilerin ve pestisit kullanımının daha az olduğu bölge) toplanan *An. gambiae* kompleksine ait dokuz popülasyondaki sivrisinek larva ve erginlerinin deltamethrin, DDT ve bendiocarba direnç düzeyleri araştırılmıştır. Erginlerle yapılan testler sonucunda, kentsel ve tarımsal alanlardan toplanan popülasyonların deltamethrin için KDT₅₀ değerlerinin duyarlı iki laboratuvar suşundan 3,5-5,8 kat daha yüksek olduğu ve bu sebeple deltamethrine orta düzeyde dirençli oldukları tespit edilmiştir. DDT'ye karşı kentsel alandan toplanan popülasyonlardan birinin KDT₅₀ değerinin duyarlı laboratuvar suşlarından 2,2 kat daha yüksek olmasıyla bu popülasyonun DDT'ye düşük düzeyde dirençli olduğu görülmüşken, test edilen tüm popülasyonların %100 ölüm oranı ile bendiocarba duyarlı oldukları belirlenmiştir.

Marcombe vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, ABD'nin üç eyaletindeki sekiz bölgeden toplanan *Ae. albopictus* türü sivrisineklerin larva ve erginlerinin, farklı etki mekanizmasına sahip ana insektisit sınıflarından kimyasallara hassasiyet durumları araştırılmıştır. Ergin sivrisineklerle yapılan testlerde belirlenen KDT₅₀ değerlerinin hassas popülasyonla karşılaştırılmasından elde edilen RR₅₀ değerleri; OK grubundan DDT için 0,8-1,88 aralığında, SP grubundan deltamethrin için 1,13-1,78, phenothrin için 0,78-0,98 ve prallethrin için 0,83-1,18 aralığında, OF grubundan malathion için 1,15-2,34 aralığında bulunmuştur. Araziden toplanan tüm popülasyonların DDT, deltamethrin, phenothrin ve prallethrin için RR₅₀ değerleri 2'nin altında çıktığından

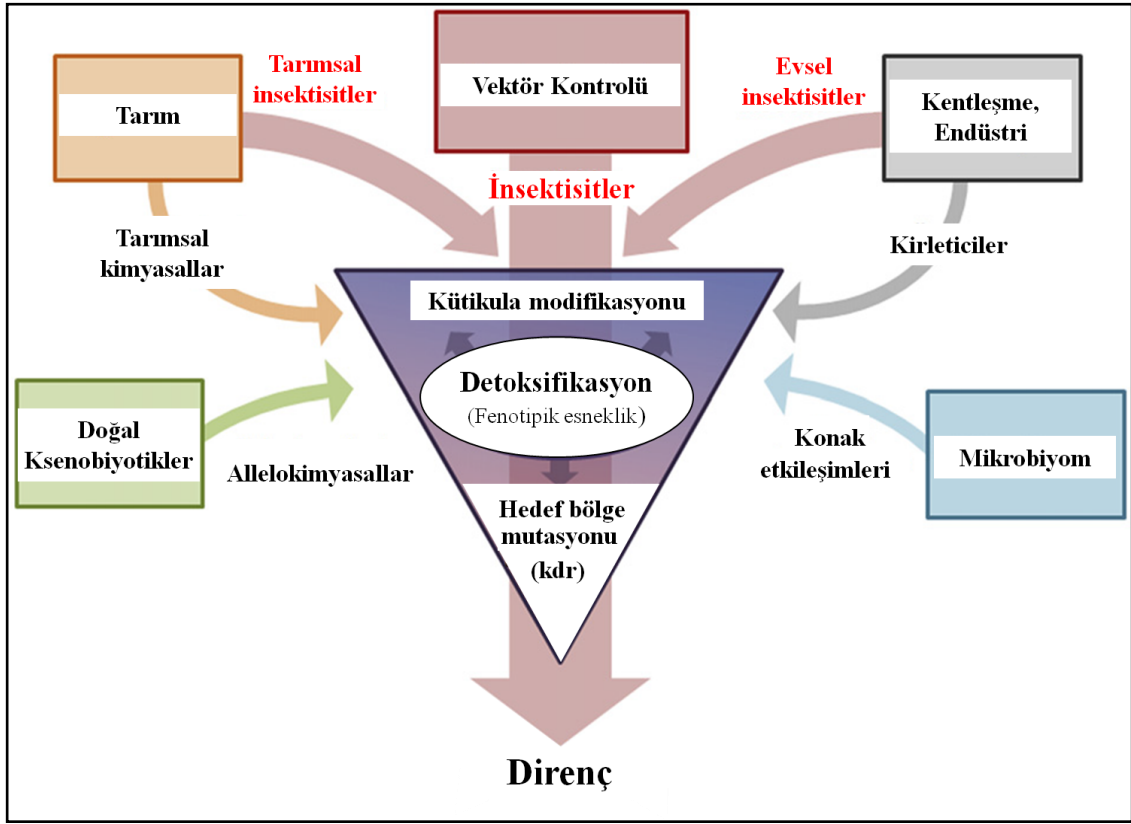
knock-down etkisi bakımından bu insektisitlere duyarlı oldukları, Florida'dan toplanan iki popülasyonun ise RR_{50} değerlerine (2,16 ve 2,34) göre malathiona dirençli oldukları belirlenmiştir.

Etang vd. (2016)'ya göre, Kamerun'un Pitoa şehrinden toplanan *An. gambiae* türü sivrisinek larva ve pupalarının laboratuvar ortamında yetiştirilmesiyle elde edilen ergin dişi bireylerin DSÖ tüp test yöntemine göre DDT, permethrin ve deltamethrine hassasiyet durumları araştırılmıştır. Hassas popülasyonla yapılan testlerde KDT_{50} değeri DDT için yaklaşık 20 dakika olarak bulunmuşken, permethrin ve deltamethrin için yaklaşık 10 dakika olarak bulunmuştur. Bu üç insektisit için KDT_{95} değerinin ise 32 dakikadan daha az olduğu belirlenmiştir. Pitoa'dan toplanan arazi popülasyonunda ise KDT_{50} değerleri DDT için yaklaşık 40 dakika, deltamethrin için 20 dakika ve permethrin için 22 dakika olarak bulunmuştur. Arazi popülasyonunun KDT_{50} değerlerinin hassas popülasyonunun KDT_{50} değerlerine oranlanmasıyla elde edilen KDT_{50R} değerlerinin ise 1,9-2,4 kat aralığında olduğu görülmüştür. DDT için 60 dakika sonundaki knock-down oranının %95'e ulaşmadığı belirlenmişken, KDT_{95} değerinin deltamethrin için yaklaşık 38 dakika, permethrin için yaklaşık 45 dakika olduğu görülmüştür.

Hassasiyet testlerinde kullandığımız her aktif madde için DSÖ tarafından önerilen diagnostik doza karşı sivrisinek popülasyonlarının direnç durumu WHO (2013)'de belirtilen ölüm oranları esas alınarak değerlendirilmiştir. Yaptığımız testler sonucunda; örnekleme yapılan tüm lokalitelerde permethrin aktif maddesinin sivrisinek popülasyonları üzerinde %100 oranında ölüme yol açarak en etkili aktif madde olduğu görülürken, deltamethrin aktif maddesinin ise tüm popülasyonlar üzerinde %58,78-97,56 aralığında ölüme yol açarak en düşük etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. Test edilen popülasyonların tamamının DSÖ kriterlerine göre permethrin aktif maddesine hassas olduğu görülmüşken, deltamethrin aktif maddesine hassas herhangi bir popülasyonun olmadığı, sekiz popülasyondan dördünün deltamethrine dirençli diğer dördünün ise olası dirençli olduğu tespit edilmiştir. Test edilen sekiz popülasyon üzerinde etofenprox aktif maddesi %91,54-100, lambda-cyhalothrin ise %93,10-100 aralığında ölüme yol açmıştır. Etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinin her birine karşı ikişer örnekleme alanından toplanan popülasyonların olası dirençli, diğer altı popülasyonun ise hassas olduğu belirlenmiştir.

Yaptığımız literatür taramasında ülkemizde sivrisinek erginlerinin sentetik piretroitlere karşı direnç ya da hassasiyet durumunu gösteren sınırlı sayıda çalışmaya rastlanırken, Antalya ilinde ise sadece bazı bölgelerde yapılmış birkaç lokal çalışmaya rastlanılmıştır. Bu sebeple, bu tez çalışması Antalya ilinde sivrisineklerin SP grubu çeşitli insektisitlere karşı hassasiyet seviyelerinin belirlenmesine yönelik yapılan kapsamlı ilk çalışma olma niteliğindedir. Ülkemizde ve yurt dışında yapılmış çeşitli araştırmalardan elde edilen sonuçları incelediğimizde, bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlarla benzer ve farklı sonuçların olduğu görülmüştür. İsektisit direnci bir ülke içindeki bölgeler, iller, ilçeler hatta daha küçük lokaliteler arasında bile farklılık gösterebilmektedir. İsektisit direncindeki bu farklılığa sivrisineğin türü, yaşam evresi, fizyolojik durumu hatta sivrisineğin vücudunda bulunan çeşitli simbiyontlar veya patojenler, çalışma alanının iklimsel özellikleri, yüksekliği, bitki örtüsü, yüz ölçümü, sosyoekonomik yapısı, tarım ve hayvancılık faaliyetleri, bu alanda uygulanan pestisitler, pestisitlerin uygulama sıklıkları, dozları ve yöntemi, tarımsal kimyasallar, kentsel ve

endüstriyel kirleticiler gibi birçok değişken neden olabilmektedir (Nkya vd. 2013; Ser ve Çetin 2017a, b) (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Sivrisineklere piretroit direncini etkileyen çevresel faktörlerin şematik gösterimi (Nkya vd. 2013)

Adana ilinde insektisit uygulamasının yoğun olarak yapıldığı Tabaklar ve Herekli köyleri ile nispeten daha az insektisit kullanılan Menekşe köyünden gonoaktif (mayıs-eylül ayları arası) ve yağlanmış (ekim-nisan ayları arası) sezonlarda toplanan *An. sacharovi* türü sivrisineklere ve aynı türün laboratuvar kolonisine %4 DDT, %5 malathion, %1 propoxur, %0.025 deltamethrin ve %0.25 permethrin dozları uygulanarak hassasiyet seviyeleri araştırılmıştır. Ayrıca direnc mekanizmasını belirlemek amacıyla asetilkolin esteraz, glutatyon-S-transferaz ve genel esteraz enzim düzeyleri ölçülmüştür. Hassasiyet testleri sonucunda test edilen tüm örneklerin %100'lük ölüm oranı ile %5 malathion dozuna duyarlı oldukları, diğer insektisitlere ise daha düşük ölüm oranları ile değişen seviyelerde dirençli oldukları belirlenmiştir. Yağlanmış sezonda yapılan hassasiyet test sonuçlarının çoklu karşılaştırmalarına göre DDT için, Tabaklar, Herekli ve Menekşe lokaliteleri arasındaki farkın önemli olmadığı, propoksür, deltamethrin ve permethrin için Tabaklar ve Herekli lokaliteleri arasında fark olmadığı, fakat Menekşe'nin diğer iki lokaliteden önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur. Gonoaktif sezon için yapılan çoklu karşılaştırmalarda ise DDT, propoksür, deltamethrin ve permethrin için, koloniye ait hassasiyet test sonuçlarının diğer üç lokaliteden (Tabaklar, Herekli ve Menekşe) önemli derecede farklılık gösterdiği, bu üç lokalitenin ise kendi arasında farklı olmadığı bulunmuştur. Hassasiyet test sonuçlarına göre yapılan gruplandırma ile aynı örneklerde üç enzim için ölçülen

aktivite oranları arasında yüksek bir uyumluluk bulunmuştur. Her üç enzim için ölçülen aktivitelerin, dirençlilerde hassaslardan anlamlı derecede daha yüksek olmasının yanında, gonoaktif döneme ait enzim aktivitelerinin yağlanmış sezondan anlamlı derecede daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca çok yoğun insektisit kullanılan lokalitelerde asetilkolin esterase, glutatyon-S-transferaz ve genel esterase enzim aktivitelerinin oldukça yüksek olduğu, insektisit kullanımının az olduğu veya insektisitlerin hiç kullanılmadığı lokalitelerde ise aktivitenin düşük olduğu bulunmuştur (Lüleyap ve Kasap 2000).

Kasap vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada, Adana, Adıyaman, Antalya ve Muğla illerinden toplanan ve Çukurova Üniversitesi laboratuvar kültüründen elde edilen, ülkemizde sıtma parazitlerinin ana vektörlerinden olan *An. sacharovi* türü sivrisineklerin OK (2), OF (3), karbamatlı (2) ve SP grubu (5) toplam 12 insektisite karşı hassasiyet seviyeleri araştırılmıştır. Laboratuvar kültüründen elde edilen sivrisineklerin malathion, pirimiphos-methyl ve etofenproxa duyarlı, dieldrin, deltamethrin ve lambda-cyhalothrine olası dirençli iken DDT, fenitrothion, bendiocarb, propoxur, permethrin ve cyfluthrine dirençli oldukları belirlenmiştir. Adana, Adıyaman ve Antalya'dan toplanan sivrisineklerin ortak olarak sadece malathion ve pirimiphos-methyle, Adıyaman popülasyonunun ilaveten lambda-cyhalothrin ve etofenproxa, Antalya popülasyonunun ise %2 etofenproxa duyarlı oldukları, Aydın'dan toplanan örneklerin malathion, pirimiphos-methyl, dieldrin, lambda-cyhalothrin ve etofenproxa duyarlı oldukları, Muğla'dan toplanan örneklerin ise malathion, pirimiphos-methyl, dieldrin, fenitrothion, lambda-cyhalothrin, cyfluthrin ve etofenproxa duyarlı oldukları belirlenmiştir. Araştırmacılar Adana, Antalya ve Adıyaman'dan toplanan sivrisineklerin test edilen çoğu insektisite karşı daha dirençli olma sebeplerinin bu bölgelerde tarım zararlıları ve sivrisineklere karşı yoğun insektisit kullanımına bağlı seçimden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir.

Akner vd. (2009)'a göre, ülkemizin yedi farklı lokalitesinden toplanan *Cx. pipiens* popülasyonlarının, yasaklanmış ürün DDT hariç Türkiye'de sivrisinek kontrol programlarında yoğun olarak kullanılan dört larvasit ve dört ergin öldürücü ürüne (DDT, permethrin, deltamethrin ve malathion) karşı direnç seviyeleri araştırılmıştır. Ergin sivrisineklerin insektisitlere hassasiyetleri Çankırı ve Mersin popülasyonları hariç diğer beş popülasyon üzerinde test edilmiş; Bu popülasyonların tamamının DDT'ye dirençli oldukları ve DDT'nin diagnostik dozunun ergin sivrisinekler üzerinde düşük ölüm oranına yol açtığı belirlenmiştir. Hatay, Birecik ve Viranşehir popülasyonlarının DSÖ kriterlerine göre permethrin, deltamethrin ve malathiona karşı olası dirençli oldukları, Ankara ve Antalya popülasyonlarının ise test edilmiş tüm insektisitlere karşı dirençli oldukları belirlenmiştir.

Trakya'da beş farklı lokaliteden (Avarız, Tatarköy, Dereköy, Seremköy ve Su Akacağı) 2007 ve 2008 yıllarında toplanan *An. maculupennis* türü sivrisineklerin DDT, permethrin, deltamethrin ve malathiona duyarlılıklarının araştırıldığı çalışmada; tüm popülasyonlardaki ergin sivrisineklerin DDT'ye dirençli oldukları ve bu insektisit düşük bir ölüm oranına yol açtığı belirlenmiştir. Tüm popülasyonlarda 2007 yılında malathiona karşı olası direnç durumu görülürken, 2008 yılında ölüm oranları azalarak %90'ın altına düşmüş, hatta Seremköy popülasyonunda ölüm oranları direnç seviyesine (%80'in altına) inmiştir. Tüm popülasyonlarda 2007 ve 2008 yıllarında permethrin ve deltamethrine karşı olası direnç olduğu ve bu insektisitlerle elde edilen ölüm oranının

2008 yılında 2007 yılına göre düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacılar olası direnç mekanizmasını belirlemek için yaptıkları biyokimyasal çalışmalar sonucunda, bu beş popülasyonda non-spesifik esterazların ve glutatyon-S-transferaz enzimlerinin insektisitlere dirençte rol oynamış olabileceğini ileri sürmüşlerdir (Akıner vd. 2013).

Akıner ve Ekşi (2015)'in yaptığı çalışmada Mersin (şehir merkezi ve Huzurkent), Adana (Karıyaka) ve Antalya (Aksu) illerinden toplanan *Cx. pipiens* popülasyonlarının DDT, malathion, permethrin ve deltamethrine direnç/hassasiyet durumları, sinerjistlerin etkinlikleri ve dirençle ilgili olası biyokimyasal mekanizmalar araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, Huzurkent popülasyonunda %84'lük ölüm oranı ile deltamethrine olası direnç durumu hariç test edilen tüm popülasyonların kullanılan insektisitlerin tamamına dirençli oldukları belirlenmiştir. Direncin biyokimyasal mekanizmasını belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar karışık fonksiyonlu oksidazlar (MFO) ve non-spesifik esterazların (özellikle p-NPA) DDT, malathion ve piretroitlere dirençte önemli bir rol oynadığını, glutatyon-S-transferaz aktivite testlerinin ise test edilmiş tüm popülasyonlarda direncin multifaktöriyel olduğuna işaret ettiğini belirtmişlerdir.

Çanakkale, Balıkesir, İzmir, Aydın, Muğla ve Denizli illerindeki toplam 25 lokaliteden 2012 yılı ilkbahar-sonbahar ve 2013 yılı ilkbahar mevsimlerinde toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek yumurta ve larvalarından elde edilen 1. nesil ergin dişi sivrisineklerle yapılan bir çalışmada bu altı popülasyonun DDT, dieldrin, malathion, bendiocarb, deltamethrin ve permethrine karşı üç mevsim için %60-97 arasında değişen ölüm oranları ile farklı seviyelerde dirençli oldukları, referans suşun ise ≥ 98 'lik ölüm oranı ile test edilen tüm insektisitlere duyarlı olduğu belirlenmiştir (Taskın vd. 2016).

Corbel vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada Batı Afrika'da bulunan Benin'deki dört lokaliteden toplanan *An. gambiae* ve *Cx. quinquefasciatus* türü sivrisinek larvalarının laboratuvarda yetiştirilmesinden elde edilen ergin dişi sivrisineklerin SP, karbamatlı, OK ve OF insektisitlere hassasiyet durumlarını belirlemek amacıyla; DSÖ diagnostik test kiti kullanılarak, hassas popülasyonlarla karşılaştırılmıştır. Hassasiyet testleri sonucunda *An. gambiae* türü sivrisineklerin iki lokaliteden, *Cx. quinquefasciatus* türü sivrisineklerin ise üç lokaliteden toplanan popülasyonlarının düşük ölüm oranları ile DDT ve permethrine yüksek seviyede direnç gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan biyokimyasal ve moleküler analizler sonucunda direncin ortaya çıkmasından detoksifikasyon enzim seviyelerindeki artışa bağlı metabolik direncin ve *kdr* mutasyonuna bağlı hedef bölge direncinin sorumlu olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca insektisit direncinin kentsel alanlarda sebze yetiştirilen lokalitelerde, insektisit kullanımının daha az olduğu kırsaldaki pirinç tarlalarına göre daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır.

Suman vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada, Hindistan'ın dört şehrinden (Jodhpur, Bikaner, Bathinda ve Jamnagar) toplanan *Cx. quinquefasciatus* larvalarının çeşitli larvasitlere ve bu larvalardan elde edilen ergin sivrisineklerin SP'lere direnç durumu aynı türün duyarlı laboratuvar popülasyonu ile karşılaştırılarak araştırılmıştır. Direnç durumunu ifade etmek için arazi ve duyarlı laboratuvar popülasyonunun LC₅₀ değerlerinin birbirine oranlanmasından elde edilen direnç oranı (RR) kullanılmıştır. Yapılan testler sonucunda dört farklı şehirden toplanan *Cx. quinquefasciatus* popülasyonlarının lambda-cyhalothrin (0,96-3,33 kat) ve cypermethrine (1,55-3,19 kat) düşük düzeyde direnç gösterirken, alpha-cypermethrine (2,06-5,48 kat) daha yüksek

düzeyde direnç gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, *Cx. quinquefasciatus* türü sivrisineklerin erginlerine karşı örnekleme yapılan bölgelerde lambda-cyhalothrin ve cypermethrin kullanımının etkili olabileceği belirtilmiştir. Araştırmacılar, vektör kontrolü için kullanılan sivrisinek bobinleri, matları ve sıvı formülasyonları gibi çeşitli formülasyonların ve insektisit uygulanmış cibinliklerin sivrisineklerde piretroitlere karşı direnç gelişmesine neden olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Pocquet vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, Hint Okyanusu'nda bulunan Mayotte Adası'nda dört ana vektör sivrisinek türünün (*An. gambiae*, *Cx. pipiens quinquefasciatus*, *Ae. aegypti* ve *Ae. albopictus*) arazi popülasyonlarının ve laboratuvar suşlarının (duyarlı ve dirençli) çeşitli larvasitlere ve ergin mücadelesinde kullanılan deltamethrine direnç seviyeleri araştırılmıştır. Sivrisinek erginleri ile yapılan denemelerde *An. gambiae*, *Ae. aegypti* ve *Ae. albopictus* türlerine ait arazi popülasyonlarının deltamethrine duyarlı oldukları belirlenirken, *Cx. pipiens quinquefasciatus* türüne ait arazi popülasyonunun %10 ölüm oranı ile deltamethrine yüksek düzeyde direnç gösterdiği ve insektisit knock-down etkisinde de güçlü bir azalma (RR_{50} : 4,2) olduğu tespit edilmiştir. *Cx. pipiens quinquefasciatus* popülasyonlarında görülen deltamethrin direncinin, Mayotte Adası'nda Bancroftian Flariasis mücadelesi amacıyla bu sivrisinek türüne karşı 1950'lerden beri kullanılan sodyum kanallarını hedefleyen DDT ve ardından SP grubu insektisitlere bağlı seçim baskısından kaynaklanmış olabileceği ileri sürülmüştür.

Yunanistan'da yapılan çalışmada; 2008-2010 yılları arasındaki üç yıllık dönemde beş bölgeden toplanan 13 *Cx. pipiens* popülasyonunun çeşitli larvasitlere ve ergin mücadelesinde kullanılan deltamethrine direnç düzeyleri araştırılmıştır. Ergin sivrisineklerle yapılan testler sonucunda bir popülasyonun %64 ölüm oranı ile deltamethrine dirençli olduğu, üç popülasyonun %87, %90 ve %92 ölüm oranları ile olası dirençli olduğu ve geri kalan dokuz popülasyonun ise duyarlı oldukları belirlenmiştir. Piretroitlere karşı belirli bölgelerdeki sivrisinek popülasyonlarında görülen bu dirence, piretroitlerin kentsel alanlarda ev içi uygulamalarda kişisel korunma amacıyla yaygın olarak kullanılmasının ve son yıllarda ULV yöntemiyle kullanımlarının yanı sıra uzun süredir kentsel alanlara bitişik tarım alanlarındaki yoğun kullanımlarına bağlı olarak meydana gelen piretroit direnç mutasyonlarını hızlandırmasından kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Kioulos vd. 2014).

Kudom vd. (2015)'e göre, Gana'da üç farklı ekolojik zonda bulunan dokuz şehirden (her şehirde yerleşim alanı, kentsel tarım alanı ve bataklık alan olmak üzere üç farklı alandan) toplanan *Culex* cinsi sivrisinek larvalarının laboratuvarında yetiştirilmesi ile elde edilen ergin dişi sivrisineklerin, DSÖ'nün tüp test yöntemi kullanılarak DDT, permethrin ve deltamethrine hassasiyet durumları araştırılmıştır. Yapılan tür teşhislerinde çalışma alanından toplanan *Culex* cinsi larvaların *Cx. quinquefasciatus* ve *Cx. decens* Theobald, 1901 türüne ait oldukları belirlenmiştir. Hassasiyet testleri sonucunda *Cx. quinquefasciatus* türüne ait popülasyonların *Cx. decens* türüne ait popülasyonlara göre daha dirençli oldukları, her iki sivrisinek türüne ait popülasyonların DDT ve deltamethrine daha yüksek düzeyde dirençli iken permethrine nispeten düşük düzeyde dirençli oldukları belirlenmiştir. Ayrıca yerleşim alanlarından toplanan sivrisineklerdeki ölüm oranlarının, kentsel tarım alanları ve bataklık alanlardan toplanan sivrisineklere göre daha düşük olduğu belirlenmiş ve buna bağlı olarak kentleşme ile direnç durumu arasında ilişki olduğu ileri sürülmüştür. Direncin mekanizmasını

belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda, *Cx. quinquefasciatus* türü sivrisineklerde yüksek esteraz ve glutatyon-S-transferaz enzim aktivitesi ile *kdr* mutasyonu tespit edilmiş ve bu durumun *Cx. quinquefasciatus*'ta gözlenen DDT ve piretroit direncinden sorumlu olabileceği ileri sürülmüştür.

Yadouléton vd. (2015)'e göre, Afrika Kıtası'nda bulunan Benin'de yapılan çalışmada; dört bölgeden toplanan *Cx. quinquefasciatus* türü sivrisinek larvalarından elde edilen ergin bireylerin SP grubu (permethrin ve deltamethrin), OK (DDT) ve karbamatlı (bendiocarb) insektisitlere direnç durumları araştırılmıştır. DSÖ'nün standart test yöntemi kullanılarak yapılan hassasiyet testleri sonucunda sivrisineklerde örnekleme yapılan dört alanda permethrin için %2-24 aralığında, deltamethrin için %24-48 ve DDT için %4-12 aralığında ölüm oranları ile yüksek düzeyde direnç olduğu, bendiocarb için %60-76 aralığında ölüm oranı ile orta düzeyde direnç olduğu belirlenmiştir. Direncin mekanizmasını belirlemek amacıyla yapılan moleküler analizler sonucunda; DDT ve piretroit insektisitlere direnç gelişiminde rol oynayan *kdr* mutasyonu ve karbamatlılara direnç gelişiminde rol oynayan *Ace.1* mutasyonu nedeniyle bu insektisit sınıflarının hedef bölgelerindeki duyarlılığın azalması ile hassasiyet testleri sonucunda elde edilen ölüm oranlarının uyumlu olduğu görülmüştür. Mutasyonların ise zararlılara karşı insektisit uygulamalarının yoğun olarak yapıldığı çiftliklerde, insektisit uygulamasının yapılmadığı alanlara göre önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, piretroitlere karşı gelişen direncin Benin'de pamuk ve sebze üretimi için tarımsal alanda bu insektisitlerin yaygın olarak kullanılmasından ve fil hastalığı etmeni *Wuchereria bancrofti*'nin vektörü olan *Cx. quinquefasciatus*'a karşı başlıca kontrol yöntemi olarak insektisitli cibinliklerde permethrin ve deltamethrinin kullanılmasından kaynaklanmış olabileceğini ileri sürmüştür.

Kushwah vd. (2015)'in yaptığı çalışmada, Hindistan'ın beş şehirden toplanan *Ae. albopictus* türü sivrinek larva ve pupalarının laboratuvar ortamında yetiştirilmesinden elde edilen ergin dişi bireylerin DDT ve piretroit (deltamethrin ve permethrin) insektisitlere hassasiyet düzeyleri DSÖ standart test kitleri kullanılarak araştırılmıştır. İki şehirden %61 ve %72'lik ölüm oranları ile DDT'ye karşı yüksek bir direnç tespit edilmişken, diğer üç şehirden %85-92 aralığındaki ölüm oranları ile olası direnç olduğu görülmüştür. Piretroit grubu insektisitlere karşı, bir şehirde %97'lik ölüm oranı ile deltamethrine, diğer bir şehirde ise %96'lık ölüm oranı ile permethrine olası direnç tespit edilmişken, örnekleme yapılan diğer şehirlerdeki popülasyonların %98-100 aralığındaki ölüm oranları ile bu insektisitlere hassas oldukları belirlenmiştir. Direnç mekanizmasını belirlemek için yapılan moleküler analizler sonucunda DDT, deltamethrin ve permethrine dirençli bireylerin hiçbirinde *kdr* mutasyonu tespit edilmemiştir.

İran'da yapılan bir çalışmada Tahran şehirden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisineklerin ve karşılaştırma için kullanılan laboratuvar suşunun DDT, lambda-cyhalothrin, deltamethrin ve cyfluthrin insektisitlerine duyarlılıkları araştırılmıştır. Yapılan testler sonucunda *Cx. pipiens*'in laboratuvar suşunun DDT'ye dirençli, diğer üç insektisite ise duyarlı olduğu, arazi popülasyonunun ise test edilen tüm insektisitlere dirençli olduğu hatta DDT uygulanan sivrisineklerde hiç ölüm görülmediği bildirilmiştir (Salim-Abadi vd. 2016).

İran'da yapılan başka bir çalışmada Çabahar şehrinde sıtma görülen bölgelerden toplanan *An. stephensi* türü sivrisinek larvalarından elde edilen ergin dişi sivrisineklerin, DSÖ test metoduna göre %4 DDT, %0,05 lambda-cyhalothrin, %0,05 deltamethrin, %0,75 permethrin, %0,15 cyfluthrin ve %0,5 etofenproxa duyarlılıkları araştırılmıştır. Yapılan testler sonucunda *An. sephensi* türü dişi sivrisineklerin DDT, cyfluthrin ve lambda-cyhalothrine dirençli oldukları (%90'dan daha düşük ölüm oranı), permethrin ve etofenproxa duyarlı oldukları (%98'den daha yüksek ölüm oranı) ve %96'lık ölüm oranı ile deltamethrine olası dirençli olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar insektisitlere karşı gelişen direncin, bu bölgede geçmiş yıllarda sıtma vektörlerine karşı rezidüel uygulama ve insektisit emdirilmiş cibinlik kullanımı şeklinde yürütülen kimyasal kontrol programlarından veya ziraai alandaki insektisit uygulamalarından kaynaklanmış olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Ancak direncin mekanizmasının belirlenebilmesi için daha fazla araştırma yapılması gerektiğini vurgulamışlardır (Gorouhi vd. 2016).

Günümüzde pestisitler başlıca; tarımsal üretim alanında (özellikle ekonomik değeri olan bitkilere zarar veren böcek, mantar, yabancı ot ve kemirgen gibi canlılara karşı) ve halk sağlığı alanında (özellikle sıtma hastalığını önlemek açısından yaygın olarak sivrisinek mücadelesinde, ayrıca yakarca, karasinek, ev sineği, hamamböceği, kene, bit, pire, fare, sıçan vb. diğer vektör canlılara karşı) kullanılmaktadır. Bunların dışında; depolanmış veya ambalajlanmış gıdaların korunmasında; park, bahçe, oyun alanları, golf sahaları gibi alanlarda; kanal, hendek, havuz gibi alanlarda su akışını engelleyen otlara ve yosunlara karşı; inşaat sektöründe duvar kağıdı yapıştırıcıları, ahşap koruyucuları, boya ve sıvaların içinde; hayvancılık alanında (büyük ve küçükbaş hayvan çiftlikleri, tavuk ve balık yetiştiriciliğinde); halılar, kozmetik ürünleri, birçok ambalaj ve paketler ile karton ve kağıtlarda; ormancılık sektöründe ağaçları ve keresteleri korumak amacıyla; otoyollar, demiryolları ve enerji nakil hatlarının çevresinde yabancı otların üremesini engellemek için pestisitler kullanılmaktadır (Ser ve Çetin 2016). Birçok amaç için kullanılan pestisitler, özellikle açık ve geniş alanlara uygulandıklarında uygulandığı alanda kalmazlar. Çeşitli yollarla hedef dışı alanlara yayılarak toprağı, suyu ve havayı kısaca çevreyi kontamine edebilmektedirler. Bu durum hedef dışı canlılara zarar verdiği gibi hedef canlılarda da zaman içinde pestisitlere karşı direnç gelişmesine neden olabilmektedir (Tiryaki vd. 2010, Tiryaki ve Temur 2010; Ser ve Çetin 2016).

Dünya genelinde tarımsal kimyasal pazarının %41,5'ini herbisitler, bitki büyüme düzenleyicileri ve büyüme engelleyiciler, %27,1'ini insektisitler, %21,5'ini fungusitler ve %9,9'unu ise diğer kimyasallar oluşturmaktadır. Ülkemizde pestisit pazarı dünya pazarına paralellik göstermektedir (Kaymak ve Serim 2015). Antalya ili, tarımda alternatif üretim tekniklerinin ve modern teknolojinin kullanılmasıyla ülkemizin ve dünya insanının beslenmesine önemli katkıda bulunmaktadır. Nüfus büyüklüğü bakımından Türkiye'de 5. sırada, 156.000 çiftçi ailesi ve 9,53 milyar lira tarımsal üretim değeri ile 2. sırada, Türkiye bitkisel üretim değerinin %6,79'unu karşılayarak 1. sırada yer almaktadır. Bu sebeplerle Antalya ili Türkiye tarımının lokomotifi konumundadır. Antalya bölgesi, elverişli iklim şartlarıyla yıllardır meyve ve sebze üretiminde önemli bir yere sahip olmuştur. Antalya ilinin bitkisel ve hayvansal üretim yapısı, tohumculuk sektörü, kesme çiçek üretimi, tıbbi ve aromatik bitkiler, biyolojik mücadele ajanı üretimi, gen kaynakları, endemik bitki zenginliği, uygun iklim çeşitliliği, doğal zenginlikleri ve tarımsal ürün ihracat değerleri ile kullanılan tarım teknolojisi,

üretimdeki çeşitlilik ve pazara yönelik üretim açısından dikkat çekmektedir. Antalya ilinde, Türkiye'deki toplam 691.707 dekar örtüaltı tarım alanının %38,79'u olan 268.340 dekar örtüaltı alanda üretim yapılmaktadır. Bu bakımdan Türkiye cam sera alanının %83,29'u ve plastik sera alanının ise %53,34'üne sahiptir. Ayrıca 2016 yılı Aralık ayı itibarıyla Türkiye'deki sebze tohumu üretimi yapan 170 firmanın 75'i ve Türkiye'deki sebze fidesi üretimi yapan 105 firmanın 60'ı Antalya firmasıdır. Antalya ilinin yayla kesimlerinde kıl keçisi ve koyunculuk, kısmen süt sığırcılığı, sahilde ise süt sığırcılığı ağırlık kazanmaktadır. TÜİK verilerine göre 2016 yılı itibarıyla 1.141.951 adet küçükbaş hayvan varlığı ile Türkiye'de 8. sırada yer almaktadır (Anonim 11). Antalya ili, sera sebzeçiliğinin yaygın olarak yapılması ve yüksek gelir getirmesi nedeniyle hastalık ve zararlılarla kimyasal mücadele için yoğun pestisit kullanımının olduğu bir yöredir. Ancak mücadele sırasında üreticilerin çoğu zaman bilinçsiz olarak uygulama yaparak aşırı miktarda pestisit kullandığı belirtilmektedir (Özkan vd. 2002).

Antalya ilinin iklimi, doğası, bitki örtüsü ve ildeki insan faaliyetleri başta sivrisinekler olmak üzere vektör potansiyeli olan birçok canlının yaşaması için uygun ortam sağlamaktadır. Ayrıca turizm ve göç kaynaklı yoğun nüfus hareketliliğinin olması, il genelinde vektör kaynaklı hastalıkların ortaya çıkması riskini oluşturmaktadır. Bu nedenlerle il genelinde vektör canlılara karşı yıl boyunca birçok kurum ve kuruluş tarafından düzenli olarak mücadele çalışmaları yürütülmektedir. Antalya ilinde sivrisinek mücadelesi 2014 yılı yerel seçimleri öncesinde Büyükşehir Belediyesi (merkez ilçeler olan; Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı ve Muratpaşa ilçelerinde), ilçe ve belde belediyeleri, turizm altyapı birlikleri ve İl Sağlık Müdürlüğü Sıtma Birimi tarafından yürütülmekteydi. Ancak 06/12/2012 tarih ve 28489 sayılı resmi gazetede yayınlanan 6360 nolu kanun ile Antalya ilinin de içinde olduğu illerin büyükşehir belediyelerinin sınırları, il mülki sınırları olarak değiştirilmiştir. Buna göre Antalya ili genelinde vektör mücadelesi yapma görevi Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin sorumluluğuna girmiştir. Ancak bu kanunun uygulanması 30 Mart 2014 tarihinde yapılan yerel seçimlerden sonraya bırakılmıştır. Bu tarihten sonra Antalya Büyükşehir Belediyesi; İl Sağlık Müdürlüğü Sıtma Birimi ve turizm altyapı birlikleri ile koordinasyon içinde il genelinde vektör mücadelesi çalışmalarına başlamıştır (Ser 2015).

Yaptığımız bu çalışmada örnekleme yapılan tüm alanlarda deltamethrine karşı olası direnç veya direnç tespit edilmiş olmasının, bu aktif maddenin tarım ve halk sağlığı alanında zararlılarla mücadelede uzun yıllar boyunca yaygın olarak kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ülkemizde ve yurt dışında yapılmış çeşitli araştırmalarda tarım alanında ve/veya halk sağlığı alanında zararlılara veya vektör canlılara karşı pestisit kullanımının yoğun olduğu bölgelerden toplanan sivrisineklerde tespit edilen insektisit direncinin, pestisit kullanımının daha az olduğu bölgelerdekilere göre daha yüksek düzeylerde olduğu belirlenmiştir (Kasap vd. 2000; Lüleyap ve Kasap 2000; Corbel vd. 2007; Kioulos vd. 2014; Pocquet vd. 2014; Yadouléton vd. 2015; Gorouhi vd. 2016). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı verilerine göre, ülkemizde deltamethrin aktif maddesi içeren çok sayıda ruhsatlı bitki koruma ürünü bulunmaktadır (Anonim 12). Tarım alanında deltamethrin aktif maddesi içeren ürünlerin il genelinde yaygın olarak kullanıldığı bilinmesine rağmen, kullanılan insektisit miktarlarına yönelik resmi bir veriye ulaşamamıştır. Buna istinaden zirai ürün satan bayilerle yapılan görüşmelerde deltamethrin aktif maddesi içeren ürünlerin

yoğun olarak tercih edildiği bilgisine ulaşılmıştır. Ayrıca Elektronik Kamu Alımları Platformu (EKAP) verilerine göre; il genelinde vektör mücadelesi yapan Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından sivrisinek erginlerine yönelik ULV çalışmalarında kullanılmak üzere 2016 yılında 1.400.000 hektar, 2017 yılında 1.600.000 hektar alanda uygulama yapacak miktarda deltamethrin aktif maddesi içeren ürün satın alındığı görülmektedir (Anonim 13).

Çalışmamızda en düşük ölüm oranları ile en yüksek düzeyde deltamethrin direnci Kumluca ilçesi çöplük alanından toplanan sivrisineklerde tespit edilmiştir. Bu durumun çöplük alanında Antalya Büyükşehir Belediyesi ekipleri tarafından SP grubu insektisitler kullanılarak, düzenli olarak sivrisinek, yakarca ve ev sineği gibi vektörlere karşı rezidüel uygulama, sıcak ve soğuk sisleme çalışması yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca Antalya ilinde seracılık faaliyetlerinin ve buna bağlı pestisit kullanımının yoğun olduğu Kumluca ilçesinde, çöplük alanına atılan ve pestisit kalıntısı içeren sera ve fide üretim tesisi atıkları ve bu atıklardan sızarak sivrisineklere üreme alanı oluşturan pestisit kalıntısı içeren sular, pestisit, gübre, deterjan vb. kimyasallara ait boş ambalajlardaki kalıntıların ve çöplük alanına yakın bölgede tarımsal amaçlı pestisit kullanımının sivrisineklerin deltamethrine yüksek düzeyde direnç geliştirmesinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Deltamethrine karşı sivrisinek popülasyonlarındaki ölüm oranları ile örnekleme alanının özellikleri arasında uyum olduğu görülmektedir. Deltamethrine karşı %90'dan daha düşük seviyelerde ölüm oranları ile direnç tespit edilen Alanya-Çıplaklı ve Manavgat-Çakış popülasyonları evlere ait kanalizasyon sularından, Döşemealtı-Ilıca popülasyonu hayvansal gübre ve çöp yığından sızan sulardan ve Kumluca-çöplük popülasyonu ise çöplükten sızan sulardan toplanmıştır. Bu dört örnekleme alanı organik ve kimyasal atık gibi kirleticilerin yoğun olarak bulunduğu habitatlar olma özelliğindedir. Tarımda ve halk sağlığı alanında kullanılan ürünlerin sivrisineklerin insektisitlere direnç geliştirmesinde etkili olduğu bilinmekle birlikte, sivrisineklerin üreme alanlarında bulunan insan kaynaklı veya doğal ksenobiyotiklerin de özellikle detoksifikasyon enzimlerini ve/veya kütikular proteinleri kodlayan genlerin ifadesi üzerine etki ederek sivrisineklerin insektisitlere direnç geliştirmesine katkı sağlayabildiği gösterilmiştir (Nkya vd. 2013). Yapılan çeşitli araştırmalarda ağır metal (bakır), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (fluorenathene ve benzo[a]pyrene) veya herbisitlere (glyphosate ve atrazine) maruz bırakılan *Ae. aegypti* türü sivrisinek larvalarının detoksifikasyondan sorumlu genlerinin ifadesinde meydana gelen değişikliklerle farklı sınıflardan çeşitli insektisitlere direnç geliştirebildiği belirlenmiştir (Poupardin vd. 2008, 2012; Riaz vd. 2009). Benzer şekilde çeşitli kirleticilere ve farklı sınıflardan pestisitlere maruz bırakılan *Ae. aegypti* türü sivrisinek larvalarında kütikular proteinleri kodlayan genlerin ifadesinde değişiklik olduğu da gösterilmiştir (David vd. 2010; Riaz vd. 2013). Ayrıca bu dört alanda Büyükşehir Belediyesi ekipleri tarafından düzenli olarak vektör mücadelesi yapılmakta, yine bu alanların yakınında bulunan meyve bahçeleri ve tarlalarda pestisitler kullanılmaktadır. Deltamethrine karşı %90-97 aralığında ölüm oranları ile olası direnç tespit edilen Alanya-Süleymanlar popülasyonu ev yakınına atılmış boş bir küvette biriken yağmur suyundan ve su kaplarından, Döşemealtı-Killik popülasyonu evlerin bahçesinde bitki dallarının konulduğu su kaplarından ve sulama havuzundan, Kemer-Tekirova popülasyonu sahile yakın kamp alanında bulunan yağmur suyu birikintisinden ve Kumluca ilçe merkezinde bulunan

Narenciye Mahallesi popülasyonu ise yağmur suyu drenaj kanalından ve boş çiçek saksısında biriken sudan toplanmıştır. Bu popülasyonların toplandığı habitatlar diğer dört popülasyonun toplandığı habitatlarla karşılaştırıldığında, organik ve kimyasal kirleticiler bakımından daha temiz oldukları görülmektedir. Ayrıca bu örnekleme alanlarında halk sağlığı ve tarımsal amaçlı pestisit uygulaması da daha düşük yoğunlukta yapılmaktadır.

Yaptığımız bu çalışmada örnekleme yapılan tüm lokalitelerde permethrin aktif maddesinin sivrisinek popülasyonları üzerinde %100 oranında ölüme yol açarak, test edilen dört aktif madde içinde en etkili olduğu belirlenmiştir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından permethrin aktif maddesinin ülkemizde bitki koruma ürünü olarak kullanımı amacıyla 01.01.2009 tarihi itibarıyla imalat ve ithalatı, 01.01.2011 tarihi itibarıyla da kullanımı sonlandırılmıştır (Anonim 14). Bu tarihten sonra Türkiye'de permethrin aktif maddesinin bitki koruma ürünü olarak kullanımının yasaklanmış olması nedeniyle Antalya ilinde de son altı yıldır tarım alanında kullanılmadığı görülmektedir. EKAP verileri incelendiğinde, Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından sivrisinek erginlerine yönelik ULV çalışmalarında kullanılmak üzere 2013 yılında 400.000 hektar, 2015 yılında 500.000 hektar alanda kullanılacak miktarda permethrin aktif maddesi içeren ürün satın alındığı görülmektedir (Anonim 13). Halk sağlığı alanında permethrin kullanımının 2013 ve 2015 yıllarındaki miktarlarla sınırlı olduğu, son iki yılda bu aktif maddenin kullanılmadığı görülmektedir. Çalışmamızda test edilen tüm popülasyonlar üzerinde permethrin aktif maddesininin yüksek ölüm oranı göstermesi ve tüm popülasyonların permethrine duyarlı olmasının bu sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Etofenprox aktif maddesi ile yapılan testler sonucunda tüm popülasyonlar üzerinde %91,54-100 aralığında ölüm gerçekleştiği görülmüştür. Alanya-Çıplaklı (%91,54 ölüm) ve Alanya-Süleymanlar (%91,95 ölüm) popülasyonları etofenproxa olası dirençli iken, diğer altı popülasyonun hassas olduğu belirlenmiştir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı verilerine göre, ülkemizde etofenprox aktif maddesi içeren az sayıda ruhsatlı bitki koruma ürünü bulunmaktadır (Anonim 12). Tarım alanında etofenprox aktif maddesi içeren ürünlerin il genelinde oldukça sınırlı miktarlarda kullanıldığı bilinmesine rağmen, kullanılan insektisit miktarlarına yönelik resmi bir veriye ulaşılamamıştır. Buna istinaden zirai ürün satan bayilerle yapılan görüşmelerde etofenprox aktif maddesi içeren ürünlerin oldukça sınırlı düzeyde tercih edildiği bilgisine ulaşılmıştır. Etofenprox aktif maddesinin halk sağlığı alanında kullanımının da çok düşük miktarlarda olduğu bilinmektedir. EKAP verileri incelendiğinde Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin bu aktif maddeyi içeren ürün satın aldığına yönelik bir bilgiye ulaşılamamıştır (Anonim 13). Etofenprox aktif maddesinin Antalya ilinde tarım ve halk sağlığı alanında çok düşük miktarlarda kullanıldığı göz önüne alındığında, örnekleme yapılan altı lokalitedeki sivrisinek popülasyonlarının bu aktif maddeye yüksek ölüm oranlarıyla hassas olmaları sonucunun uyumlu olduğu görülmektedir. Alanya-Çıplaklı ve Alanya-Süleymanlar popülasyonlarının etofenproxa olası dirençli çıkmasının ise bu örnekleme alanlarında yerel olarak bu aktif maddenin kullanılmış olmasından veya Alanya ilçesinde özellikle açık alanlarda yapılan meyve tarımında (üzüm, avakado, limon, portakal, yeni dünya, muz vb.) kullanılan SP grubundan diğer insektisitlere karşı gelişen dirence bağlı çapraz dirençten kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Lambda-cyhalothrin aktif maddesi ile yapılan testler sonucunda tüm popülasyonlar üzerinde %93,10-100 aralığında ölüm gerçekleştiği görülmüştür. Alanya-Çıplaklı (%93,10 ölüm) ve Kumluca-Narenciye (%96,94 ölüm) popülasyonları lambda-cyhalothrine olası dirençli iken, diğer altı popülasyonun hassas olduğu belirlenmiştir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı verilerine göre, ülkemizde lambda-cyhalothrine aktif maddesi içeren çok sayıda ruhsatlı bitki koruma ürünü bulunmaktadır (Anonim 12). Antalya ilinde tarım alanında lambda-cyhalothrin aktif maddesi içeren ürünlerin kullanımı ile ilgili resmi bir veriye ulaşılamadığından, zirai ürün satan bayilerle yapılan görüşmelerde bu aktif maddeyi içeren ürünlerin düşük düzeyde tercih edildiği bilgisine ulaşılmıştır. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin halk sağlığı alanında kullanımının da düşük miktarlarda olduğu bilinmektedir. EKAP verileri incelendiğinde Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin bu aktif maddeyi içeren ürün satın aldığına yönelik bir bilgiye ulaşılamamıştır (Anonim 13). Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin Antalya ilinde tarım ve halk sağlığı alanında düşük miktarlarda kullanıldığı göz önüne alındığında, örnekleme yapılan altı lokalitedeki sivrisinek popülasyonlarının bu aktif maddeye yüksek ölüm oranlarıyla hassas olmaları sonucunun uyumlu olduğu görülmektedir. Alanya-Çıplaklı ve Kumluca-Narenciye popülasyonlarının lambda-cyhalothrine olası dirençli çıkmasının ise bu örnekleme alanlarında yerel olarak bu aktif maddenin kullanılmış olmasından veya bu lokalitelerde kullanılan SP grubundan diğer insektisitlere karşı gelişen dirence bağlı çapraz dirençten kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Sivrisinek larva ve ergin mücadelesinde kullanılan neredeyse tüm insektisitlere karşı direnç gelişimi her geçen gün artmakta ve bu durum ciddi endişelere neden olmaktadır. Direnç gelişimine büyük ölçüde, insektisitlerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı neden olmaktadır. Sivrisineklerde insektisitlere direnç gelişimini önlemek veya geciktirmek amacıyla; fiziksel, kültürel ve biyolojik mücadele yöntemlerine ağırlık verilerek, kimyasal kullanımının minimum düzeyde tutulduğu entegre mücadele programları uygulanmalıdır (Demiröz 2015; Ser ve Çetin 2016). Eğer kimyasal kullanımına ihtiyaç duyuluyorsa; seçici toksisitesi yüksek, hedef dışı canlılara toksisitesi düşük, doğada kalıcılığı daha az olan ve hedef canlıda direnç gelişmemiş ürünler tercih edilmeli ve bu ürünler etiketlerinde belirtilen dozlarda kullanılmalıdır. Mücadelede kullanılan ürünlere karşı sivrisineklerde direnç gelişip gelişmediği düzenli olarak takip edilmelidir (Babayiğit vd. 2014). Direnç tespit edilmesi durumunda mekanizmasını belirlemek için çeşitli testler yapılabilmektedir. Bu amaçla, detoksifikasyon enzimlerine bağlı direnç durumunu belirlemek için sinerjist testleri, metabolik direnç durumunu belirlemek için biyokimyasal enzim testleri ve hedef bölge direncini belirlemek için moleküler biyolojik testler yapılabilmektedir (WHO 2013; Ser ve Çetin 2017a). Direnç testlerinden elde edilen sonuçlara göre, insektisit direnç haritaları hazırlanmalıdır. İnsektisit seçiminde ve direnç yönetiminde bu haritalardan faydalanılmalıdır (Ser ve Çetin 2017a). İnsektisit uygulamaları geniş alanlar yerine, sivrisineklerin yoğun olarak bulunduğu veya sivrisinek kaynaklı hastalık riskinin olduğu daha sınırlı alanlarda yapılmalıdır (Çakır ve Yamanel 2005; Babayiğit vd. 2014; Ser ve Çetin 2017a). Sivrisinek mücadelesinde ergin ve ergin öncesi evrelerle eş zamanlı olarak mücadele edilmelidir. Farklı yaşam evreleri için farklı sınıflardan, değişik etki mekanizmasına sahip ürünler kullanılmalıdır (WHO 2016b; Ser ve Çetin 2017a). Birbirine komşu bölgelerde etki mekanizması ve sınıfı farklı ürünler kullanılarak mozaik bir yaklaşımla uygulama yapılması faydalı olabilmektedir (Corbel ve

N'Guessan 2013; WHO 2016b). Bunlara ilaveten aynı ürünlerin belirli bölgelerde uzun süre kullanılmaması, bunun yerine ürünlerin dönüşümlü olarak kullanılması fayda sağlayacaktır (Çakır ve Yamanel 2005; Yu 2008; Karaağaç 2011; Corbel ve N'Guessan 2013; WHO 2016b). Sivrisinek mücadelesi ile doğrudan veya dolaylı ilgisi olan kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyon ve iş birliği sağlanmalıdır. Böylece gereksiz insektisit tüketimi önlenebilecek, mücadelenin daha etkin ve verimli yapılması sağlanabilecektir (Ser ve Çetin 2017a). Ayrıca mücadelede kullanılan ürünlere alternatif olarak bitkisel, mikrobiyal, sentetik vb. kökenli farklı etki mekanizmasına sahip, daha etkin ve çevre dostu yeni ürünlerin geliştirilmesi de sivrisineklerin insektisitlere direnç kazanmasını önlemeye veya geciktirmeye katkı sağlayacaktır (Yu 2008; Poopathi ve Abidha 2010; Babayiğit vd. 2014; Ser ve Çetin 2017a). Ürünlere etkinliklerini arttıracak sinerjistik maddeler ilave edilmesi sivrisineklerin insektisitlere duyarlılığını arttırmaktadır (Çakır ve Yamanel 2005; Yu 2008). Sinerjistler, yalnız başına uygulandığında insektisidal aktiviteye sahip olmayan, ancak belirli bir sınıftan insektisitle karıştırılıp, uygulandığında böcek vücudunda bu insektisit detoksifikasyonunu gerçekleştiren enzimi inhibe ederek insektisit etkisini arttıran bileşiklerdir (WHO 2016c). Sinerjistler arasında oksidaz aktivitesini inhibe eden piperonyl butoxide (PBO), esterez aktivitesini inhibe eden S.S.S-tributylphosphorotrithioate (DEF) ve glutatyon-S-transferaz aktivitesini inhibe eden ethacrynic acid (EA), diethyl maleate (DM) ve chlorfenethol (CF) gibi maddeler bulunmaktadır (Brogdon ve Chan 2014). Ülkemizde halk sağlığı alanında kullanılan insektisit formülasyonları içinde sinerjist madde olarak PBO kullanılmaktadır. Ancak formülasyonlarda kullanılacak sinerjist oranları ile ilgili herhangi bir standart bulunmamaktadır (Ser ve Çetin 2017b). Akıner ve Ekşi (2015)'in yaptığı çalışmada Mersin, Adana ve Antalya illerinden toplanan *Cx. pipiens* kompleks sivrisinek popülasyonları üzerinde DDT, malathion, permethrin ve deltamethrin insektisitlerinin PBO ve DEF gibi sinerjistlerle birlikte kullanımı sonucunda elde edilen ölüm oranlarının, insektisitlerin tek başına kullanıldıklarında elde edilen ölüm oranlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca PBO'nun sinerjistik etkisinin DDT ve piretroit grubu insektisitler için DEF'ten daha yüksek olduğu ancak malathion ile birlikte uygulandığında DEF'in sinerjistik etkisinden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

6. SONUÇ

Sivrisinekler birçok hastalık etmeninin insanlara ve hayvanlara bulaşmasından sorumlu önemli vektörlerdir. Dünya genelinde her yıl milyonlarca insan sivrisineklerin taşıdığı hastalık etmenleri nedeniyle hastalanmakta ve bir milyondan fazla insan bu hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmektedir.

Sağlık açısından oldukça önemli olan bu canlıların popülasyonlarının kontrol altında tutulması bir zorunluluktur. Sivrisineklerle mücadelede çeşitli yöntemler kullanılmasına rağmen; kısa sürede hızlı ve etkin sonuç vermelerinden, kolay erişilebilir olmalarından dolayı insektisit kullanımına dayalı uygulamalar günümüzde sivrisineklerle mücadelede en fazla tercih edilen yöntem olmayı sürdürmektedir. Ergin sivrisineklerle mücadelede genellikle SP grubu insektisitler kullanılarak açık ve kapalı alanlarda kalıcı (rezidüel) uygulamalar ile soğuk ve sıcak sisleme çalışmaları yapılmaktadır. SP'ler; öldürücü, knock-down (düşürücü) ve repellent (kovucu) etkiye sahip olmaları, sinerjistik bileşiklerle birlikte kullanılarak aktivitelerinin artırılabilmesi, diğer insektisit gruplarına göre düşük maliyetli, daha güvenilir (memelilere daha az toksik olması) ve rezidüel etki sürelerinin daha uzun olması gibi avantajları nedeniyle, günümüzde tarım, halk sağlığı ve veteriner hekimlik alanlarında yaygın şekilde kullanılmaktadır. Özellikle tarım ve halk sağlığı zararlıları ile mücadele sırasında insektisitlerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı çevre ve insan sağlığı açısından çeşitli sorunlara yol açmakla birlikte, sivrisineklerin de içinde olduğu birçok canlının zaman içinde bu ürünlere karşı direnç geliştirmesine neden olmaktadır. Direnç gelişimine paralel olarak, sivrisinek popülasyonlarının kontrolü daha da zorlaşmakta ve sivrisinek kaynaklı hastalıkların insidansında artış olabilmektedir.

Yaptığımız bu çalışmada; Antalya ilinin farklı ilçelerinden toplanan *Cx. pipiens* türü sivrisinek popülasyonlarının, sivrisinek erginlerine karşı açık ve kapalı alanlarda soğuk ve sıcak sisleme çalışmalarında ve rezidüel uygulamalarda kullanılan SP grubu permethrin, etofenprox, deltamethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinin DSÖ tarafından önerilen diagnostik dozlarına karşı hassasiyet seviyeleri araştırılmıştır. Hassasiyet testleri sonucunda; örnekleme yapılan tüm lokalitelerde permethrin aktif maddesinin sivrisinek popülasyonları üzerinde %100 oranında ölüme yol açarak en etkili aktif madde olduğu görülürken, deltamethrin aktif maddesinin ise tüm popülasyonlar üzerinde %58,78-97,56 aralığında ölüme yol açarak en düşük etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. Test edilen popülasyonların tamamının DSÖ kriterlerine göre permethrin aktif maddesine hassas olduğu görülmüşken, deltamethrin aktif maddesine hassas herhangi bir popülasyonun olmadığı, sekiz popülasyondan dördünün deltamethrine dirençli diğer dördünün ise olası dirençli olduğu tespit edilmiştir. Test edilen sekiz popülasyon üzerinde etofenprox aktif maddesi %91,54-100, lambda-cyhalothrin ise %93,10-100 aralığında ölüme yol açmıştır. Etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinin her birine karşı ikişer örnekleme alanından toplanan popülasyonların olası dirençli, diğer altı popülasyonun ise hassas olduğu belirlenmiştir.

Antalya ili uygun iklimsel özellikleri ve verimli topraklara sahip olması nedeniyle ülkemiz tarım alanında önemli bir yere sahiptir. Bunun yanında Antalya ilinin iklimi, doğası, bitki örtüsü ve ildeki insan faaliyetleri başta sivrisinekler olmak üzere vektör potansiyeli olan birçok canlının yaşaması için uygun ortam sağlamaktadır. Ayrıca turizm ve göç kaynaklı yoğun nüfus hareketliliğinin olması, il genelinde vektör

kaynaklı hastalıkların ortaya çıkması riskini oluşturmaktadır. Bu bakımdan gerek tarım alanında çeşitli zararlılara karşı gerekse halk sağlığının korunması açısından çeşitli vektörlere karşı pestisitler yoğun olarak kullanılmaktadır. Yaptığımız bu çalışmada, özellikle deltamethrine karşı örnekleme yapılan tüm alanlarda olası direnç veya direnç tespit edilmiş olmasının, bu aktif maddenin tarım ve halk sağlığı alanında zararlılarla mücadele amacıyla uzun yıllar boyunca yaygın olarak kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca deltamethrin direnci ile pestisit uygulama yoğunluğu ve örnekleme yapılan habitatın özellikleri arasında bağlantı olduğu da düşünülmektedir. Pestisit uygulama sıklığının fazla olduğu alanlar ile organik ve kimyasal kirliliğin yoğun olduğu alanlardan toplanan sivrisinek örneklerindeki deltamethrin direncinin, uygulamaların ve bu tarz kirleticilerin daha az olduğu alanlardan toplanan sivrisineklere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sivrisinek mücadelesinde kullanılan insektisitlere karşı direnç gelişimi her geçen gün artmakta ve bu durum ciddi endişelere neden olmaktadır. Direnç gelişimini önlemek veya geciktirmek için fiziksel, kültürel ve biyolojik mücadele yöntemlerine ağırlık verilerek, kimyasal kullanımının minimum düzeyde tutulduğu entegre mücadele programları uygulanmalıdır. Bu uygulamalar sırasında sivrisineklerin larva evrelerine yönelik mücadele çalışmalarına ağırlık verilmesi entegre mücadelenin başarısını arttıracaktır. Eğer kimyasal kullanımına ihtiyaç duyuluyorsa; seçici toksisitesi yüksek, hedef dışı canlılara toksisitesi düşük, doğada kalıcılığı daha az olan ve hedef canlıda direnç gelişmemiş ürünler tercih edilmeli ve bu ürünler etiketlerinde belirtilen dozlarda kullanılmalıdır. Ayrıca mücadelede kullanılan ürünlere karşı sivrisineklerde direnç gelişip gelişmediği düzenli olarak takip edilmeli ve insektisit direnç haritaları çıkartılmalıdır. Sivrisinek mücadelesi ile doğrudan veya dolaylı ilgisi olan kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyon ve iş birliği sağlanmalıdır. Bunlara ilaveten aynı ürünlerin belirli bölgelerde uzun süre kullanılmaması, ürünlerin dönüşümlü olarak kullanılması, ürünlere etkinliklerini arttıracak sinerjistik maddeler ilave edilmesi ve alternatif ürünlerin geliştirilmesi gibi tedbirler alınması da faydalı olacaktır.

Yaptığımız bu tez çalışması, Antalya ilinde sivrisineklerin SP grubu çeşitli insektisitlere karşı hassasiyet seviyelerinin belirlenmesine yönelik yapılan kapsamlı ilk çalışma olması açısından önemlidir. Ancak denemelerde kullandığımız *Cx. pipiens* türü sivrisinekler ve SP grubu aktif maddeler haricindeki diğer sivrisinek türleri ve aktif maddelerin de kullanılacağı ve daha fazla alandan örnekleme yapılacağı yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca direnç tespit edilen alanlardaki sivrisinek popülasyonlarında direncin mekanizmasını belirlemeye yönelik daha ileri çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Elde ettiğimiz bu sonuçların Antalya ilinde sivrisinek mücadelesi yapan kurum ve kuruluşların sivrisinek ergin mücadelesinde kullanacakları insektisitlerin seçimi ve direnç yönetimi konularında yapacakları planlamalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Böylece gereksiz insektisit tüketimi önlenerek çevre ve insan sağlığının korunması, ekonomik kayıpların önlenmesi, mücadelenin daha etkin ve verimli yapılması sağlanabilecektir.

7. KAYNAKLAR

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Akdur, R. 1997. Sıtma Eğitim Notları, T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü. Ankara, 71 s.
- Akiner, M.M., Simsek, F.M. and Caglar, S.S. 2009. Insecticide resistance of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in Turkey. *Journal of Pesticide Science*, 34 (4): 259-264.
- Akiner, M.M., Caglar, S.S. and Simsek, F.M. 2013. Yearly changes of insecticide susceptibility and possible insecticide resistance mechanisms of *Anopheles maculipennis* Meigen (Diptera: Culicidae) in Turkey. *Acta Tropica*, 126: 280-285.
- Akiner, M.M. and Eksi, E. 2015. Evaluation of insecticide resistance and biochemical mechanisms of *Culex pipiens* L. in four localities of east and middle mediterranean basin in Turkey. *International Journal of Mosquito Research*, 2 (3): 39-44.
- Aldemir, A. ve Boşgelmez, A. 2006. Population dynamics of adults and immature stages of mosquitoes (Diptera:Culicidae) in Gölbaşı district, Ankara. *Turkish Journal of Zoology*, 30: 9-17.
- Alten, B. ve Çağlar, S. 1998. Vektör Ekolojisi ve Mücadelesi Sıtma Vektörünün Biyo-Ekolojisi, Mücadele Organizasyonu ve Yöntemleri T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Cem Web Ofset Ltd. Şti., Ankara, 69 s.
- Alten, B., Bellini, R., Caglar, S.S., Simsek, F.M. and Kaynas, S. 2000a. Species composition and seasonal dynamics of mosquitoes in the Belek region of Turkey. *Journal of Vector Ecology*, 25 (2): 146-154.
- Alten, B., Caglar, S.S. ve Ozer, N. 2000b. Malaria and its vectors in Turkey. *European Mosquito Bulletin*, 7: 27-33.
- Andreadis, T.G., Thomas, M.C. and Shepard, J.J. 2005. Identification guide to the mosquitoes of connecticut. *The Connecticut Agricultural Experiment Station Bulletin*, No. 966, 173 p.
- Anonim 1: Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü. 2015. Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2014 Haber Bülteni. http://www.sagem.gov.tr/dosyalar/SIY_2014_Haber_Bulteni.pdf [Son erişim tarihi: 5 Şubat 2017].
- Anonim 2: Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü. 2016. Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2015 Haber Bülteni. http://www.sagem.gov.tr/dosyalar/SIY_2015_Haber_Bulteni.pdf [Son erişim tarihi: 5 Şubat 2017].
- Anonim 3: Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı. Bulaşıcı Hastalıkların İhbarı ve Bildirim Sistemi Standart Tanı, Sürveyans ve Laboratuvar Rehberi-2004. <http://shsm.gov.tr/public/documents/legislation/bhkp/bh/bhibs/BulHastBilSistStanSurveLabReh.pdf> [Son erişim tarihi: 8 Şubat 2017].

- Anonim 4: Resmi Gazete. 30 Mayıs 2007, Sayı 26537. Bulaşıcı Hastalıklar Sürveyans ve Kontrol Esasları Yönetmeliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/05/20070530-9.htm> [Son erişim tarihi: 8 Şubat 2017].
- Anonim 5: Resmi Gazete. 2 Nisan 2011, Sayı 27893. Bulaşıcı Hastalıklar Sürveyans ve Kontrol Esasları Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/04/20110402-3.htm> [Son erişim tarihi: 8 Şubat 2017].
- Anonim 6: http://cografyaharita.com/haritalarim/2a_antalya_ili_fiziki_haritasi.png [Son erişim tarihi: 25 Aralık 2017].
- Anonim 7: http://cografyaharita.com/turkiye_mulki_idare_haritalari.html# [Son erişim tarihi: 25 Aralık 2017].
- Anonim 8: <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> [Son erişim tarihi: 25 Aralık 2017].
- Anonim 9: <http://www.antalyakulturturizm.gov.tr/TR,175865/yabanci-ziyaretci-sayilari-ve-milliyet-dagilimi-2012-20-.html> [Son erişim tarihi: 25 Aralık 2017].
- Anonim 10: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=ANTALYA> [Son erişim tarihi: 25 Aralık 2017].
- Anonim 11: <https://antalya.tarim.gov.tr/Menu/75/Antalyada-Tarim> [Son erişim tarihi: 16 Ocak 2018].
- Anonim 12: <https://bku.tarim.gov.tr/Kullanim/TavsiyeArama> [Son erişim tarihi: 16 Ocak 2018].
- Anonim 13: <https://ekap.kik.gov.tr/EKAP/Ortak/IhaleArama/index.html> [Son erişim tarihi: 10 Ocak 2018].
- Anonim 14: <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitki-Sagligi-Hizmetleri/Bitki-Koruma-Urunleri-Ve-Makinalari/Bitki-Koruma-Urunleri> [Son erişim tarihi: 16 Ocak 2018].
- Anonymous 1: https://en.wikipedia.org/wiki/Mosquito#cite_note-1 [Son erişim tarihi: 28 Şubat 2017].
- Anonymous 2: <http://entopl.okstate.edu/mosquito/biology> [Son erişim tarihi: 25 Ocak 2018].
- Anonymous 3: <http://www.mosquitoreviews.com/mosquito-eggs.html> [Son erişim tarihi: 25 Ocak 2018].
- Anonymous 4: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/Culiseta_melanura.htm [Son erişim tarihi: 25 Ocak 2018].
- Anonymous 5: <http://www.msosquito.com/galleries/mosquito-life-cycle> [Son erişim tarihi: 25 Ocak 2018].
- Anonymous 6: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs354/en/> [Son erişim tarihi: 16 Mart 2017].

- Anonymous 7: <https://www.cdc.gov/westnile/transmission/index.html> [Son erişim tarihi: 16 Mart 2017].
- Anonymous 8: <https://www.cdc.gov/westnile/prevention/index.html> [Son erişim tarihi: 16 Mart 2017].
- Anonymous 9: <https://www.cdc.gov/westnile/transmission/blood-organ.html> [Son erişim tarihi: 16 Mart 2017].
- Anonymous 10: http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/spinosad_fate.pdf [Son erişim tarihi: 13 Şubat 2017].
- Anonymous 11: <http://www.irac-online.org/about/resistance/> [Son erişim tarihi: 13 Şubat 2017].
- Anonymous 12: http://www.who.int/whopes/Insecticides_IRS_2_Mar_2015.pdf [Son erişim tarihi: 8 Mart 2017].
- Atalay, İ. 1983. Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına Giriş. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No:19, İzmir, 230 s.
- Aydin, R., Koprucu, K., Dorucu, M., Koprucu, S.S. and Pala, M. 2005. Acute toxicity of synthetic pyrethroid cypermethrin on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. *Aquaculture International*, 13: 451-458.
- Azap, A. ve Meço, O. 2010. Batı Nil virüsü ensefaliti. *Klinik Gelişim*, 23 (3): 51-55.
- Azari-Hamidian, S. and Harbach, R.E. 2009. Keys to the adult females and fourth-instar larvae of the mosquitoes of Iran (Diptera: Culicidae). *Zootaxa* 2078: 1-33.
- Babayiğit, M.A., Tekbaş, Ö.F. ve Çetin, H. 2014. Zararlılarla mücadelede kullanılan pestisitlerin halk sağlığına etkileri ve korumaya yönelik önlemler. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 13 (5): 405-12.
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boaseâ, C., Dahl, C., Madonâ, M. and Kaiser, A. 2010. Mosquitoes and Their Control. Second Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 577 p.
- Bhattacharya, S. and Basu, P. 2016. The southern house mosquito, *Culex quinquefasciatus*: profile of a smart vector. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4 (2): 73-81.
- Biçeroğlu, S.U., Karataylı, E., Bayram, A., Turhan, A., Değirmenci, A., Aydınok, Y., Bozdayı, A.M. ve Sertöz, Ş.R. 2015. Investigation of West Nile virus among healthy blood donors in western part of Turkey. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 45: 84-88.
- Bişkin, Z., İnci, A., Yıldırım, A. ve Düzlü, Ö. 2010. Kayseri'nin Felahiye yöresinde yaygınlık gösteren sivrisinek (Diptera: Culicidae) türleri. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 19 (2): 133-139.
- Bond, J.G., Marina, C.F. and Williams, T. 2004. The naturally derived insecticide spinosad is highly toxic to *Aedes* and *Anopheles* mosquito larvae. *Medical and Veterinary Entomology*, 18: 50-56.
- Brogdon, W.G. and Mcallister, J.C. 1998. Insecticide resistance and vector control. *Emerging Infectious Diseases*, 4 (4): 605-613.

- Brogdon, W.G. and Chan, A. 2014. Guideline for Evaluating Insecticide Resistance in Vectors Using the CDC Bottle Bioassay. http://www.cdc.gov/malaria/resources/pdf/fsp/ir_manual/ir_cdc_bioassay_en.pdf [Son erişim tarihi: 12 Şubat 2016].
- Bursalı, F. 2013. Akdeniz ve Ege Bölgelerinde *Anopheles maculipennis* Kompleksinde *Kdr* Mutasyonuna Dayalı İnsektisit Direncinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 89 s.
- Chandra, G., Bhattacharjee, I., Chatterjee, S.N. and Ghosh, A. 2008. Mosquito control by larvivorous fish. *Indian J Med Res*, 127: 13-27.
- Charles, J.F. and Leroux, C.N. 2000. Mosquitocidal bacterial toxins: diversity, mode of action and resistance phenomena. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 95 (1): 201-206.
- Coats, J.R. 1990. Mechanisms of toxic action and structure-activity relationships for organochlorine and synthetic pyrethroid insecticides. *Environmental Health Perspectives*, 87: 255-262.
- Corbel, V., N'guessan, R., Brengues, C., Chandre, F., Djogbenou, L., Martin, T., Akogb'Eto, M., Hougard, J.M. and Rowland, M. 2007. Multiple insecticide resistance mechanisms in *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus* from Benin, West Africa. *Acta Tropica*, 101: 207-216.
- Corbel, V. and N'guessan, R. 2013. Distribution, Mechanisms, Impact and Management of Insecticide Resistance in Malaria Vectors: A Pragmatic Review. S Manguin (Editor), *Anopheles mosquitoes-New insights into malaria vectors*, InTech, pp. 579-633, Rijeka.
- Cornel, A.J., Stanich, M.A., McAbee, R.D. and Mulligan, F.S. 2002. High level methoprene resistance in the mosquito (Ludlow) in Central California. *Pest Management Science*, 58: 791-798.
- Çakır, Ş. ve Yamanel, Ş. 2005. Böceklerde insektisidlere direnç. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6 (1): 21-9.
- Çetin, H. ve Yanikoğlu, A. 2004. Antalya kentinde bulunan Sivrisinek (Diptera: Culicidae) türleri, üreme alanları ve baskın tür *Culex pipiens* L.'in bazı özellikleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28 (4): 283-294.
- Çetin, H. 2016. Kent-Zararlıları-Biyoloji, Ekoloji ve Mücadele Yöntemleri. Yıldız Ofset Matbaacılık Medya Hiz. İth. İhr. Tic. ve San. Ltd. Şti. Antalya, 203 s.
- Darsie, R.F.Jr. and Samanidou-Voyadjoglou, A. 1997. Keys for the identification of the mosquitoes of Greece. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 13 (3): 247-254.
- Darsie, R.F.Jr. and Ward, R.A. 2005. Identification and Geographical Distribution of the Mosquitoes of North America, North of Mexico, Second Edition. University Press of Florida, Gainesville, 383 p.
- David, J-P., Coissac, E., Melodelima, C., Poupardin, R., Riaz, M.A., Chandor-Proust, A. and Reynaud, S. 2010. Transcriptome response to pollutants and insecticides in the dengue vector *Aedes aegypti* using next-generation sequencing technology. *BMC Genomics*, 11 (216).

- David, J.P., Ismail, H.M., Chandor-Proust, A. and Paine, M.J. 2013. Role of cytochrome P450s in insecticide resistance: impact on the control of mosquito-borne diseases and use of insecticides on earth. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 368 (1612): 20120429.
- Davies, T.G.E., Field, L.M., Usherwood, P.N.R. and Williamson, M.S. 2007. DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB Life*, 59 (3): 151-162.
- Demiröz, D.A. 2015. Böcekler neden direnç kazanıyor? *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (2): 91–99.
- Duggan, T.M.P. ve Çetin, H. 2006. Geçmişten Günümüze Akdeniz ve Ege Kıyılarında Sıtma ve Veba. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, ss 305-306, 26-30 Haziran, Kuşadası, Aydın.
- Ergunay, K., Gunay, F., Kasap, O.E., Oter, K., Gargari, S., Karaoglu, T., Tezcan, S., Cabalar, M., Yildirim, Y., Emekdas, G., Alten, B. and Ozkul, A. 2014. Serological, molecular and entomological surveillance demonstrates widespread circulation of West Nile virus in Turkey. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 8 (7): 1-10.
- Eskiocak, M., Karababa, A.O., Ceylan, A., Saka, G. ve Çiçek, M. 2012. Mardin-Savur İlçesi Sıtma Salgınına İnceleme ve Değerlendirme Raporu. Birinci Baskı, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 29 s.
- Etang, J., Penetier, C., Piamou, M., Bouraima, A., Chandre, F., Awono-Ambene, P., Marc, C. and Corbel, V. 2016. When intensity of deltamethrin resistance in *Anopheles gambiae* s.l. leads to loss of long lasting insecticidal nets bio-efficacy: a case study in north Cameroon. *Parasites & Vectors*, 9: 132.
- Foster, W.A. and Walker, E.D. 2002. Mosquitoes (Culicidae). In: G.R. Mullen L.A. Durden (Editors), *Medical and Veterinary Entomology*, Academic Press, pp. 203-262, New York.
- Goddard, J. 2008. *Infectious Diseases and Arthropods*. Second Edition. Humana Press, Totowa, p 251.
- Gorouhi, M.A., Vatandoost, H., Oshaghi, M.A., Raeisi, A., Enayati, A.A., Mirhendi, H., Hanafi-Bojd, A.A., Abai, M.R., Salim-Abadi, Y. and Rafi, F. 2016. Current susceptibility status of *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae) to different imagicides in a malarious area, Southeastern Iran. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 10 (4): 493-500.
- Gunay, F., Alten, B., Sımsek, F., Aldemır, A. And Linton, Y.M. 2015. Barcoding Turkish *Culex* mosquitoes to facilitate arbovirus vector incrimination studies reveals hidden diversity and new potential vectors. *Acta Tropica* 143: 112–120.
- Hall, R.D. and Gerhardt, R.R. 2002. Flies (Diptera). In: G.R. Mullen L.A. Durden (Editors), *Medical and Veterinary Entomology*, Academic Press, pp. 127-145, New York.
- Harbach, R.E. 1985. Pictorial Keys to the Genera of Mosquitoes, Subgenera of *Culex* and the Species of *Culex* (*Culex*) Occurring in Southwestern Asia and Egypt,

- with a note on the subgeneric placement of *Culex deserticola* (Diptera: Culicidae). *Mosquito Systematics*, 17 (2): 83-107.
- Harbach, R.E. 2007. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa*, 1668: 591-638.
- Harbach, R.E. 2008a. Culicidae. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045>, [Son erişim tarihi: 25 Ocak 2018].
- Harbach, R.E. 2008b. Anophelinae. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6046>, [Son erişim tarihi: 25 Ocak 2018].
- Harbach, R.E. 2008c. Culicinae. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6060>, [Son erişim tarihi: 25 Ocak 2018].
- Harbach, R.E. 2008d. *Culex*. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6165>, [Son erişim tarihi: 25 Ocak 2018].
- Harbach, R.E. 2017. Valid Species. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/valid-species-list>, [Son erişim tarihi: 25 Ocak 2018].
- Hertlein, M.B., Thompson, G.D., Subramanyam, B. and Athanassiou, C.G. 2011. Spinosad: A new natural product for stored grain protection. *Journal of Products Research*, 47: 131-146.
- Hollingworth, R.M. and Dong, K. 2008. The Biochemical and Molecular Genetic Basis of Resistance to Pesticides in Arthropods. In: M.E. Whalon D. Mota-Sanchez R.M. Hollingworth (Editors), *Global Pesticide Resistance In Arthropods*, Cromwell Press (CABI), pp. 40-89, Trowbridge.
- Hougard, J.M., Duchon, S., Darriet, F., Zaim, M., Rogier, C. and Guillet, P. 2003, Comparative performances, under laboratory conditions, of seven pyrethroid insecticides used for impregnation of mosquito nets. *Bulletin of the World Health Organization*, 81 (5): 324-333.
- Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). 2007. Resistance Management for Sustainable Agriculture and Improved Public Health. 26 p. https://croplife.org/wp-content/uploads/pdf_files/IRAC-Resistant-Management-for-Sustainable-Agriculture-and-Improved-Public-Health.pdf [Son erişim tarihi: 20 Mart 2017].
- Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). 2011. Prevention and Management of Insecticide Resistance in Vectors of Public Health Importance, Second Edition. 71 p. http://www.irc-online.org/content/uploads/VM-layout-v2.6_LR.pdf [Son erişim tarihi: 20 Mart 2017].
- Jahan, N. and Shahid, A. 2012. Evaluation of resistance against *Bacillus thuringiensis israelensis* WDG in dengue vector from Lahore, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 44 (4): 945-949.
- John, R., Ephraim, T. and Andrew, A. 2008. Reduced susceptibility to pyrethroid insecticide treated nets by the malaria vector *Anopheles gambiae* s.l. in western Uganda. *Malaria Journal*, 7: 92
- Kalaycioglu, H., Korukluoglu, G., Ozkul, A., Oncul, O., Tosun, S., Karabay, O., Gozalan, A., Uyar, Y., Caglayik, D.Y., Atasoylu, G., Altas, A.B., Yolbakan, S.,

- Ozden, T.N., Bayrakdar, F., Sezak, N., Pelitli, T.S., Kurtcebe, Z.O. and Aydin, E. 2012. Emergence of West Nile virus infections in humans in Turkey, 2010 to 2011. *Euro Surveillance*, 17 (21): 1-6.
- Karaağaç, S.U. 2011. Insecticide Resistance. Perveen F, editor. Insecticides–Advances in Integrated Pest Management. In Tech, pp. 469-478, Rijeka.
- Kasap, H., Kasap, M., Alptekin, D., Luleyap, U. and Herath, P.R.J. 2000. Insecticide resistance in *Anopheles sacharovi* Favre in southern Turkey. *Bulletin of the World Health Organization*, 78 (5): 687-692.
- Kaymak, S. ve Serim, A.T. 2015. Pestisit sektöründe araştırma ve geliştirme. *Meyve Bilimi*, 2 (1): 27-34.
- Khater, H.F. 2011. Ecosmart Biorational Insecticides: Alternative Insect Control Strategies. In: F. Perveen (Editor), Insecticides–Advances in Integrated Pest Management, In Tech, pp. 17-60, Rijeka.
- Kioulos, I., Kampouraki, A., Morou, E., Skavdisc, G. and Vontasb, J. 2014. Insecticide resistance status in the major West Nile virus vector *Culex pipiens* from Greece. *Pest Management Science*, 70: 623–627.
- Kireççi, E., Özer, A. ve Uçmak, H. 2011. Artopod kaynaklı önemli bir sağlık sorunu: "Batı Nil virüsü". *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 18 (2): 132-136.
- Koç, S. 2013. Antalya Kenti Kene (Acari: Ixodida) Türlerinin Tespiti, Mevsimsel ve Bölgesel Dağılımlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 59 s.
- Kudom, A.A. 2015. Insecticide resistance status of *Culex* species in Urban areas in Ghana and efficacy of long lasting nets against them. PhD Thesis, Ludwig-Maximilians-Universität, Munich, 150 p.
- Kudom, A.A., Mensah, B.A., Froeschla, G., Rindera, H. and Boakye, D. 2015. DDT and pyrethroid resistance status and laboratory evaluation of bio-efficacy of long lasting insecticide treated nets against *Culex quinquefasciatus* and *Culex decens* in Ghana. *Acta Tropica*, 150: 122–130.
- Kumar, K., Sharma, A.K., Kumar, S., Patel, S., Sarkar, M. and Chauhan, L.S. 2011. Multiple insecticide resistance/susceptibility status of *Culex quinquefasciatus*, principal vector of bancroftian filariasis from filaria endemic areas of northern India. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 426-429.
- Kushwah, R.B.S., Mallick, P.K., Ravikumar, H., Dev, V., Kapoor, N., Adak, T. and Singh, O.P. 2015. Status of DDT and pyrethroid resistance in Indian *Aedes albopictus* and absence of knockdown resistance (kdr) mutation. *Journal of Vector Borne Diseases*, 52: 95–98.
- Lapied, B., Pennetier, C., Ataire-Marchais, V., Licznar, P. and Corbel, V. 2009. Innovative applications for insect viruses: towards insecticide sensitization. *Trends in Biotechnology*, 27 (4): 190-198.
- Levy, R and Miller, T.W. 1978. Tolerance of the planarian *Dugesia dorotocephal* to high concentrations of pesticides and growth regulators. *Entomophaga*, 23: 31-34.

- Livadas, G.A. and Georgopoulos, G. 1953. Development of resistance to DDT by *Anopheles sacharovi* in Greece. *Bulletin of the World Health Organization*, 8: 497-511.
- Long, A., Goldman, M., Cossette, L., Decary, F., Van, Q. and Monte, M. 1996. Transfusion-transmitted *Plasmodium falciparum* malaria. *Transfusion Medicine*, 6: 93-4.
- López, Ó., Fernández-Bolaños, J.G. and Gil, M.V. 2011. Classical Insecticides: Past, Present and Future. In: Ó. López J.G. Fernández-Bolaños (Editors), *Green Trends in Insect Control*. Royal Society of Chemistry, pp. 53-93, Cambridge.
- Lüleyap, Ü. ve Kasap, H. 2000. Sıtma vektörü *Anopheles sacharovi*'de fizyolojik insektisit direnci. *Turkish Journal of Biology*, 24: 437-460.
- Manguin, S., Mouchet, J. and Carnevale, P. 2011. Main Topics in Entomology: Insects as Disease Vectors. In: Ó. López J.G. Fernández-Bolaños (Editors), *Green Trends in Insect Control*. Royal Society of Chemistry, pp. 1-52, Cambridge.
- Marcombe, S., Mathieu, R.B., Pocquet, N., Riaz, M.A., Poupardin, R., Se'Lior, S., Darriet, F., Reynaud, S., Ye'Bakıma, A., Corbel, V., David, J.P. and Chandre, F. 2012. Insecticide resistance in the dengue vector *Aedes aegypti* from Martinique: distribution, mechanisms and relations with environmental factors. *PLOS ONE*, 7 (2): e30989.
- Marcombe, S., Farajollahi, A., Healy, S.P., Clark, G.G. and Fonseca, D.M. 2014. Insecticide Resistance status of United States populations of *Aedes albopictus* and mechanisms involved. *PLOS ONE*, 9 (7): e101992.
- Marina, C.F., Bond, J.G., Casas, M., Munoz, J., Orozco, A., Valle, J. and Williams, T. 2011. Spinosad as an effective larvicide for control of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti*, vectors of dengue in southern Mexico. *Pest Management Science*, 67: 114-121.
- Marina, C.F., Bond, J.G., Munoz, J., Valle, J., Chirino, N. And Williams, T. 2012. Spinosad: a biorational mosquito larvicide for use in car tires in southern Mexico. *Parasites & Vectors*, 5 (95): 1-10.
- Mejia, G.A., Alvarez, C.A., Pulido, H.H., Ramirez, B., Cardozo, C., Suarez, Y., Lobelo, R., Sarquis, T. and Uribe, A.M. 2006. Malaria in a liver transplant recipient: a case report. *Transplantation Proceedings*, 38: 3132-4.
- Merdivenci, A. 1984. Türkiye Sivrisinekleri (Yurdumuzda Varlığı Bilinen Sivrisineklerin Biyo-Morfolojisi, Biyo-Ekolojisi, Yayılışı ve Sağlık Önemleri). İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, Rektörlük No:3215, Taş Matbaası, İstanbul, 340 s.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). 2011. Vektörlerle Mücadele 850CK0049. Çevre Sağlığı Eğitim Modülü. T.C Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, 65 s.
- Mittal, P.K., Adak, T., Singh, O.P., Raghavendra, K. and Subbarao, S.K. 2002. Reduced susceptibility to deltamethrin in *Anopheles culicifacies* sensu lato, in Ramnathapuram district, Tamil Nadu—Selection of a pyrethroid-resistant strain. *Current Science*, 82 (2): 185-188.

- Miura, T. and Takahashi, R.M. 1975. Effects of the IGR, TH-6040, on non target organisms when utilized as a mosquito control agent. *Mosquito News*, 35: 154-159.
- Mueller-Beilschmidt, D. 1990. Toxicology and environmental fate of synthetic pyrethroids. *Journal of Pesticide Reform*, 10 (3): 32-37.
- Muslu, H., Kurt, Ö. ve Özbilgin, A. 2011. Manisa il ve ilçelerinde saptanan sivrisinek türlerinin (Diptera: Culicidae) yaşam alanları ve mevsimsel değişikliklere göre değerlendirilmesi. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 35: 100-4.
- Nauen, R. 2007. Perspective Insecticide resistance in disease vectors of public health importance. *Pest Management Science*, 63: 628–633.
- Nkya, T.E., Akhouayri, I., Kısınza, W. and David, J.P. 2013. Impact of environment on mosquito response to pyrethroid insecticides: facts, evidences and prospects. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 43: 407-416.
- Nkya, T.E., Akhouayri, I., Poupardin, R., Batengana, B., Mosha, F., Magesa, S., Kisinja, W. and David, J.F. 2014. Insecticide resistance mechanisms associated with different environments in the malaria vector *Anopheles gambiae*: a case study in Tanzania. *Malaria Journal*, 13: 28.
- Öter, K. ve Tüzer, E. 2014. İstanbul’da sivrisinek türlerinin (Diptera: Culicidae) kompozisyonu. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 40 (2): 249-259.
- Özbilgin, A. ve Tamay, A.T. 2000. Sıtma tanısında yenilikler. *Ankem Dergisi*, 14 (3): 260-265.
- Özkan, B., Vuruş-Akçaöz, H., Karaman, S. ve Taşcıoğlu, Y. 2002. Antalya ilinde serada sebze üretiminde pestisit kullanımının ekonomik açıdan değerlendirilmesi. *Bahçe*, 31 (1-2): 9-16.
- Özkan, S. ve Erdoğan, A. 2012. Vektörle Bulaşan Enfeksiyonlar. I. Maral M. Eskiocak A.O. Kurt (Editorler). HASUDER Türkiye Sağlık Raporu, Bulaşıcı Hastalıklar Bölümü, s.119-120.
- Özkaya, G., Çeliker, A. ve Koçer-Giray, B. 2013. İnsektisit zehirlenmeleri ve Türkiye'deki durumun değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 70 (2): 75-102.
- Özparlak, H. 2003. Böceklerde kütikulanın yapısı, deri değiştirme ve diflubenzuron’un (DFB) etkileri. *Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 21: 7-19.
- Paine, M.J.I. and Brooke, B. 2016. Insecticide Resistance and Its Impact on Vector Control. In: A.R. Horowitz I. Ishaaya (Editors), *Advances in Insect Control and Resistance Management*, Springer, pp. 287-312.
- Palmquist, K., Salatas, J. and Fairbrother, A. 2011. Pyrethroid Insecticides: Use, Environmental Fate, and Ecotoxicology. In: F. Perveen (Editor), *Insecticides–Advances in Integrated Pest Management*, In Tech, pp. 251-278, Rijeka.

- Paul, A., Harrington, L.C., Zhang, L. and Scott, J.G. 2005. Insecticide resistance in *Culex pipiens* from New York. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 21 (3): 305-309.
- Pittendrigh, B.R., Margam, V.M., Walters, K.R.Jr., Steele, L.D., Olds, B.P., Sun, L., Huesing, J., Lee, S.H. and Clark, J.M. 2014. Understanding Resistance and Induced Responses of Insects to Xenobiotics and Insecticides in the Age of “Omics” and Systems Biology. In: D.W. Onstad (Editor), *Insect Resistance Management, Biology, Economics, and Prediction Second Edition*, Academic Press (Elsevier), pp. 55-98, Amsterdam.
- Pocquet, N., Darriet, F., Zumbo, B., Milesi, P., Thiria, J., Bernard, V., Toty, C., Labbé, P. and Chandre, F. 2014. Insecticide resistance in disease vectors from Mayotte: an opportunity for integrated vector management. *Parasites & Vectors*, 7: 299.
- Poopathi, S. and Abidha, S. 2010. Mosquitocidal bacterial toxins (*Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* serovar *israelensis*): Mode of action, cytopathological effects and mechanism of resistance. *Journal of Physiology and Pathophysiology*, 1 (3): 22-38.
- Porter, A.G., Davidson E.W. and Liui, J.W. 1993. Mosquitocidal toxins of bacilli and their genetic manipulation for effective biological control of mosquitoes. *Microbiological Reviews*, 57 (4): 838-861.
- Poupardin, R., Reynaud, S., Strode, C., Ranson, H., Vontas, J. and David, J.P. 2008. Crossinduction of detoxification genes by environmental xenobiotics and insecticides in the mosquito *Aedes aegypti*: impact on larval tolerance to chemical insecticides. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 38 (5): 540-551.
- Poupardin, R., Riaz, M.A., Jones, C.M., Chandor-Proust, A., Reynaud, S. and David, J.P. 2012. Do pollutants affect insecticide-driven gene selection in mosquitoes? Experimental evidence from transcriptomics. *Aquatic Toxicology*, 114-115, 49-57.
- Qin, Q., Li, Y., Zhong, D., Zhou, N., Chang, X., Li, C., Cui, L., Yan, G. and Chen, X.G. 2014. Insecticide resistance of *Anopheles sinensis* and *An. vagus* in Hainan Island, a malaria-endemic area of China. *Parasites & Vectors*, 7: 92.
- Ramsdale, C.D., Alten, B., Çağlar, S.S. ve Özer, N. 2001. A revised annotated checklist of the mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Turkey. *European Mosquito Bulletin*, 9: 18-28.
- Ranson, H., N’guessan, R., Lines, J., Moiroux, N., Nkuni, Z. and Corbel, V. 2011. Pyrethroid resistance in African anopheline mosquitoes: what are the implications for malaria control? *Trends in Parasitology*, 27 (2): 91-8.
- Riaz, M.A., Poupardin, R., Reynaud, S., Strode, C., Ranson, H. and David, J.P. 2009. Impact of glyphosate and benzo[a]pyrene on the tolerance of mosquito larvae to chemical insecticides. Role of detoxification genes in response to xenobiotics. *Aquatic Toxicology* 93 (1): 61-69.

- Riaz, M.A., Chandor-Proust, A., Dauphin-Villemant, C., Poupardin, R., Jones, C.M., Strode, C., Regent-Kloeckner, M., David, J.P. and Reynaud, S. 2013. Molecular mechanisms associated with increased tolerance to the neonicotinoid insecticide imidacloprid in the dengue vector *Aedes aegypti*. *Aquatic Toxicology*, 126: 326-337.
- Salgado, V.L. and Sparks, T.C. 2010. The Spinosyns: Chemistry, Biochemistry, Mode of Action, and Resistance. In: L.I. Gilbert S.S. Gill (Editors), *Insect Control, Biological and Synthetic Agents*, Academic Press (Elsevier), pp. 207-243, Amsterdam.
- Salim-Abadi, Y., Oshaghi, M.A., Enayati, A.A., Abai, M.R., Vatandoost, H., Eshraghian, M.R., Mirhendi, H., Hanafi-Bojd, A.A., Gorouhi, M.A. and Rafi, F. 2016. High insecticides resistance in *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) from Tehran, Capital of Iran. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 10 (4): 483-492.
- Samanidou-Voyadjoglou, A. and Harbach, R.E. 2001. Keys to the adult female mosquitoes (Culicidae) of Greece. *European Mosquito Bulletin*, 10: 13–20.
- Schleier III, J.J and Peterson, R.K.D. 2011. Pyrethrins and Pyrethroid Insecticides. In: Ó. López J.G. Fernández-Bolaños (Editors), *Green Trends in Insect Control*. Royal Society of Chemistry, pp. 94-131, Cambridge.
- Scott, J.G., Yoshimizu, M.H. and Kasai, S. 2015. Pyrethroid resistance in *Culex pipiens* mosquitoes. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 120: 68–76.
- Sepici-Dincel, A., Benli, A.C.K., Selvi, M., Sarikaya, R., Sahin, D., Ozkul, I.A. and Erkoc F. 2009. Sublethal cyfluthrin toxicity to carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings: biochemical, hematological, histopathological alterations. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72 (5): 1433-1439.
- Ser, Ö. ve Çetin, H. 2012. Antalya ilinde 2001 ile 2011 yılları arasındaki sıtma vakalarının değerlendirilmesi. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 36: 4-8.
- Ser, Ö. 2013. Bazı Sivrisinek Larvasitlerinin Sivrisinek Larva Predatörü *Notonecta* sp. Üzerinde Toksik Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 42 s.
- Ser, Ö. ve Çetin, H. 2013. Kutanöz leishmaniasis ve Antalya ilindeki durumu. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 37: 84-91.
- Ser, Ö. 2015. Turizm Bölgelerinde Sivrisinek Mücadelesi; Antalya Örneği. 2. Ulusal Biyosidal Kongresi, ss 96, 9-13 Kasım, İzmir.
- Ser, O. and Cetin, H. 2015. Toxicity of mosquito larvicides on non-target mosquito predator insect, backswimmer (*Notonecta* sp.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 24 (1): 311-6.
- Ser, Ö. ve Çetin H. 2016. Pestisitlerin vektör mücadelesinde kullanımları. *Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri-Farmakoloji ve Toksikoloji Özel Dergisi*, 2 (2): 26-34.
- Ser, Ö. ve Çetin, H. 2017a. Sivrisineklerde (Diptera: Culicidae) İnektisitlere Direnç. Uluslararası Katılımlı 20. Ulusal Parazitoloji Kongresi, ss 81-83, 25-29 Eylül, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

- Ser, Ö. ve Çetin, H. 2017b. Halk Sağlığı Zararlılarında Pestisit Direnci. Özbel Y, editör. Vektör Artropodlar ve Mücadelesi. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayınları; ss 483-495, İzmir.
- Service, M. 2012. Medical Entomology for Students. Fifth Edition. Cambridge University Press, New York, p 303.
- Shaan, E.A-S. and Canyon, D.V. 2009. Aquatic insect predators and mosquito control. *Tropical Biomedicine*, 26 (3): 223-261.
- Sheikh, N. 2011. Health and Insecticides. In: F. Perveen (Editor), Insecticides–Advances in Integrated Pest Management, In Tech, pp. 143-152, Rijeka.
- Su, T. and Mulla, M.S. 2004. Documentation of high-level *Bacillus sphaericus* 2362 resistance in field populations of *Culex quinquefasciatus* breeding in polluted water in Thailand. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 20 (4): 405-411.
- Suman, D.S., Tikar, S.N., Parashar, B.D. and Prakash, S. 2010. Development of insecticide resistance in *Culex quinquefasciatus* mosquito from different locations in India. *Journal of Pest Science*, 35 (1): 27–32.
- Şimşek, F.M. 2006. Seasonal frequency and relative density of larval populations of mosquito species (Diptera: Culicidae) in Şanlıurfa province, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 30: 383-392.
- Taskin, B.G., Dogaroglu, T., Kilic, S., Dogac, E. and Taskin, V. 2016. Seasonal dynamics of insecticide resistance, multiple resistance, and morphometric variation in field populations of *Culex pipiens*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 129: 14–27.
- Tezcan, S., Ülger, M. ve Emekdaş, G. 2011. Batı Nil virusu ve enfeksiyonu. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4 (3): 9-17.
- Thavara, U., Tawatsin, A., Asavadachanukorn, P. and Mulla, M.S. 2009. Field evaluation in Thailand of spinosad, a larvacide derived from *Saccharopolyspora spinosa* (Actinomycetetales) against *Aedes aegypti* (L.) larvae. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 40 (2): 235-242.
- Tiryaki, O. and Temur, C. 2010. The Fate of Pesticide in the Environment. *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 4 (10): 29-38.
- Tiryaki, O., Canhilal, R. ve Horuz, S. 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (2): 154-69.
- Tolle, M.A. 2009. Mosquito-borne diseases. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 39: 97-140.
- Tosun, S. 2012. Batı Nil virüs enfeksiyonu. *Deneysel ve Klinik Tıp Dergisi*, 29: 183-192.
- Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü. 2014. T.C Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2013. B.B. Başara, C. Güler, G.K. Yentür (editörler). Sentez Matbaacılık ve Yayıncılık, Ankara, 174 s.

- Vontas, J., Ranson, H. and Williamson, M.S. 2010. Pyrethroid Insecticides and Resistance Mechanisms. In: L.I. Gilbert S.S. Gill (Editors), *Insect Control, Biological and Synthetic Agents*, Academic Press (Elsevier), pp. 30-34, Amsterdam.
- Vural, N. 2005. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları: 73, Ankara, 659 s.
- World Health Organization (WHO). 1997.2. Chemical Methods for the Control of Vectors and Pests of Public Health Importance. WHO Press, Geneva, 129 p.
- World Health Organization (WHO). 2006. Pesticides and their application. For the control of vectors and pests of public health importance. Sixth Edition. WHO Press, Geneva, 125 p.
- World Health Organization (WHO). 2011. World Malaria Report. WHO Press, Geneva, 246 p.
- World Health Organization (WHO). 2013. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. WHO press, Geneva, 30 p.
- World Health Organization (WHO). 2014. A Global Brief on Vector-borne Diseases. WHO Press, Geneva, 54 p.
- World Health Organization (WHO). 2016a. World Malaria Report. WHO Press, Geneva, 148 p.
- World Health Organization (WHO). 2016b. Monitoring and managing insecticide resistance in *Aedes* mosquito populations, Interim guidance for entomologists. WHO Press, Geneva, 11 p.
- World Health Organization (WHO). 2016c. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. Second edition. WHO Press, Geneva, 48 p.
- Wright, E.J. 1976. Environmental and toxicological aspects of insect growth regulators. *Environmental Health Perspectives*, 14: 127-132.
- Yadouléon, A., Badirou, K., Agbanrin, R., Jost, H., Attolou, R., Srinivasan, R., Padonou, G. and Akogbéto, M. 2015. Insecticide resistance status in *Culex quinquefasciatus* in Benin. *Parasites & Vectors*, 8:17.
- Yamanel, Ş. ve Çakır, Ş. 2004. Türkiye'nin bazı karasinek (*Musca domestica* L.) populasyonlarında organofosfatlı insektisidlerden metil paration ve diazinona karşı gelişmiş direnç. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 28 (4): 210-214.
- Yarsan, E. ve Çevik, A. 2007. Vektör mücadelesinde biyopestisitler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 64 (1): 61-70.
- Yazıcı, Z. 2005a. Atlarda Batı Nil virusu enfeksiyonu. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2 (1): 45-48.
- Yazıcı, Z. 2005b. Batı Nil virusu enfeksiyonu. *İnfeksiyon Dergisi*, 19 (1): 139-143.
- Yılmaz, F.K. 2008. antalya'nın günlük yağış özellikleri ve şiddetli yağışların doğal afetler üzerine etkisi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (1): 19-65.

- Yorulmaz, S. ve Ay, R. 2010. Akar ve böceklerde pestisitlerin detoksifikasyonunda rol oynayan enzimler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2): 137-148.
- Yu, S.J. 2008. *The Toxicology and Biochemistry of Insecticides*. CRC Press/Taylor & Francis Group, Boca Raton, 296 p.

ÖZGEÇMİŞ

ÖNDER SER
onderser62@hotmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2011-2014	Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 1999-2002	Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Biyolog 2004-Devam ediyor	Antalya İl Sağlık Müdürlüğü, Kepez İlçe Sağlık Müdürlüğü, Sıtma Birimi Antalya Halk Sağlığı Müdürlüğü, Kepez Toplum Sağlığı Merkezi, Sıtma Birimi Antalya Sıtma Savaş Dispanseri Muğla Milas Halk Sağlığı Laboratuvarı Tunceli Halk Sağlığı Laboratuvarı İzmir Tire Dr. Ertuğrul AKER Devlet Hastanesi İzmir Tire SSK Hastanesi Erzincan Tercan Devlet Hastanesi
------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

- 1- Ser Ö., Çetin H. (2015). Toxicity of mosquito larvicides on non-target mosquito predator insect, backswimmer (*Notonecta* sp.). Fresenius Environmental Bulletin, 24 (1b): 311-316.

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

- 1- Ser Ö., Çetin H. (2016). Pestisitlerin vektör mücadelesinde kullanımları. Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri-Farmakoloji ve Toksikoloji Özel Dergisi, 2(2): 26-34.
- 2- Ser Ö., Çetin H. (2016). Kırım Kongo kanamalı ateşinin güncel durumu. TAF Preventive Medicine Bulletin, 15(1): 58-68.
- 3- Ser Ö., Çetin H. (2013). Kutanöz leishmaniasis ve Antalya ilindeki durumu. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 37: 84-91.
- 4- Ser Ö., Çetin H. (2012). Antalya ilinde 2001 ile 2011 yılları arasındaki sıtma vakalarının değerlendirilmesi. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 36: 4-8.

Ulusal kitapta bölüm yazarlığı

- 1- Ser Ö., Çetin H. (2017). Halk sağlığı zararlılarında pestisit direnci. Özbel Y, editör. Vektör artropodlar ve mücadelesi. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayınları; ss 483-495, İzmir.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

- 1- Karakuş M., Demir S., Çetin H., Arserim S.K., Ser Ö., Töz S., Balcıoğlu İ.C., Ölgen M.K., Yılmaz B., Özbel Y. (2014). Natural infection and insecticide susceptibility status of wild caught sand flies in rural areas of Antalya, Mediterranean Region of Turkey. VIII. International Symposium on Phlebotomine Sandflies, pp. 66, 22-25, September 2014, Puerto Iguazú-Misiones, Argentina.
- 2- Ser Ö., Çetin H. (2013). Investigation of toxicity of spinosad on mosquito predator insect *Notonecta* sp. VII. International Symposium on Ecology and Environmental Problems, pp. 55, 18-21 December, Antalya.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

- 1- Ser Ö., Çetin H. (2017). Sivrisineklerde (Diptera: Culicidae) insektisitlere direnç. 20. Ulusal Parazitoloji Kongresi, ss. 81-83, 25-29 Eylül, Eskişehir.
- 2- Ser Ö., Polat Y., Çivril M., Koç S., Öz E., Çetin H. (2017). Böcek gelişim düzenleyici cyromazinenin sivrisinek larvaları üzerindeki toksik etkisinin araştırılması. 20. Ulusal Parazitoloji Kongresi, ss. 410-411, 25-29 Eylül, Eskişehir.
- 3- Ser Ö., Çetin H. (2016). Vektör mücadelesinde ultrasonik cihazların kullanımı. III. Ulusal Vektör Mücadelesi Sempozyumu, ss. 33-34, 10-13 Kasım, Antalya.
- 4- Ser Ö. (2015). Turizm bölgelerinde sivrisinek mücadelesi; Antalya örneği. 2. Ulusal Biyosidal Kongresi, ss. 96, 9-13 Kasım, İzmir.
- 5- Ser Ö., Çetin H. (2014). Bazı sivrisinek larvasitlerinin sivrisinek larva predatörü *Notonecta* sp. üzerinde toksik etkilerinin araştırılması. II. Ulusal Vektör Mücadelesi Sempozyumu, ss. 43, 6-9 Kasım, Antalya.

6- Ser Ö., Öz E., Koç S., Çinbilgel İ., Yanıkoğlu A, Çetin H. (2014). *Origanum bilgeri* (Lamiaceae) bitkisi uçucu yağının *Culex pipiens* üzerindeki repellent (kovucu) etkisi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, ss. 918, 23-27 Haziran, Eskişehir.

7- Karakuş M., Demir S. , Çetin H., Ser Ö., Arserim S.K., Balcıoğlu İ.C., Ölgen M.K., Özbel Y. (2014). Antalya ilinde doğadan toplanan kum sineklerinin bazı insektisitlere karşı hassasiyetlerinin belirlenmesi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, ss. 379, 23-27 Haziran, Eskişehir.

8- Koç S., Öz E., Ser Ö., Aydın Ç., Özay C., Mammadov R., Çetin H. (2014). *Prospero autumnale* (Asparagaceae) bitkisinin soğanından elde edilen etanol ekstraktının *Culex pipiens* üzerindeki larva öldürücü etkisi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, ss. 923, 23-27 Haziran, Eskişehir.

9- Öz E., Koç S., Ser Ö., Çinbilgel İ., Yanıkoğlu A., Çetin H. (2014). *Dorystaechas hastata* (Lamiaceae) bitkisi uçucu yağının *Culex pipiens* üzerindeki larva öldürücü etkisi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, ss. 932, 23-27 Haziran, Eskişehir.

10- Ser Ö., Çetin H. (2013). Antalya ilinde şark çıbanının durumu. I. Ulusal Vektör Mücadelesi Sempozyumu, ss. 64, 08-10 Mart 2013, Antalya.

11- Ser Ö., Çetin H. (2012). Antalya ilinde 2006 ile 2011 yılları arasındaki sıtma mücadele çalışmalarının değerlendirilmesi. 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, ss. 868, 3-7 Eylül, İzmir.