



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ENTOMOPATOJEN BAKTERİ İÇEREN
BAZI BİYOPREPARATLARIN *Culiseta
longiareolata* (Macquart) (Diptera:
Culicidae) LARVALARINA
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Aylin AYDIN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Enver DURMUŞOĞLU

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi: 25 Aralık 2018

**Bornova-İZMİR
2018**

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

ENTOMOPATOJEN BAKTERİ İÇEREN BAZI
BİYOPREPARATLARIN *Culiseta longiareolata*
(Macquart) (Diptera: Culicidae) LARVALARINA
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Aylin AYDIN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Enver DURMUŞOĞLU

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi: 25 Aralık 2018

Bornova-İZMİR

2018

Aylin AYDIN tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Entomopatojen bakteri içeren bazı biyopreparatların *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera: Culicidae) larvalarına etkinliğinin belirlenmesi” başlıklı bu çalışma Ege Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile Ege Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesinin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 25 Aralık 2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı :Prof. Dr. Enver DURMUŞOĞLU
Raportör Üye :Prof. Dr. Serdar TEZCAN
Üye :Doç. Dr. Nabi Alper KUMRAL

İmza



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Ege Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Entomopatojen bakteri içeren bazı biyopreparatların *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera: Culicidae) larvalarına etkinliğinin belirlenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

25 / 12 / 2018

Aylin AYDIN

ÖZET

**ENTOMOPATOJEN BAKTERİ İÇEREN BAZI
BİYOPREPARATLARIN *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera:
Culicidae) LARVALARINA ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

AYDIN, Aylin

Yüksek Lisans Tezi, Bitki Koruma Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Enver DURMUŞOĞLU

Aralık 2018, 50 sayfa

Bu tez kapsamında Türkiye’de sivrisinek larva mücadelesinde ruhsatlı bakteri içerikli iki biyosidal ürün ile Türkiye’den izole edilen üç yerel izolattın *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera: Culicidae) larvalarına etkileri ve yerel izolatlardan sivrisinek mücadelesinde kullanım olanakları araştırılmıştır.

Denemelerde 2018 yılında Muğla ilinden toplanan *C. longiareolata* yumurtaları Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü’ndeki iklim odalarına getirilerek, $27\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık, % 70 ± 5 orantılı nem ve 12:12 saat fotoperiyota sahip laboratuvar koşullarında yetiştirilmiştir.

Geç üçüncü dönem *C. longiareolata* larvaları ile yapılan denemelerde *Bacillus sphaericus* içeren VectoLex WDG ve *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* içeren VectoBac 12 AS ticari preparatlarının arazi dozları, arazi dozlarının yarı ve çeyrek dozları ile Prof. Dr. Recep Kotan (Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Erzurum)’dan temin edilen *B. sphaericus* içeren bir, *Bacillus thuringiensis* var. *kenyae* içeren iki yerel izolattın % 1-10’luk dozları araştırmaya konu olmuştur.

Sonuç olarak; laboratuvar koşullarında ruhsatlı biyopreparatların önerilen arazi dozlarında ve arazi dozlarının yarısında *C. longiareolata*’ya karşı % 100 etkili olduğu ve Türkiye’den izole edilen *B. sphaericus* içeren yerel izolattın önerilen doz ve daha alt dozlarında *C. longiareolata*’ya karşı % 100 etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar sözcükler: *Culiseta longiareolata*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, *Bacillus thuringiensis* var. *kenyae*, larvisit.

ABSTRACT

DETERMINATION OF EFFICACY OF SOME BIOPREPARATS INCLUDED ENTOMOPATHOGENIC BACTERIA ON *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera: Culicidae) LARVAE

AYDIN, Aylin

Faculty of Agriculture, Plant Production
Supervisor: Prof. Dr. Enver DURMUŐOĐU
December 2018, 50 pages

This thesis, were researched our country registration for the control of mosquito larvae two biocidal products containing bacteria with three local isolates isolated from Turkey *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera: Culicidae) effects on the larvae and the use of local isolates.

C. longiareolata eggs collected from the province of Muğla were grown in the climate rooms at the Ege University Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection under laboratory conditions, at a temperature of 27±1°C and a humidity of 70±5% and photoperiod of 12:12 hours.

In the experiments made with the late third *C. longiareolata* larvae, were studied doses of VectoLex WDG (*Bacillus sphaericus*) and VectoBac 12 AS (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*) field doses, semi and quarter of field doses with was provided Professor Dr. Recep Kotan (Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Erzurum) doses of one local isolate containing *B. sphaericus* and two local isolates containing *Bacillus thuringiensis* var. *kenyae* between % 1-10.

As a result, both commercial preparations field doses and half of the field doses % 100 effective in *C. longiareolata* and local isolates containing *B. sphaericus* were found to be recommended dose and at lower doses *C. longiareolata* against % 100 effective under laboratory conditions.

Keywords: *Culiseta longiareolata*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, *Bacillus thuringiensis* var. *kenyae*, larvicide.

TEŞEKKÜR

Tezimin konusunun belirlenmesinde, araştırma aşamasında ve tamamlanmasında bilgisini, yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Enver DURMUŞOĞLU'na, sivrisinek türlerinin larvalardan teşhisini moleküler çalışmalarla yapan Sayın Doç. Dr. Nurper GÜZ'e, yerel izolatları temin ettiğimiz Sayın Prof. Dr. Recep KOTAN'a, bakteri içerikli biyosidal ürünleri temin ettiğimiz İzmir Büyükşehir Belediyesi ve Muğla Büyükşehir Belediyesi Başkanlığı'nın ilgili birimlerine, çalışmada kullanılan bazı materyallerin ve araziden getirilen yumurta paketlerinin temin edilmesini sağlayan, Roksan İlaç San. Tic. Ltd. Şti. ve Çevre İlaç Makina San. Tic. Ltd. Şti.'ne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER**Sayfa**

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Sivrisineklerin Önemi ve Neden Olduğu Hastalıklar	3
2.2. Sivrisinekler Hakkında Genel Bilgiler	5
2.2.1. Sivrisineklerin morfolojileri	5
2.2.2. Sivrisineklerin biyolojileri	7
2.3. Türkiye Sivrisinek Faunası	9
2.4. <i>Culiseta longiareolata</i> Hakkında Genel Bilgiler	10
2.4.1. Sistematikteki yeri, coğrafi yayılışı ve vektörlüğü	10
2.4.2. Morfolojisi	11
2.4.3. Biyolojisi	13
2.5. Sivrisineklerle Mücadele	14

İÇİNDEKİLER (devam)

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	20
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	30
4.1. Sivrisinek Kültürlerinin Oluşturulması ve Üretimi.....	30
4.2. Kullanılan Biyoinsektisitler	33
4.3. Bioassay Testler	34
4.3.1. Denemenin kurulması	35
4.3.2. Denemenin değerlendirilmesi	36
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	35
6. SONUÇ	41
KAYNAKLAR DİZİNİ	43
ÖZGEÇMİŞ	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 <i>Anopheles, Aedes</i> ve <i>Culex</i> cinslerinin morfolojik farklılıkları.....	6
2.2 Sivrisineklerin biyolojisi	8
2.3 <i>Culiseta longiareolata</i> 'nın ergini	12
2.4 <i>Culiseta longiareolata</i> 'nın yumurtası.....	12
2.5 <i>Culiseta longiareolata</i> 'nın larvası.....	13
2.6 <i>Culiseta longiareolata</i> 'nın pupası	13
2.7 <i>Bacillus thuringiensis</i> 'in konukçuda enfeksiyonu	21
4.1 Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi iklim odaları.....	30
4.2 Araziden getirilen yumurta paketleri ve aktarıldığı kaplar.....	30
4.3 Teşhise göndermek için hazırlanan larvalar	31
4.4 Larvaların beslenmesi.....	31
4.5 Ergin kaçışını önlemek için üzeri tül ile kapatılmış üretim kapları.....	32
4.6a Aspiratör ile toplanan erginler.....	32

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.6b Ergin kafesleri.....	32
4.7a Erginlerin %10'luk şekerli su ile beslenmesi	32
4.7b Erginlerin kan ile beslenmesi.....	32
4.8a VectoLex WDG etiket	33
4.8b VectoBac 12 AS etiket.....	33
4.9a Konsantrasyonların hazırlanması.....	34
4.9b Deneme kabı	34
4.9c Besin ve birey aktarılmış deneme kabı	34
4.10 Yerel izolatlarla hazırlanan dozlar	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Dünya sağlık örgütünün önerdiği adultisitler ve dozları	17
2.2 Dünya sağlık örgütünün önerdiği larvisitler ve dozları	18
4.1 Denemelerde kullanılan biyopreparatlar.....	33
5.1 VectoLex WDG (<i>Bacillus sphaericus</i>) preparatının farklı dozlarda <i>Culiseta longiareolata</i> 'ya etkisi (n=50).....	37
5.2 VectoBac 12 AS (<i>Bacillus thuringiensis var. israelensis</i>) preparatının farklı dozlarda <i>Culiseta longiareolata</i> 'ya etkisi (n=50).....	38
5.3 VectoBac 12 AS (<i>Bacillus thuringiensis var. israelensis</i>) preparatı için belirlenen lethal dozlar	38
5.4 Yerel 1 (<i>Bacillus sphaericus</i>) izolatının farklı dozlarda <i>Culiseta longiareolata</i> 'ya etkisi (n=50).....	39
5.5 Yerel 1 (<i>Bacillus sphaericus</i>) izolatının için belirlenen lethal dozlar	39
5.6 Yerel 2 (<i>Bacillus thuringiensis. kenya</i>) izolatının farklı dozlarda <i>Culiseta longiareolata</i> 'ya etkisi (n=50).....	39
5.7 Yerel 3 (<i>Bacillus thuringiensis kenya</i>) izolatının farklı dozlarda <i>Culiseta longiareolata</i> 'ya etkisi (n=50).....	40

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması ve küresel iklim değişikliğine bağlı olarak meydana gelen iklimsel değişiklikler, azalan kaynaklar, ağaçların yok edilmesi, ilaçlara karşı direnç gelişmesi, patojenlerin genetik yapılarındaki değişiklikler, sağlıksız kentleşme gibi nedenler dolayı bozulan doğal denge birçok bulaşıcı hastalık etmeninin insan ve hayvanlar arasında yayılmasına uygun ortamlar hazırlamış ve bu sebeplerden dolayı vektörler ve vektörlerle bulaşan hastalıklar tekrar önem kazanmaya başlamıştır (Alten ve Çağlar, 2001; İnci ve Düzlü, 2009).

Dünya üzerinde kutuplar hariç her anakarada, hemen hemen tüm zoocoğrafik bölgelerde bulunan, bulaşıcı hastalıklara aracılık eden canlılar arasında biyolojik potansiyelleri en yüksek olan vektörlerdir (Alten ve Çağlar, 2001). Bugün bilinen ve sayıları sürekli artış gösteren 182 arbovirüs (eklembacaklılar aracılığı ile bulaştırılan virüsler) enfeksiyonundan 147'sine sivrisinekler vektörlük yapmaktadır. Sivrisinekler arbovirüs vektörlüğünün yanı sıra tüm dünyada özellikle insan topluluklarını etkileyen ve yoğun ölümlere neden olan önemli hastalıklara da vektörlük yapmaktadır (Yıldırım, 2009; Anonim, 2011).

Sivrisineklerle mücadelede kullanılan yöntemlerin genel amacı vektörün üreme alanlarını kurutmak, larva ve erginlerle ayrı mücadele etmektir (Yıldırım, 2009). Sivrisineklerin üreme alanı olan kaynakların azaltılması ve yok edilmesi ile başarı elde edilemiyorsa, öncelikli olarak biyolojik savaş, sonrasında ise kimyasal savaş yöntemleri uygulanmalıdır. Özellikle predatörler, biyoinsektisitler ve büyüme regülatörleri bu konuda büyük öneme sahiptir (Çetin, 2018).

Sivrisineklerle kimyasal mücadelede hedef larvalardır. Petrol türevi yağlar ve mineral yağlar geçmişte mücadelede kullanılan başlıca larvisitlerdir. Bunların yanı sıra diflubenzuron, novaluron gibi kitin sentezi inhibitörleri ve pyriproxyfen gibi juvenil hormon analogları günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan larvisit uygulamalarının yetersiz kaldığı durumlarda ULV (soğuk sisleme) ve TF (sıcak sisleme) tekniği ile erginlere karşı mücadele yapılır (Çetin, 2018).

Zararlılarla mücadelede sentetik insektisitlerin bilinçsizce kullanımı sonucunda kimyasal insektisitlerin insan ve çevreye olumsuz etkilerinde artış,

zararlıların insektisitlere direnç geliştirmesi gibi sorunların ortaya çıkması çeşitli bilimsel çalışmalar ile ortaya konmuştur. Bu sorunların ortadan kaldırılması veya azaltılması amacıyla, alternatif yöntem veya ürünler aranmaya başlanmış ve son yıllarda biyoinspektisitlerle ilgili çok sayıda çalışma gerçekteştirilmiştir (Güncan ve Durmuşoğlu, 2004).

Yapılan çalışmalar sonucunda sivrisinekle mücadelede *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* ve *Bacillus sphaericus* bakterilerinin biyoinspektisit olarak kullanılabileceği fark edilmiştir (Seleena et al., 1996). Çevreye olumsuz etkinin az olması, hedef organizma dışındaki organizmalara zarar vermemesi yani spesifik olmaları ve böceklerde direnç oluşma ihtimallerinin düşük olması gibi avantajlarından dolayı bazı bölgelerde sentetik organik insektisitlerin yerini almaya başlamıştır (Charles et al., 2000).

Diğer yandan Türkiye’de ruhsatlı biyopreparatların neredeyse tamamı ithal ürünler olup, diğer pestisitler gibi önemli döviz çıkışına neden olmaktadır. Bu bağlamda yerel izolatlardan elde edilecek yerli biyopreparatların geliştirilmesi oldukça anlamlıdır.

Bu tez kapsamında Türkiye’de ruhsatlı bakteri içerikli iki biyosidal ürün ile Türkiye’den izole edilen üç yerel bakteri izolatının sivrisinek larvalarına etkileri farklı dozlarda denenmiş ve pratikte kullanım olanakları laboratuvar koşullarında ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sivrisinekleri Önemi ve Neden Olduğu Hastalıklar

Yeryüzünde varlığı ortaya konulan ve sistematikteki yeri belirlenen canlıların % 80'den fazlası Arthropoda şubesi içinde yer almaktadır. Arthropoda şubesinin en büyük sınıfını oluşturan böcekler ise yeryüzünde bilinen canlıların % 50'den (~900.000 tür) fazlasını oluşturmaktadır (Schowalter et al., 2006; İnci ve Düzlü'den 2009). Sivrisinekler ise Diptera takımının, Nematocera alt takımı içerisinde yer almaktadır (Fauna Europea, 2018). 38 cins altında 3357 tür ve alt tür ile temsil edilirler ve bulaşıcı hastalıklara aracılık eden canlılar arasında biyolojik potansiyelleri en yüksek olan vektörlerdir (Alten ve Çağlar, 2001).

Hastalık etmenlerini ısırarak deri veya mukoza içine bırakan ya da vücutlarının dış kısmında bulunan hastalık etmenlerini derinin veya besin maddelerinin üzerine bulaştıran artropodlara ve kemirgenlere vektör denir. Vektörler hastalık etmenlerini mekanik veya biyolojik olarak iki farklı yolla taşımaktadır. Mekanik vektörlükte hastalık etmeni vektör vücudunda çoğalma ve gelişme göstermezken, biyolojik vektörlükte hastalık etmeni vektör vücudunda çoğalma ve gelişme dönemi geçirdikten sonra asıl konukçuya aktarılır. Tifo, dizanteri gibi hastalık etmenleri karasinekler tarafından mekanik yolla aktarılırken, sıtma etmeni olarak *Plasmodium* türleri biyolojik yolla aktarılır. Sıtma etmeni sivrisinek vücudunda bir çoğalma ve gelişme dönemi geçirdikten sonra insanlara aktarılır (Anonim, 2011).

Sivrisinekler, aşağıda açıklanan sıtma, filarya, humma vb. birçok hastalığın vektörüdürler (Rozendaal, 1997).

Sıtma, bir protozoa olan *Plasmodium* cinsindeki türlerin neden olduğu bir hastalıktır (Merdivenci, 1984). Dört farklı *Plasmodium* türü insanlarda sıtmaya neden olmaktadır. Bunlar; *P. vivax*, *P. falciparum*, *P. ovale* ve *P. malariae* (Haemosporida: Plasmodiidae)'dir. Sıtma, tropik, subtropik ve ılıman iklim bölgelerinde daha yaygındır. *Anopheles* cinsine ait 60 tür insanlarda sıtmanın vektörüdür. Afrika'da ölümlerin en önemli nedenlerinden biri olan sıtma, özellikle çocuklar ve hamileler üzerinde yüksek risklidir. Yolcular, turistler ve göçmenler de

yüksek risk grubu altına girebilmektedir (Rozendaal, 1997). Türkiye’de sıtma hastalığının etmeni olarak *P. vivax* görülmekte ve vektörlüğünü en yaygın olarak *Anopheles sacharovi* Favre (Diptera: Culicidae) türü sivrisinekler yapmaktadır (Alten ve Çağlar, 2001). Dünyada 2016 yılında 216 milyon sıtma vakası saptanmış ve sıtmadan 445 bin kişi ölmüştür (WHO, 2018a).

Filariodidea familyasından *Wuchereria bancrofti*, *Brugian filaryasına* ve *W. bancrofti* (Spirurida: Filariodidea) nematodları lenfatik filarya hastalığının etmenleridir. Hastalığın % 90’ına *W. bancrofti* nematodu neden olmaktadır (WHO, 2018a). Bu hastalığın vektörü *Anopheles*, *Culex* ve *Aedes* cinslerine bağlı türlerdir. 76 ülkede 751 milyon insan Filarya hastalığı riskini taşımakta olup hastalığın en önemli vektörü *Culex pipiens fatigans* L. (Diptera: Culicidae)’tır (Alten ve Çağlar, 2001).

Dang humması ve dang kanamalı ateşi, tropik ve bazı subtropik iklime sahip alanlarda zaman zaman salgınlara neden olan viral bir hastalıktır. *Aedes aegypti* (Linnaeus) ve *Anopheles barbirostris* Wulp (Diptera: Culicidae) hastalığın vektörleridir (Rozendaal, 1997). Dang humması ülkemiz için tehlikeli değildir fakat Burma, Vietnam, Endonezya, Çin ve Tayland gibi ülkelerde büyük sorunlara neden olmaktadır (Alten ve Çağlar, 2001). Aniden başlayan ve bir hafta veya daha uzun süren, şiddetli baş ağrısına, eklem ve kas ağrılarına ve döküntülere neden olan akut ateşli bir hastalıktır. Genellikle yetişkinlerde görülen bu hastalığın enfeksiyonu sonucunda nadiren ölüm görülmektedir. Dang kanamalı ateşi ise Güneydoğu Asya’da ortaya çıkan ve genellikle çocukları etkileyen bir hastalıktır. Enfeksiyon sonucunda yüksek ateş, kusma, baş ağrısı, nefes almada zorluk, karın ağrısı ve hastalığın ilerlemesiyle iç kanama gibi belirtiler gözlenmektedir. Kan kaybı ve düşük kan basıncı sonucunda hasta şoka girebilir ve tedavi edilmediği zamanda ise vakaların yarısında ölüm görülmektedir (Rozendaal, 1997).

Viral bir hastalık olan sarıhummanın ana kaynağı maymunlardır. Hastalığın vektörü ise *Aedes aegypti* türü sivrisineklerdir (Rozendaal, 1997). Aşısı olmasına rağmen birçok Afrika ve Güney Amerika ülkelerinde hala büyük bir öneme sahiptir (Becker et al., 2010). Afrika’da 33 ülke, bu hastalıktan etkilenmektedir (Aldemir vd, 2002). Tropik ve subtropik bölgelerde geniş bir yayılım göstermektedir.

Genellikle ölüme neden olan kısa süreli akut bir hastalık olan sarıhumma yüksek ateş, baş ağrısı, vücut ağrıları, kusma ve bazen sarılık belirtilerine neden olur. Hastalığın ilerleyen aşamalarında iç kanama ve hastalığın başlamasından sonraki üç gün içinde de ölüm meydana gelebilmektedir (Rozendaal, 1997).

Batı nil virüsü 1937'de Uganda'nın Batı Nil bölgesinde bir insandan ve daha sonra atlar, köpekler, kemirgenler ve yarasalar da dahil olmak üzere bir çok omurgalıdan izole edilmiştir (Eldridge and Edman, 2000; Becker et al.'dan 2010). Hastalık genellikle *Culex pipiens* türü sivrisinekler tarafından taşınmaktadır (Becker et al., 2010). Enfekteli konukçuların % 80'inde belirti gözlenmezken diğerlerinde ateş, baş ağrısı, yorgunluk vücut ağrıları, mide bulantısı ve kusma gibi belirtiler gözlenmektedir (WHO, 2018b).

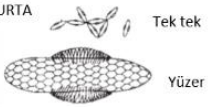


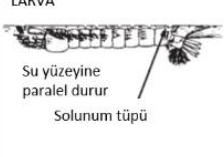
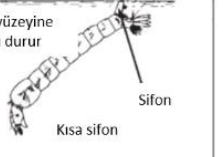






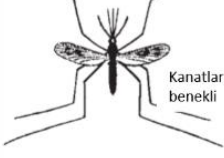






Zika virüsü, dang, sarıhumma ve batı nil virüsü etkeni Flaviviruslarla akrabalık ilişkisi olan, Filaviridae familyasından Spondweni grubu bir RNA virüsüdür. Hastalık etmeni *Aedes* cinsine bağlı sivrisinek türleriyle taşınmaktadır (Duffy et al., 2009). Belirtileri ateş, baş ağrısı, göz nezlesi, sinirlerde kist, kızarıklık, kaşıntı ve kas ağrısıdır (Ece ve ark., 2016).

2.2. Sivrisinekler Hakkında Genel Bilgiler

2.2.1. Sivrisineklerin morfolojileri

Sivrisinek yumurtaları 0,6-1,0 mm boylarındadır. Yumurtalar tek tek ya da paket halinde bırakılır. Yumurta bırakma şekilleri farklı olduğu için türle birbirinden kolayca ayrılır (Şekil 2.1). *Anopheles* cinsine bağlı sivrisinek türleri kayık şeklinde olan yumurtalarını su yüzeyine bırakırlar. Yumurtaların su yüzeyinde durabilmesi için yumurtanın iki yanında zarımsı yüzgeçler vardır. *Aedes* cinsine bağlı sivrisinek türleri yumurtaları koyu renkli olup üzerinde ağ şeklinde yapılar bulunur ve su yüzeyinde yüzemezler. *Culex* ve *Culiseta* cinslerine bağlı sivrisinek türleri ise yumurtalarını paketler halinde suyun yüzeyine bırakırlar ve su yüzeyinde sal gibi batmadan hareket ederler (Alten ve Çağlar, 2001; Çetin, 2018).

Yumurtadan çıkan birinci dönem larvanın boyu yaklaşık 1,5 mm boyunda olup, son dönem olan dördüncü dönem larvanın boyu ise 8-10 mm'dir (Rozendaal, 1997). *Culiseta longiareolata* (Macquart) ve *Culiseta annulata* (Schrank) (Diptera: Culicidae) gibi bazı türlerde larvanın boyu 15 mm'ye kadar çıkabilir. Vücutları ince ve saydam bir kitinsel örtü ile örtülüdür (Alten ve Çağlar, 2001). Sivrisinek larvaları; thorax'larının abdomen'den daha geniş olması, tam gelişmiş bir baş kapsülü taşımaları ve abdomenin sekizinci segmentinin dorsal kısmında uzun tüp şeklinde sifonun bulunmasıyla suda yaşayan diğer sucul sinek larvalarından ayrılırlar (Çetin, 2018). Larvaların baş kısmında çok sayıda seta adı verilen kıllar bulunur (Alten ve Çağlar, 2001). Vücutlarının kıllarla kaplı olması sayesinde suda hareket ederler (Rozendaal, 1997). Larvaların su içindeki duruşları ve hareketleri türlere göre değişiklik göstermektedir (Şekil 2.1).

	<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
YUMURTA	 <p>Tek tek Yüzer</p>	 <p>Tek tek Yüzmez</p>	 <p>Paket Yüzmez</p>
LARVA	 <p>Su yüzeyine paralel durur Solunum tüpü</p>	 <p>Su yüzeyine açılı durur Sifon Kısa sifon</p>	 <p>Su yüzeyine açılı durur Sifon Uzun sifon</p>
PUPA			
ERGİN	 <p>Hortum ve vücut aynı hizada</p>  <p>Palpus Palpuslar hortum kadar uzun</p>  <p>Kanatlar benekli</p>	 <p>Hortum ve vücut açılı</p>  <p>Palpus Palpuslar hortum kadar kısa</p>  <p>Kanatlar genellikle uniform Dişilerin abdomeni genellikle sivridir</p>	 <p>Hortum ve vücut açılı</p>  <p>Palpus Palpuslar hortum kadar kısa</p>  <p>Kanatlar genellikle uniform Dişilerin abdomeni genellikle küttür</p>

Şekil 2.1. *Anopheles*, *Aedes* ve *Culex* cinslerinin morfolojik farklılıkları (Rozendaal, 1997).

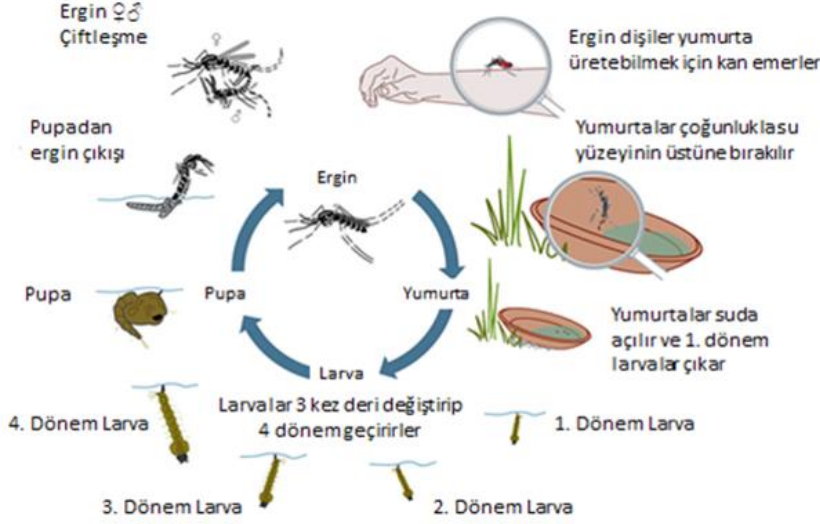
Sifonları olmayan *Anopheles* cinsine bağlı türlerin larvaları su yüzeyine paralel dururlar (Çetin, 2018). *Anopheles* larvalarının sekizinci segmentinin dorsalinde solunum açıklığı yani stigma bulunurken *Culex*, *Culiseta*, *Aedes* cinslerine bağlı türlerin larvalarında ise sekizinci segmentinin dorsalinde sifon yani solunum borusu bulunmaktadır (Merdivenci, 1984). *Culicinae* alt familyasına bağlı türlerin larvaları ise suyun yüzeyinde belirli bir açı yapacak şekilde asılı dururlar (Çetin, 2018).

Olgunlaşan dördüncü dönem larvanın vücudu karın yönünde kıvrılmaya başlar ve ince, saydam ve koyu kahverengi bir çeperle sarılarak pupa dönemine geçer. Pupalardan bakılınca virgül gibi görünürler (Alten ve Çağlar, 2001). Trompet şeklindeki bir çift hava borusu ile su yüzeyinde asılı kalırlar (Çetin, 2018).

Erginler ince yapılı, küçük başlı, birleşik gözlü, anten ve hortumu ince uzun, göğüs yuvarlağımsı ve yanlardan basık, kanatları dar ve uzun, bacakları ince ve uzun, karnı yuvarlak ve uzun, boyları 3-13 mm arasında değişebilen canlılardır. Vücutları pullarla kaplıdır (Alten ve Çağlar, 2001). Sokucu-emici özellik gösteren ağız parçaları ve anten yapıları türlere göre değişiklik göstermektedir (Öktem ve Göçmen, 2004; Çetin, 2018). Başın ön-alt kısmından dişilerde 5 ayrı parçadan oluşan bir hortum çıkmaktadır. Hortumun iki yanında ise palpus adı verilen yapılar bulunmaktadır (Alten ve Çağlar, 2001). Diptera takımındaki türlerin genel özelliği olan arka kanatlar değişime uğrayarak denge organı haline dönüşmüş ve halter adını almışlardır (Becker et al., 2010).

2.2.2. Sivrisineklerin biyolojileri

Holometabol başkalaşıma sahip olan sivrisinekler yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere dört dönem geçirirler. Sivrisineklerin yumurta, larva ve pupa dönemleri suda ergin dönemleri ise karada geçmektedir (Şekil 2.2) (Alten ve Çağlar, 2001).



Şekil 2.2. Sivrisineklerin biyolojisi (Durmuşoğlu, 2018a)

Dişiler genellikle bir kere çiftleşir ve aralıklarla yumurta bırakırlar. Yumurta bırakabilmeleri için çoğu dişi sivrisineğin kan ile beslenmesi gerekmektedir. Erkekler kan emmez, bitki öz suyu ile beslenirler. Kanın sindirimi ve yumurtaların gelişmesi tropikal bölgelerde 2-3 gündür, ılıman bölgelerde bu süre daha uzun sürmektedir. Çiftleşmiş dişiler yumurta bırakmak için uygun ortam ararlar ve yumurta bıraktıktan sonra tekrar kan ile beslenip yeni bir yumurta paketi oluştururlar. Bu döngü dişi ölünceye kadar devam eder (Rozendaal, 1997). *Aedes* ve *Culiseta* cinslerine bağlı türler yumurtalarını genellikle ıslak ya da nemli bir ortama bırakırlar. Larvalar kuraklığa karşı 4-7 ay dayanabilmektedir (Alten ve Çağlar, 2001). Larvalar kuru ortamlarda yumurta içerisinde bir günde gelişmekte ve suyla karşılaştıklarında bir gün içerisinde yumurtadan çıkmaktadırlar. *Anopheles* cinsine bağlı türler ise yumurtalarını genellikle temiz sulara bırakır. Türler göre değişmekle birlikte suyun sıcaklığının 12-32°C olduğu koşullar embriyonun gelişmesi için uygun koşullar olarak kabul edilse de, en ideal sıcaklık 23-25°C'dir. Yumurtanın gelişimi yaklaşık 1-4 gün arası değişmektedir. Dişi sivrisinekler türlere göre 50-470 arası sayıda yumurta bırakabilirler (Çetin, 2018). *Culex* cinsine bağlı türler 100-200, *Anopheles* cinsine bağlı türler 200-400, *Aedes* cinsine bağlı türler 250, *Culiseta* cinsine bağlı türler ise 250-300 civarında yumurta bırakabilir (Alten, 1996; Alten ve Çağlar'dan, 2001).

Sivrisinek yumurtaları su yüzeyi ile temas ettikten sonra açılır. Dört dönem geçiren larvalar üç kez gömlek değiştirir (Alten ve Çağlar, 2001). Larvalar sucul ortamda bulunan bakteriler, algler, çürümüş bitki kısımları ve diğer böceklerin kalıntıları gibi besinler ile beslenirler (Clements, 2000). *Culiseta longiareolata* besin sıkıntısı çektiği durumlarda diğer sivrisinek larvaları ya da kendi türünün daha küçük larvaları ile beslenebilmektedir. Çevre faktörlerine bağlı olarak sivrisinek larvalarının gelişme süreleri oldukça değişebilse de, genelde 10-15 gün sürmektedir (Çetin, 2018). Sıcak iklimlerde larva dönemi genellikle 4-7 gün sürmektedir (Rozendaal, 1997).

Olgunlaşan dördüncü dönem larva pupa dönemine geçer ve bu dönemde beslenme durur (Alten ve Çağlar, 2001). Pupa dönemi tropikal bölgelerde 1-3 gün sürer (Rozendaal, 1997). Pupadan ergin çıkışı 5-6 dk sürmektedir (Alten ve Çağlar, 2001). Yumurtadan ergine kadar olan dönem ise 7-13 gün sürmektedir (Rozendaal, 1997).

2.3. Türkiye Sivrisinek Faunası

Parrish (1959) tarafından Türkiye sivrisinekleri üzerinde yapılan ilk sistematik çalışmada *Anopheles* cinsine bağlı 13 tür; *Aedes* ve *Culex* cinslerine bağlı 19'ar tür; *Culiseta* cinsine bağlı 4 tür; *Uranotaenia*, *Orthopodomyia* ve *Mansonia* cinslerine bağlıda birer tür olmak üzere Türkiye'de toplam 7 cinse ait 55 türün varlığını bildirmiştir.

Prof. Dr. Ahmet Merdivenci tarafından 1984 yılında yazılan "Türkiye'nin Sivrisinekleri" Türkiye'de bulunan sivrisineklerin sistematik, biyolojik ve ekolojik bilgilerinin yer aldığı bir kitaptır. Bu kitapta; *Anopheles* cinsi 10 tür ve 6 alt tür; *Culex* cinsinden 16 tür; *Culiseta* cinsinden 5 tür; *Uranotaenia* cinsinden 1 tür; *Orthopodomyia* cinsinden 2 tür; *Aedes* cinsinden 19 tür; *Mansonia* cinsinden de 1 tür olmak üzere Türkiye'de toplam 60 sivrisinek türünün varlığı bildirilmiştir. Ancak varlığı bildirilmiş bazı türler başka türlerin sinonimi olarak alınmıştır (Merdivenci, 1984).

Ankara’da sivrisinek türlerinin saptanması için yapılan çalışmalar sonucunda bu bölgede *Anopheles* cinsinden 4 tür; *Culex* cinsinden 9 tür; *Culiseta* cinsinden 2 tür; *Aedes* cinsinden 7 türün varlığı bildirilmiştir (Eren vd., 1996).

Ramsdale et al. (2001) Türkiye’de *Anopheles* cinsinden 10 tür; *Culex* cinsinden 13 tür; *Culiseta* cinsinden 4 tür; *Aedes* cinsinden 3 tür; *Ochlerotatus* cinsinden 15 tür; *Uranotaenia*, *Orthopodomyia* ve *Mansonia* cinslerinden de birer tür olmak üzere 8 cinse ait 48 türünün varlığını bildirmiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda bazı yeni türlerin Türkiye’de varlığı ilk kez kaydedilmiştir. Kars platosunda yapılan çalışmada 6 yeni türün [*Aedes cataphylla* Dyar, *Aedes leucomelas* (Meigen), *Aedes cyprius* Ludlow, *Aedes pullatus* (Coquillett), *Aedes punctor* (Kirby), *Culiseta alaskaensis* (Ludlow) (Diptera: Culicidae)] varlığı bildirilmiştir (Bedir vd., 2011). Akdeniz Bölgesinde yapılan çalışmalarda *Culiseta subochrea* (Edwards) (Diptera: Culicidae)’nın Türkiye’de varlığı ilk kez bildirilmiştir (Şimşek ve Günay, 2017). *Aedes albopictus* Schick (Diptera: Culicidae) türünün varlığı Trakya bölgesinde yapılan çalışmalar sonucunda Türkiye’de ilk kez bildirilmiştir (Öter et al., 2013). Elde edilen veriler ışığında Türkiye’de 56 sivrisinek türünün varlığı bilinmektedir (Öter ve Tüzer, 2014).

Durmuşoğlu ve Güz (2016) Muğla ili genelinde 2016 yılında yerleşim yeri yakınlarından çeşitli üreme alanları dikkate alınarak seçilen toplam 361 farklı habitattaki larva örneklerinden 352 örneğin tür teşhisini gerçekleştirilebilmiş ve en yaygın sivrisinek türünün *Culex pipiens* L (184 örnek) ve ikinci yaygın sivrisinek türünün *Culiseta longiareolata* (105 örnek) olduğu tespit edilmiştir.

2.4. *Culiseta longiareolata* Hakkında Genel Bilgiler

2.4.1. Sistematikteki yeri, coğrafi yayılışı ve vektörlüğü

Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata (Macquart, 1838) Diptera takımının Culicidae familyası içinde yer almaktadır. Sinonimi olarak da; *Culex longiareolata* Macquart, 1838, bilinmektedir (Fauna Europea, 2018).

C. longiareolata Palearktik bölgede özellikle Akdeniz havzasında geniş bir yayılım göstermektedir. Batı Avrupa'da İngiltere'ye, Doğu Avrupa'da Ukrayna'ya, Orta Asya'da İran, Türkmenistan ve Özbekistan'a, Güney Asya'da Hindistan ve Pakistan'a kadar uzanan bir dağılım göstermekte ayrıca Güneybatı Asya ve Kuzey Afrika'da da görülmektedir (Merdivenci, 1984).

Türkiye'de ilk kez 1926 yılında E. Martini tarafından varlığı bildirilmiştir. Ege Bölgesinde Aydın ve Muğla'da; Akdeniz Bölgesinde Adana ve Antalya'da; Güney Doğu Anadolu Bölgesinde Şanlıurfa'da; İç Anadolu Bölgesinde Konya ve Ankara'da; Doğu Karadeniz Bölgesinde Samsun'da; Marmara Bölgesinde ise Kocaeli ve İstanbul illerinde bu türün varlığına rastlanılmıştır (Merdivenci, 1984).

C. longiareolata ergini zoofildir. Ender olarak insanlardan kan emer (Merdivenci, 1984). Bu türün biyolojisi üzerine yapılan bir laboratuvar çalışmasında insandan, heparin (kanın pıhtılaşmasını önleyen antikoagülant) + insan kanından ve ev serçesinden erginlerin beslenmesi sağlanmış ve *C. longiareolata*'nın insandan kan emmediği gözlenmiştir. Dişilerin % 11'i Heparin + insan kanından, % 15'i ise ev serçesinden beslenmiştir (Al-Jaran and Katbeh-Bader, 2001). Kuşlarda görülen kan parazitlerinin vektörü olarak bilinmekte ve bu sivrisineklerde kuşlarda görülen sıtmanın eşeyli üreme evreleri izlenebilmektedir (Merdivenci, 1984). Çeşitli hastalıkların vektörü olarak insan ve hayvan sağlığı üzerinde tehlikesi ve turistik kıyı bölgelerimizde yoğun popülasyonunun olması nedeniyle insektisit uygulamasının yoğun şekilde yapılmasına neden olan bir türdür (Alten ve Boşgelmez, 1993).

2.4.2. Morfolojisi

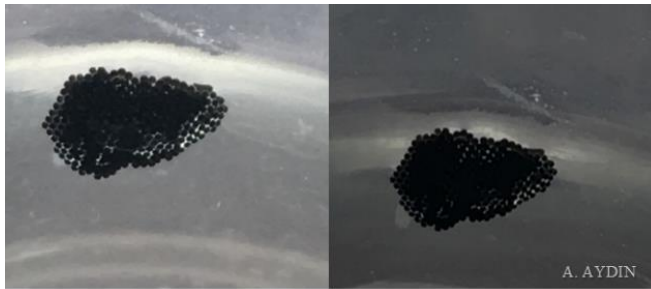
Erginlerde, başın preantral kısmı beyaz pullarla örtülü olup bunun çevresi iki yandan ve arkadan kahverengi ve beyaz pul karışımıyla kaplıdır. Gözlerin çevresi de beyaz renklidir (Merdivenci, 1984). Hortumları siyahımsı kahverengidir (Becker et al., 2010). Dişide palpus'lar çok kısa iken, erkeklerde palpus'lar hortumdan biraz daha kısadır ve koyu kahverengi olup, beyaz pullarla kaplıdır (Merdivenci, 1984). Antenler siyahımsı kahverengidir ve antenin başa bağlandığı kısım olan scapus (sap) beyaz renktedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. *Culiseta longiareolata*'nın ergini (Anonim, 2018a)

Pedicele ve ilk iki flagellum segmenti beyaz bir renge sahiptir. Scutum açık kahverengidir (Becker et al., 2010). Scutum'un orta kısmında boyuna beyaz renkli bir şerit bulunur (Merdivenci, 1984). Scutellum ve pleuron, pronotum'un üst kısmı dışında kalan yerlerde kremi sarı pullar bulunur (Becker et al., 2010). Kanatlar dumanlı parlak olup, damarları kahverengidir. Yalnız costa beyaz pullarla kaplıdır. Bacaklar koyu kahverengi ve üzerinde beyaz halkalar vardır. Femur ve tibianın arka yüzleri beyazdır. Tarsus'lar da koyu kahverengi olup, çok sayıda beyaz benekler bulur ve bunlar yer yer birleşerek uzun şerit oluştururlar (Bkz. Şekil 2.3) (Merdivenci, 1984).

Culiseta cinsi sivrisinekler yumurtalarını paketler halinde genellikle ıslak ya da nemli bir ortama suyun yüzeyine bırakırlar ve su yüzeyinde sal gibi batmadan hareket ederler (Şekil 2.4) (Alten ve Çağlar, 2001).



Şekil 2.4. *Culiseta longiareolata*'nın yumurtası

Yumurtadan çıkan birinci dönem larvanın boyu yaklaşık 1,5 mm boyunda olup, son dönem larvanın boyu ise 15 mm'ye kadar çıkabilmektedir (Rozendaal, 1997; Alten ve Çağlar, 2001). Koyu boz renkte ve iri yapıda olan larvanın başının

eni boyunun 1,5 katı daha geniştir. Baş kısmında bulunan duyargaları çok kısa ve dikensiz olup, ortasında küçük bir tüy bulunmaktadır. Abdomen'in sekizinci segmentinde de 50-70 arasında değişik biçimlerde dikenli kıllar bulunmaktadır. Sekizinci segmentinin dorsalinde koyu kahverengi sifon (solunum borusu) bulunmaktadır. Sifonun yanında açık yelpaze görünümünde yayılmış 12-14 dallı kıllar bulunmaktadır. Yüzgeç kılı ise büyük ve 15-18 demetten oluşmaktadır (Şekil 2.5) (Merdivenci, 1984).



Şekil 2.5. *Culiseta longiareolata*'nın larvası (Anonim, 2018b)

Olgunlaşan dördüncü dönem larvanın vücudu karın yönünde kıvrılmaya başlar ve ince, saydam ve koyu kahverengi bir çeperle sarılarak pupa dönemine geçer. Pupalar yandan bakılınca virgül gibi görünürler (Şekil 2.6) (Alten ve Çağlar, 2001).



Şekil 2.6. *Culiseta longiareolata*'nın pupası

2.4.3. Biyolojisi

Yaygın olarak görülen bir tür olmasına rağmen literatürde bu türün biyolojisi hakkında çok az sayıda biyolojik çalışma bulunmaktadır (Al-Jaran and Katbeh-Bader, 2001).

Culiseta longiareolata larvaları, kaya üzerindeki çukurlarda, kuyularda, yalıklarda, ahşap ya da metal konteynırlarda ve nadiren havuz, hendek ve drenaj kanalları gibi doğal su kaynaklarında bulunabilir. Larvalar hafif tuzlu suya ve yüksek derecede kirliliğe toleranslıdırlar. Kışı larva döneminde geçiren bu türün 20-25°C’de ergin çıkışı yaklaşık 20-22 gün sürmekte olup, erginler sıcak bölgelerde şubat ayından kasım ayına kadar görülebilmektedir. Larvalar genellikle yüzeyde bulunur nadiren suyun dip kısmında bulunurlar. *Culex pipens*, *Culex mimeticus* Noe, *Ochlerotatus caspius* (Pallas) (Diptera: Culicidae) larvaları ile genellikle buldukları habitatı paylaşırlar. Pupalar suyun dibinde uzun süre hareketsiz kalabilmektedirler (Becker et al., 2003). Nadiren insanlardan kan emen ergin dişiler genellikle kuşlardan kan emer. Uygun olmayan çevre koşullarında dişiler ilk yumurtayı kan emmeden (otojeni) bırakabilmektedir (Merdivenci, 1984).

2.5. Sivrisineklerle Mücadele

On dokuzuncu yüzyılın sonlarında bazı önemli hastalıkların bulaşmasına böcek türlerinin ve eklembacaklıların neden olduğu fark edilmiştir. Bu hastalıkların ilaçla önlenmesi ve tedavi edilmesi her zaman mümkün olmadığı için yayılmanın kontrol altına alınması için vektörlerle mücadele edilmeye başlanmıştır. 1940’lı yıllarda DDT’nin bulunmasıyla vektör kaynaklı hastalıkların mücadelesinde önemli bir atılım gerçekleştirilmiştir (Rozendaal, 1997). Pestisitlerin yaygın kullanımından dolayı kısa bir süre sonra 1950’li yıllarda önce DDT’nin daha sonrada kullanılan diğer ilaçların insanlar ve hedef olmayan canlılara zararlı etkileri ortaya konmaya başlanmıştır (Çömelekoğlu vd., 2000). Vektörlerin kullanılan biyositlere direnç geliştirmesiyle daha pahalı kimyasallara ihtiyaç duyulmuştur. Vektörün üremesinin önlenmesi için yapılan mücadelelerde çoğunlukla kalıcı başarılar elde edilmiştir (Rozendaal, 1997).

Sivrisineklerle mücadelede kullanılan yöntemlerin genel amacı vektörün üreme alanlarını kurutmak, larva ve erginlerle ayrı mücadele etmektir (Yıldırım, 2009).

Sivrisineklerin kültürel mücadelesi, sivrisineklerin sorun oluşturduğu bölgelerde yaşayan insan topluluklarının sivrisineklerin biyolojisi, ekolojisi,

davranış özellikleri, vektörlük kapasiteleri ve oluşturdukları hastalıkların epidemiyolojisi hakkında eğitilmesini ve bilinçlendirilmesini kapsamaktadır (Şimşek ve Günay, 2017). Kişisel korunma (sineklik, cibinlik, tuzaklar, uzaklaştırıcı losyonlar, kovucu tablet ve likitler) tedbirleri anlatılmalıdır (Çetin, 2018).

Bataklık-sazlık alanlarda arazinin tesviyesi, çukurların doldurulması, drenaj kanalları açılarak bu kanallardaki bitkileri temizleyerek su birikintilerinin önlenmesi, tüm dere, kanal ve kanalizasyon sistemlerinde su birikimine neden olan yapısal sorunlar giderilerek su debisinin artırılması, her türlü kap-kacak, saksı, bidon, varil, kova, el arabası ve lastik gibi ortamlarda yağmur suyu birikmesini önleyici şekilde bırakılması üreme alanlarının azaltılabilmesi açısından önemlidir (Çetin, 2018).

Sivrisineklerle mücadelede kullanılan yeni uygulamalardan biri de steril böcek tekniğidir. Amaç erkek bireylerin; kemosterilizasyon, pupa evresinde radyasyona maruz bırakma, genetik modifikasyon ve *Wolbachia* gibi mikrobiyolojik yöntemler yardımıyla steril hale getirilip steril erkek bireylerin doğaya salınması ve üreme potansiyelini düşürerek popülasyonlarını azaltmaktır (Marquardt, 2005; Şimşek ve Günay, 2017'den). Doğada sıklıkla bulunan bir bakteri türü olan *Wolbachia pipientis*, *Culex pipiens*, *Aedes albopictus* bireyelerine enfekte edilip doğaya salındığında, Amerika Birleşik Devletleri'nde tek seferde ergin popülasyonunda % 60 azalma sağlamıştır (Marquardt, 2005; Şimşek ve Günay, 2017'den). Ancak yapılan başka bir çalışmada ise *Culex fatigans* Wiedemann, *Aedes aegypti* ve *Anopheles quadrimaculatus* Say (Diptera: Culicidae)'un erkek bireyleri radyasyonla kısırlaştırılıp salınmasından sonra popülasyonlarında kayda değer bir azalma olmamış, bunun nedeni olarak da kısırlaştırılan erkek bireylerin doğaya uyum sağlayamaması belirtilmiştir (Yıldırım, 2009).

Sivrisineklerle biyolojik mücadele, sivrisinek larva ve pupaları ile beslenen avcı balık, kurbağa, semender ve predatör böceklerin doğada korunması ve popülasyonlarının artırılması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Bakteri içeren biyosidal ürünlerin kullanımı da biyolojik mücadele çerçevesinde

değerlendirilmektedir (Çetin, 2018). Sivrisinek balığı olarak bilinen *Gambusia affinis* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), Güney Amerika orjinli olmakla beraber pek çok ülkede sivrisinek larvalarına karşı kullanılmıştır (Yıldırım, 2009). İklim koşullarına bağlı olarak dört ayda eşeyssel olgunluğa gelen *G. affinis* yıl içinde altı döl verir ve özellikle kontrolü zor olan büyük ve küçük ölçekli havuzlarda ve göllerde larva kontrolünü sağlamada kullanılmaktadır. *G. affinis* bir saat içerisinde yüzlerce larva yiyebilmektedir (Çetin, 2018). Odonata, sazan balıkları gibi sivrisinek predatörlerini de besin olarak tüketen *G. affinis* bu yararlı canlıların sayılarını hızla azaltabilmektedirler. Bu yüzden *G. affinis* sadece irili ufaklı süs havuzları, bahçe sulama havuzları gibi kapalı sistemlerde kullanılması önerilmektedir. Karanlık veya üstü kapalı ortamlarda *G. affinis*'in gelişmeleri ve çoğalmaları önemli oranda azaldığı için bu tür ortamlarda başarı şansı düşük olduğu için kullanılmamaktadır (Çetin, 2018). *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae)'da sivrisineklere karşı etkilidir (Yıldırım, 2009). Temiz sulardaki larvalara karşı etkili olan *Lagenidium giganteum* fungusu ABD'de kullanılmaktadır (Yıldırım, 2009).

Sivrisineklerle kimyasal mücadelede hedef erginler ve larvalar olup kimyasal mücadele belediyeler ve şirketler tarafından yürütülmektedir. Mücadele daha çok nisan–ekim aylarında sivrisineklerin en çok ve en aktif olduğu dönemde gerçekleştirilmektedir (Yıldırım, 2009).

Erginlerle mücadele etmek larvalara göre daha zordur ve kimyasal uygulamalarda kullanılan insektisitlerin çoğunluğunun sentetik kimyasallar olması nedeniyle çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi vardır. Bu yüzden uygulamalarda etkinliği yüksek, çevrede kalıcılığı az olan kimyasalların doğru zamanda ve doğru dozlarda kullanılmalıdır (Çizelge 2.1) (Şimşek ve Günay, 2017).

Çizelge 2.1. Dünya sağlık örgütünün önerdiği adultisitler ve dozları (WHO, 2016)

	Kapalı Alan		Açık Alan	
	(g AI*/1000m ³)		(g AI/ha)	
	ULV*	TF*	ULV	TF
Deltamethrin UL*	0,5	0,05	0,5-1,0	0,5-1,0
Deltamethrin EW*	-	0,05	1	-
Lambda-cyhalothrin EC*	-	-	1-2	2
Malathion EW and UL	-	-	112-600	112-600
Permethrin + sbioallethrin + PBO EW	0,55	0,73	-	-
d-d, trans-cyphenothrin EC	0,1-0,2	0,2	3,5-4,00	3,5-4,00

*AI: Active ingredient (Aktif madde)

*ULV: Soğuk sisleme yöntemi; TF: Sıcak sisleme yöntemi

*UL: Çok düşük hacimli sıvı formülasyonlar; EW: Emülsiyon, suda yağ; EC:Emülsiyon konsantre

Erinlere karşı yapılan mücadele de iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki konut içi ve çevresindeki ergin dinlenme yerlerindeki uygulamalar kalıcı (rezidüel), ikinci yöntem ise akşam ve gece uçan erginlere karşı alan uygulamalarıdır (Yıldırım, 2009; Şimşek ve Günay, 2017). Uygulamalarda soğuk sisleme, sıcak sisleme ya da sıvı püskürtme ekipmanları kullanılmaktadır (Şimşek ve Günay, 2017).

Soğuk sisleme yöntemi (ULV), etkinliğinin düşük olmasına karşın, halkı psikolojik olarak rahatlatmak amacıyla yapılmaktadır. Bu uygulamalarda hedef, akşam güneş batımından sabah güneş doğumuna kadar geçen sürede sivrisineklerin yoğun oldukları bölgelerde bulunan ergin sivrisineklerdir. Soğuk sisleme yönteminde, kullanılan ilaçlı sıvı 20 µm çapından küçük partiküllere ayrılarak havada 10-20 dakika asılı kalması sağlanır (Şimşek ve Günay, 2017; Çetin, 2018).

Sıcak sisleme yöntemi (TF), petrol türevleri ile insektisit karışımından elde edilen konsantrasyonun dumanlama şeklinde geniş ve kapalı bir alana uygulanmasıdır (Yıldırım, 2009). Yöntem, kanalizasyon, logarlar ve fosseptikler gibi kapalı alanlar için önerilmektedir. Açık alanlarda sıcak sisleme yönteminin kullanılması yasaklanmıştır. Özellikle yaz ve kış aylarında erginlerin gizli dinlenme

alanlarında yüzeye püskürtülerek yapılan kalıcı uygulamalarda kullanılmaktadır (Çetin, 2018).

Larvisit uygulamaları ise sivrisineklerle mücadelenin temelini oluşturmaktadır. Larvisit uygulamalarında hedef, sivrisineklerin yoğun olduğu üreme alanlarıdır (Yıldırım, 2009). Aktif madde ve formülasyon tipine karar verilirken uygulama yapılacak olan alanın özellikleri son derece önemlidir (Çizelge 2.2) (Durmuşoğlu, 2018a).

Çizelge 2.2. Dünya sağlık örgütünün önerdiği larvisitler ve dozları (WHO, 2017)

Aktif madde ve formülasyonlar	Uygulama dozları	
	Açık alan (mg AI*/m ²)	Konteynır (mg/L)
<i>Bacillus thuringiensis israelensis (Bti) strain AM65-52 (3000 ITU/mg), WG*</i>	12.5-75	1-53
<i>Bti, strain 266/2 (≥ 1200 ITU/mg), SC*</i>	3-5	0,01-0,04
<i>Bti, strain AM65-52 (200 ITU/mg), GR*</i>	500-2000	
<i>Bti+B. sphaericus strain ABTS-1743, (50 ITU/mg), GR</i>	500-2000	60-80
Chlorpyrifos EC*	1,1-2,5	
Diflubenzuron DT*, GR, WP*	2,5-10	0,02-0,25
Novaluron EC	1-10	0,01-0,05
Pyriproxyfen GR	1-5	0,01
Pyriproxyfen 2 MR		1
Fenthion EC	2,2-11,2	
Pirimiphos-methyl EC	5-50	1
Temephos EC, GR	5,6-11,2	
Spinosad DT, EC, GR, SC	2-50	0,1-0,5
Spinosad 83,3 monolayer DT	25-50	
Spinosad 25 extended release GR	100-150	

*AI: Active ingredient (Aktif madde)

*WG: suda dağılabilen granül; SC: akıcı konsantre; GR: granül; EC: Emülsiyon konsantre; DT: Tablet; WP: ıslanabilir toz

(İlk rakam temiz su kaynakları, ikinci rakam kirli su kaynakları içindir.)

İçinde kirli su bulunan logar ve kanalizasyon gibi alanlarda hacim ilaçlaması yapıldığı için suyun derinliğine göre doz ayarlanmalı ve dibe çökebilen briket veya granül formülasyonlu diflubenzuron, spinosad gibi aktif maddeleri içeren biyosidal

ürünler kullanılmalıdır. İçinde temiz su bulunan havuz, su kuyusu gibi alanlar da ise alan ilaçlaması yapılmakta ve bakteri içerikli biyosidal ürünlerin kullanılması tercih edilmelidir. Sazlık ve bataklık gibi yerlerde ot yoğunluğu fazla ise granül ve suda dağılabilen granül formülasyonlu, ot yoğunluğu az ise briket formülasyonlu biyosidal ürünler kullanılmalıdır. Küçük alanlardaki su birikintilerine su derinliğine dikkat edilerek emülsiyon konsantre, akıcı konsantre ve kapsül süspansiyon gibi formülasyonlu biyosidal ürünler kullanılmalıdır. Yüzey alanın belli ama su miktarının değişken olduğu yerlerde öncelikle fiziksel etki gösteren organik silikon bazlı ürünler (Polydimethyl-siloxane) tercih edilmelidir. Suyun yüzey gerilimini azaltıp, larva ve pupaların yüzeyde askıda kalmalarını engelleyen bu ürünler sudaki popülasyonun çoğunluğunun son dönem larva ya da pupa olduğu alanlarda da tercih edilmelidir (Durmuşoğlu, 2018a).

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

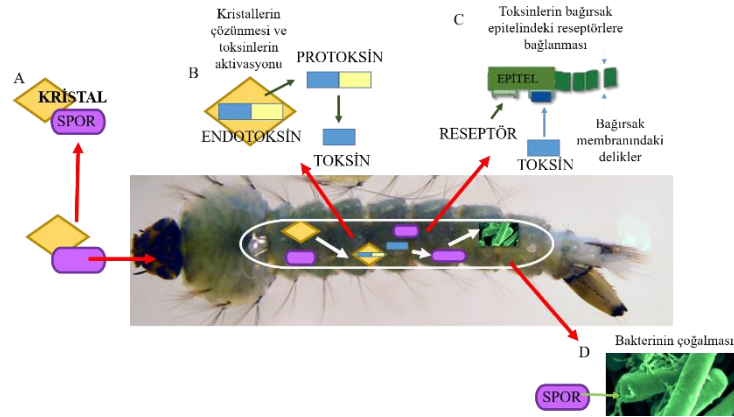
Zararlılarla mücadelede sentetik insektisitlerin bilinçsizce kullanımı sonucunda kimyasal insektisitlerin insan ve çevreye olumsuz etkilerinde artış, zararlıların insektisitlere direnç geliştirmesi gibi sorunların ortaya çıkması çeşitli bilimsel çalışmalar ile net olarak ortaya konmuştur. Bu sorunların ortadan kaldırılması veya azaltılması amacıyla, alternatif yöntem veya ürünler aranmaya başlanmış ve son yıllarda biyoinspektisitlerle ilgili çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir (Güncan ve Durmuşoğlu, 2004). Yapılan çalışmalar sonucunda sivrisinekle mücadelede *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* ve *Bacillus sphaericus* bakterilerinin biyoinspektisit olarak kullanılabilceği fark edilmiştir (Seleena et al., 1996).

Entomopatojen bakterilerin keşfi 1911'de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) ile başlamış, ilk uygulamalar ise 1930'ların başında yapılmıştır. *Bt* ilk olarak Japonya'da Ishiwata tarafından incelenmiş olsa da bilimsel tanımı 1911'de Almanya'da Berliner tarafından kaydedilmiştir (Koul and Dhaliwal, 2002). Çevreye olumsuz etkisinin az olması, hedef organizma dışındaki organizmalara zarar vermemesi yani spesifik olmaları ve böceklerde direnç oluşturmaması gibi avantajlarından dolayı bazı bölgelerde sentetik organik insektisitlerin yerini almaya başlamıştır (Charles et al., 2000). *Bt* gram pozitif, aerobik, çubuk şeklinde bir bakteri olup, bir veya birden fazla parasporal kristal oluşturulması ile karakterize edilmiştir (Koul and Dhaliwal, 2002). Sporulasyon sırasında hücrelerde oluşan parasporal kristaller Lepidoptera, Diptera ve Coleoptera takımından birçok böceğe karşı spesifik bir insektisidal etkisinin olduğu saptanmıştır. Flagella antijenlerine ve diğer özelliklerine bakılarak 70 serotip 83 alttür saptanmıştır (Upandhyay, 2003).

Bt konukçularına karşı insektisidal etkiyi sağlayan temelde kristal yapıyı oluşturan delta endotoksinleri dışında vejetatif büyüme sürecinde beta ekzotoksin, fosfolipazlar, proteazlar, kitinazlar, vejetatif insektisidal proteinler (VİP) ve antifungal bileşikler üretirler (Demirbağ vd., 2008; Kılınçer vd., 2010). Delta endotoksin olarak da adlandırılan endotoksinler büyük moleküllü proteinler olup kristalin "cry" ön ekini alarak sayı ve harflerle isimlendirilirler. Endotoksinin türüne göre bakterinin etkilediği böcek grupları farklı olmaktadır. Günümüzde *B.*

thuringiensis ırklarının sınıflandırılmasında kristal yapıdaki endotoksinlerin özelliklerinden yararlanılmaktadır (Demirbağ vd., 2008; Öncüer ve Durmuşoğlu, 2008).

Bt de bulunan cry genleri insektisidal kristal protein (ICP)'leri kodlamaktadır. *Bt*'in böceklere karşı biyolojik etkisi cry genlerinin oluşturduğu aktif ICP'ler sayesinde. ICP'nin etkili olabilmesi için konukçu tarafından sindirilmesi gerekmektedir. ICP'ler normal koşullar altında çözünmeden bulunur. Bu yüzden insanlarda ve diğer yüksek organizma gruplarında risk oluşturmazlar. Buldukları ortamın pH'sı 9,5'in üzerinde olduğu durumlarda çözünebilir özellik taşımaları kristal proteinlerine güçlü bir insektisit özelliği kazandırmaktadır. ICP'ler bağırsakta çözünerek protoksine dönüşürler. Bağırsak enzimleri tarafından parçalanan protoksinlerden aktif toksinler ortaya çıkar. Bağırsak epitel hücrelerindeki reseptörlere tutunan aktif toksinler, böceğin bağırsak duvarını tahrip eder ve bağırsak duvarında gözenekler oluşur. Bağırsakta bulunan besin artıkları bu gözenekler aracılığıyla böceğin vücuduna ve kanına karışır. Zehirlenen böcek 2-3 gün sonra kan zehirlenmesi sonucu ölebileceği gibi hemen ölüm de gözlenebilir (Şekil 2.7) (Demirbağ vd., 2008).



Şekil 2.7. *Bacillus thuringiensis*'in konukçuda enfeksiyonu (Anonim. 2018c)

Bacillus thuringiensis var. *israelensis*, ilk olarak İsrail'de sivrisinek üreme alanlarından sivrisinek ve karasinek larvalarından izole edilmiştir (Federici et al., 2003). Dipterlerde öldürücü etkiye genellikle dört ana protein neden olmaktadır ve yeni sınıflandırmaya göre bunlar Cry4A, Cry4B, Cry11Aa ve Cyt1Aa olarak

adlandırılmıştır (Crickmore et al., 1995; Glare and O Callaghan'dan, 1998). *Bt. israelensis* uygulaması yapılan sivrisinek larvaları genellikle bir saat içinde beslenmeyi bırakır, sindirimden altı saat sonra da felç olurlar (Chilcott et al., 1990; Glare and O Callaghan'dan, 1998). *Bt. israelensis* uygulamalarından 24 saat sonra etkinliği azalmaktadır. Kalıcılığının fazla olması için yeni formülasyonlar üzerine çalışılmaktadır (Glare and O Callaghan, 1998). 25-30°C arasındaki sıcaklıklar *Bt. israelensis*'nin toksin üretimi için idealdir. Uygun pH koşullarına bakıldığında *Bt. israelensis* 5.5-8.5 pH aralığında yaşayabilirken, ideal pH aralığı 6.8-7.2'dir (El-Bendary, 2006; Doğaroğlu'ndan, 2008).

Bacillus thuringiensis var. kenyae, *Aphomia gularis* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)'den izole edilmiştir (Ren et al., 1995). Lepidoptera takımına spesifik olan 134 kDa proteini üreten *Bt. kenyae* kristal proteinlere göre yapılan sınıflandırmada Cry1'de yer almaktadır (Masson et al., 1992). *Bt. kenyae* starin HD549, *Spodoptera litura* (Boisduval), *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) ve *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) türlerinin larvalarına ve *Culex fatigans* türünün larvalarına karşı toksik bulunmuştur (Misra et al., 2002).

Bacillus sphaericus, gram pozitif, aerobik, mezofilik, çubuk şeklinde ve spor oluşturan bakterilerdir. Küresel endospor oluşturlar (Demirbağ vd., 2008). *B. sphaericus* sivrisineklerle mücadelede kullanılmaktadır (Yap, 1990; Koul and Dhaliwal'dan, 2002). *B. sphaericus*'un alttürleri beş ayrı gruba ayrılmaktadır ve insektisidal etkiye sahip tüm *B. sphaericus*'lar ikinci grup içinde yer almaktadır. *B. sphaericus*, sporulasyon sırasında *Aedes* ve *Culex* cinsine ait sivrisinek larvaları için toksik olan parasporal kristal oluşturlar (Demirbağ vd., 2008). Bu toksinlere karşı *Culex* spp. düşük, *Anopheles* spp. orta, *Aedes* spp. ise yüksek derecede dirençlidir (Koul and Dhaliwal, 2002). Parasporal 42 kDa + 51 kDa toksinlerinin yanı sıra yüksek toksisiteye sahip *B. sphaericus* alttürleri spor duvarında Mtx toksini üretirler. Spor oluşturmeyen *B. sphaericus* alttürleri parasporal kristal oluşturmazlar ve sivrisineklere karşı insektisidal etkileri yoktur (Demirbağ vd., 2008). Sivrisinek larvaları kristal-spor karışımlarını vücut içine aldıktan sonra parasporal kristaller hızla çözülür. Bağırsakta bulunan proteazlar 42 kDa proteini 39-40 kDa ve 51 kDa proteini 43 kDa peptidlere parçalanır ve bunun sonucunda da

toksik etki 50 kat artmış olur. Bu proteinler hedef zararlının orta bağırsak hücrelerine bağlanır. *B. sphaericus* toksinleri ile zehirlenen sivrisineklere beslenme durur ve konukçuda ölüm gözlenir. Ölü sivrisineğin bağırsağında bulunan sporlar gelişir ve yeni sporlar oluşturabilirler (Demirbağ vd., 2008). 35°C'den yüksek sıcaklıklarda toksin üretimi inhibe olan *B. sphaericus* için ideal sıcaklık aralığı 25-30°C olup ideal pH ise 7'dir (El-Bendary, 2006; Doğaroğlu'ndan, 2008).

Dünya genelinde biyopreparatların sivrisineklere etkileri üzerine yürütülen çalışmaların büyük bir kısmı *Culex* cinsine bağlı sivrisinek türleri ile yapılmıştır. Bu cinse bağlı türlerden sonra üzerinde en çok çalışılanlar ise *Anopheles* ve *Aedes* cinslerine bağlı sivrisinek türleridir (Lacey et al., 1985; Berry et al., 1987; Baruah and Das, 1994; Katbeh-Bader et al., 1999; Misra et al., 2002; Ansari and Razdan, 1999; Lee et al., 2006; Boudjelida et al., 2008; Gezelbash et al., 2012; Aissaoui and Boudjelid, 2014).

Lacey et al., (1985), pirinç tarlalarındaki *Anopheles crucians* Wiedemann, ve *An. quadrimaculatus* (Diptera: Culicidae) türü sivrisineklerin kontrolü için *Bacillus thuringiensis* (Bt) (H-14)'in üç tane granül formülasyonunu denemiştir. VectoBac (200 ITU/mg) (ITU: International Toxic Units) preparatının 5,6/ 11,2/ 22,4 kg/ha dozlarının kullanıldığı 0,4 ha alanda hava uygulaması ile yapılan deneme sonucuna göre uygulamadan 48 saat sonra geç dönem larvalarda sırasıyla % 92,94 ve % 96 etki tespit edilmiştir. Bactimos (175 ITU/mg;) preparatının 2,8/ 5,6/ 11,2 kg/ha dozlarının kullanıldığı alanda ise uygulamalar havadan ve mibzer ile yerden yapılmış olup 48 saat sonra yapılan gözlemler sonucunda her iki uygulamada da erken dönem larvalarda % 100 ölüm gözlenmiştir. Teknar (104 ITU/mg) preparatının 1,7/ 3,0/ 7,5 kg/ha dozlarının kullanıldığı alanda ise havadan yapılan uygulama sonucunda genç larvalarda % 98-99 ölüm gözlenmiştir.

Culex pipiens ve *Aedes trivittatus* (Coquillett) (Diptera: Culicidae) türü sivrisineklerle yapılan arazi çalışmada *Bt. israelensis* ve *B. sphaericus* bakterilerini içeren farklı formülasyonların etkileri araştırılmıştır. Yapay havuz çalışmaları 200 L ve 1 m çapındaki çocuk havuzlarında yapılmıştır. Havuzlar siyah plastikle kaplanmış ve havuzun dibine 2,5 cm kalınlığında yıkanmış kum eklenmiştir. Havuzlar 10-15 cm yüksekliğinde olacak şekilde 100 L musluk suyu ile

doldurulmuştur ve 12 saat beklenildikten sonra 500 tane larva (2.-4. dönem) havuzlara aktarılmıştır. 6-12 saat sonra *B. sphaericus* (Strain 2297 Serotype 25) granül formülasyonları, havuzun yüzeyine eşit olarak 2,78 kg/ha ve 5,56 kg/ha oranlarında uygulanmıştır. Uygulamadan 72 saat sonra % 100 ölüm gözlenmiştir. Arazi denemelerinde Vectobac (200 ITU/mg) 5,56 kg/ha, ABG-6197 ve ABG-6199 (400 ITU/mg), 2,78 kg/ha oranlarında uygulanmıştır. Bactimos ise 9,3 m²'ye bir briket gelecek şekilde uygulanmıştır. *Culex* larvalarına *B. sphaericus* bakterisini içeren büyük ve küçük granül formülasyonlu preparatlar (ABG 61854 ve ABG-61858) 2,78; 5,56 ve 18,42 kg/ha dozlarında uygulanmıştır. 0,5 m derinliğe sahip lagünlerde *B. sphaericus* bakterisini içeren büyük ve küçük granül formülasyonlu preparatlar 2,78 ve 5,56 kg/ha dozlarında Vectobac-G preparatı ise 5,56 kg/ha dozunda uygulanmıştır. Bactimos briket haricinde tüm preparatlarda % 100 etki gözlenmiştir. *Culex* larvaları *Bt. israelensis* preparatlarına *Aedes* larvalarına kıyasla daha dayanıklı çıkmış olup *B. sphaericus* preparatlarında da ise *Culex* türlerinde daha yüksek ölüm gözlenmiş ve *Aedes* larvalarının bu preparatlara daha dayanıklı olduğu gözlenmiştir (Berry et al., 1987).

Farklı habitatlardan toplanan sivrisinek larvalarına karşı iki farklı *Bt. israelensis* formülasyonu ve dört *B. sphaericus* (B 42, B 64, B 87 ve B 33) preparatı kullanılan bir diğer çalışmada *Aedes albopictus*, *Culex quinquefasciatus* Say ve *Culex gelidus* Theobald (Diptera: Culicidae)'un Teknar (600 ITU/mg *Bt. israelensis*) preparatını kullanıldığı denemelerde LC₉₀ değerleri sırasıyla 0,443, 0,453 ve 2,15 ppm; Deltoks (VCRC B-17, *Bt. israelensis*) ile yapılan denemelerde ise *A. albopictus*, *C. quinquefasciatus* ve *C. gelidus* türlerindeki LC₉₀ değerleri sırasıyla 8,414, 11,22, 5,24 ve 6,761 ppm olarak bulunmuştur. *C. quinquefasciatus* türünde *B. sphaericus* strain B 42, B 64, B 87 ve B 33 ile yapılan denemeler sonucunda LC₉₀ değerleri sırasıyla 0,055, 0,115, 0,046 ve 0,257 ppm olmuştur. *Bt. israelensis* 1 L/ha dozunda 24 saat sonunda ortalama % 87 ölüme neden olmuşken 1,5 L/ha dozunda ise ölüm oranı % 90-95'e kadar çıkmıştır (Baruah and Das, 1994).

Katbeh-Bader et al. (1999) *Bt* MH-14 (15000 ITU/mg *Aedes aegypti*) ve *B. sphaericus* (1700 ITU/mg *A. aegypti*) bakterilerinin 25±1⁰C'deki laboratuvar koşullarında *Culiseta longiareolata*'nın dördüncü dönem larvalarına etkilerine bakılmışlardır. Denemeler 0,005-0,04 ppm konsantrasyonlarında uygulanmış ve

çalışma sonucunda *Culiseta longiareolata*'ya karşı *B. sphaericus*'un *Bt. israelensis*'den daha hassas olduğu gözlemlenmiştir.

Misra et al. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, recombinat *Escherichia coli* kültürünün hücre duvarı içermeyen izolatu *Culex fatigans*, *Anopheles stephensi* ve *Aedes aegypti* türlerine karşı etkinliği denenmiştir. 100 ml'lik cam bardaklara 25 ml musluk suyu konulan bardaklara 10 adet üçüncü dönem larva konmuş ve denemeler üç tekerrürlü yapılmıştır. 100, 50 ve 20 mg/ml dozlarının kullanıldığı denemede 48 saat sonra yapılan sayımlara göre sivrisinek larvalarında yüksek derecede etkili bulunmuştur.

Ansari and Razdan (1999) tarafından Hindistan'da yapılan laboratuvar ve arazi çalışmasında granül formülasyonlu *Bt* H-14'ün *Aedes egypti*'ye etkisine bakılmıştır. İkinci ve üçüncü dönem larvalarla 250, 500 ve 1000 mg/m² dozlarında uygulama yapılmıştır. 0.25 gm/m² dozunda 24 saat sonra % 100 ölüm gözlenmiştir. Laboratuvar çalışmasında granül formülasyonlu preparatın sivrisinek larvalarına karşı yüksek etkili olduğu gözlemlenmiştir.

VectoBac ABG 6511 (*Bt* H-14, suda dağılılabilen granül, 3000 ITU/mg), kalıcı etkinliğinin araştırılması için yapılan bir çalışmada, Penang adasındaki Sungai Nibong Kecil köyünden yumurta tuzağı kullanılarak larvalar toplanmıştır. Alanda 100-150 ev seçilmiş ve toplanan larvalarda *Aedes* varlığı doğrulandıktan sonra üreme kabiliyeti yüksek olan yerlere 120 den fazla cam kavanoz (3 L) ve topraktan yapılmış kavanoz (50 L) çatı altlarına yerleştirilmiştir. İçlerine sırasıyla 2 L ve 40 L su konmuştur. Ön çalışmada kavanozdaki larva sayıları kavanozlara su eklendikten beş gün sonra sayılmıştır. Suyun buharlaşma yüzdesi hesaplanmış ve günlük olarak toprak kavanozlara 6 L, cam kavanozlara 0,3 L su eklenmiştir. Cam kavanozlara 4 mg, toprak kavanozlara 80 mg *Bt. israelensis* uygulaması yapılmıştır. 2-3 ay içinde her beş günde bir kontroller yapılmıştır. Bütün larvalar ve pupalar toplanıp laboratuvara daha fazla gözlem yapılabilmesi için getirilmiştir. Ergin oluncaya kadar larvalar beslenmiş ve ergin olma yüzdeleri kayıt edilmiştir. Larvaların ve erginlerin popülasyonundaki azalma Mulla'nın formülüne göre hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda *Aedes* larvalarında % 80 azalma olmuş ve uygulamanın da 35 gün boyunca etkili olduğu gözlenmiştir. Su eklemesi yapılan

toprak kavanozlarda ilk üç gün % 100 azalma gözlenmiştir. 40. günde bu oran % 80'e düşmüştür. 60. günde ise % 54 azalma gözlenmiştir. Su eklemesi yapılmayan toprak kavanozlarda % 100 etki ilk beş günde gözlenmiş ve 40. günde bu oran yine % 40'ların altına düşmüştür. Cam kavanozlarda yapılan incelemelerde benzer sonuçlar elde edilmiş olup su eklemesi yapılan kavanozlarda larva kontrolünün daha iyi olduğu gözlemlenmiştir (Lee et al., 2006).

Boudjelida et al. (2008), bir çalışmada *Culiseta longiareolata* ve *Culex pipiens*'e karşı *Bt. israelensis*'nin 2-30 µg/L arasında değişen konsantrasyonlarındaki etkisine bakmışlardır. Her bir konsantrasyonda 25 larva kullanılmış farklı larva dönemlerinin büyüme ve gelişme oranları incelenmiş, bireyler ergin oluncaya kadar günlük olarak ölüm oranları kaydedilmiştir. Doğrudan ölüm oranı larvaya yapılan uygulama sonrası 24 saat sonraki % ölüm oranı olarak, kümülatif ölüm oranı ise ergin oluncaya kadar ki % ölüm oranı olarak kabul edilmiştir. Deneme sonucunda ölüm oranları ve konsantrasyonlar probit analizine, insektisidal testlerden elde edilen veriler ve gözlenen yüzde ölüm oranları da açısız dönüşümünden sonra varyans analizine tabi tutulmuştur. Çalışmalar sonucunda VectoBac WDG (3,000 ITU/mg) her iki türe yüksek oranda etkili bulunmuştur. *Culiseta longiareolata*'nın ilk dönem larvalarında % 100 ölüm gözlenmiş iken dördüncü dönem larvalarda ise %45 oranında ölüm gözlenmiştir. LC₅₀ değerleri birinci dönem larva için 6.05 µg/L ve dördüncü dönem larva için 23 µg/L olarak hesaplanmıştır.

Zaghros dağıının güney yamaçlarında tropikal bir iklime sahip olan arazilerde *Bt* MH-14 aktif maddeli Bioflash (191 ITU/mg) yerel biyopreparatların laboratuvarında, cam standart akvaryumda, yarı alan ve tarla koşullarındaki etkinliğini hem önerilen hem de daha yüksek dozlarda değerlendirmek üzere yapılmıştır. Çalışmada *Anopheles* spp. ve *Culex* spp. türü sivrisinekler kullanılmıştır. Laboratuvar koşullarında hassas *An. stephensi* popülasyonun ıslanabilir toz ve granül formülasyonları için LC₅₀ değerleri sırasıyla 227 ve 1031 ppm bulunmuştur. Islanabilir toz ve granül formülasyonlarının 56,1 mg/akvaryum uygulamasından 6 ve 8 gün sonra sırasıyla canlı larva oranları % 65,6 ve % 54,2 olmuştur. Yapay havuzlarda 8/ 4/ 2 g/m² dozlarda yapılan uygulamalar sonucunda larva yoğunlukları sırasıyla %38,9, %39,3 ve %65,1'e düşmüştür. Pirinç

tarlalarında 2 kg/ha dozundaki uygulama sonrasında ise larva yoğunluğu uygulamadan 7 gün sonra % 33,1 ve % 28,6'ya düşmüştür (Gezelbash et al., 2012).

Aissaoui and Boudjelid (2014) tarafından *Culiseta longiareolata* ve *Culex pipiens*'e karşı yapılan bir diğer çalışmada *Bt. israelensis*'nin farklı larva dönemlerinin 5-25 µg/L arasında değişen konsantrasyonlarına olan etkisine bakılmıştır. Denemeler sonucunda VectoBac G (2000 ITU/mg) en yüksek konsantrasyonda *Culiseta longiareolata*'nın ilk ve ikinci dönem larvalarında % 100 ölüme neden olmuş, üçüncü ve dördüncü dönemde ise yüzde ölüm oranı azalmıştır. *Culex pipiens* dördüncü dönem larvalarda % 58,66 *Culiseta longiareolata*'nın dördüncü dönem larvalarında ise % 52 oranında ölüm tespit edilmiştir.

Türkiye'de biyopreparatların sivrisineklere etkileri üzerine yürütülen çalışmaların çoğu *Culex* cinsine bağlı sivrisinek türleriyle yapılmıştır (Çökmüş, 1989; Aldemir, 2006; Doğaroğlu, 2008; İmanzade, 2008; Polat vd., 2016).

Türkiye'de biyopreparatların sivrisinek larvalarına etkileri ile ilgili ilk çalışma Çökmüş (1989) tarafından 1984-1987 yılları arasında yürütülen doktora çalışmasıdır. Çalışmada, Türkiye'nin 11 ilinden toplanan 85 adet toprak, sivrisinek larvası, su, çekirge ve karasinek örneklerinden 342 tane *B. sphaericus* bakterisi izole edilmiştir. Biyoassay için farklı zaman ve bölgelerden ikinci ve üçüncü dönem *Culex* spp. larvaları toplanmıştır. Virjinya laboratuvarlarında yapılan denemeler de ise ikinci dönem *Culex quinquefasciatus* larvaları kullanılmıştır. *Culex* spp. larvarı ile yapılan denemelerde 100 ml beher ya da 200 ml'lik plastik kaplara 45 ml steril çeşme suyu konularak yapılmıştır. 25-30 adet ikinci-üçüncü dönem larva deneme kaplarına konmuş ve kaplara süt tozu ilave edilmiştir. 5 ml bakteri süspansiyonu eklenen bu kaplarda sayım 48 saat sonra yapılmıştır. Amerika'da yapılan denemelerde ise 30'ar adet ikinci dönem *C. quinquefasciatus* larvası kullanılmıştır. Denemelerde klordan arındırılmış steril su kullanılmıştır ve larvalara besin olarak steril edilmiş maya solüsyonu verilmiştir. 200 ml'lik deneme kaplarına bakteri inoküle edilmiş ve 48 saat sonra sayımlar yapılmıştır. Denemede % 50'den fazla ölüme neden olan izolatlar patojen olarak sayılmıştır. İzole edilen 342 bakteri izolatından sadece 9 tanesinin sivrisinek larvalarına karşı etkili olduğu saptanmıştır. Bu izolatlardan 7 tanesi 1 ay-3 yıl sonra ineksidal etkisini kaybetmiştir.

Ankara’da Gölbaşı ilçesinde yapılan bir arazi çalışmasında *Bt* (H-14)’in ticari preparatlarından VectoBac 12 AS ve VectoBac G preparatları göl kenarı, su birikintisi ve bataklık alanlarda *Anopheles sacharovi*, *Anopheles maculipennis* Meigen, *Culex pipiens* ve *Culex theileri* Theobald (Diptera: Culicidae)’ ye karşı denenmiştir. VectoBac 12 AS’nin 1-1,25 L/ha ve VectoBac G’nin 7,5-10 kg/ha dozları uygulanmış ve bu dozlarda bütün sivrisinek larvalarında % 90 ve % 100 arasında ölüm gözlenmiştir (Aldemir, 2006).

Ege Üniversitesi’nde yüksek lisans tezi kapsamında Doğaroğlu (2008), *Culiseta longiareolata* ve *Culex pipiens* larvalarına karşı *B. sphaericus* (VectoLex WDG (650 BTU/mg)] ve *Bt. israelensis* [VectoBac 12 AS (1200 ITU/mg)]’nin etkilerini araştırdığı çalışmasında birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü dönem larvaları kullanmıştır. VectoBac 12 AS ve VectoLex WDG ilaçları için önerilen dozlar sırasıyla 1L/ha ve 200-400 g/ha olup her bir formülasyon için 0,25 m² yüzey alanına 20 cm su derinliğine sahip tanklarda temiz, orta kirli ve çok kirli su ortamları hazırlanmıştır. Toprak, civciv yemi ve sığır gübresi kullanılarak çok kirli su ortamı hazırlanmıştır. Stok tanklarına 0,025 ml *Bt. israelensis* ve 0,01 gram *B. sphaericus* süspansiyonu eklenmiş ve stok tankları doğal koşullar altında bırakılarak rezidüel etkileri gözlenmiştir. Uygulamalar 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 14. ve 21. günlerde stok tanklarından alınan ilaçlı sular kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda orta ve kirli ortamların hepsinde *Bt. israelensis*’nin etkisini yedinci günün sonunda büyük ölçüde kaybettiği gözlenmiştir. En yüksek etki ilk üç gün içinde görülmüştür. *B. sphaericus*’un kalıcı etkisine bakıldığında ise üç farklı ortamda da 21 günde etkinliğini sürdürmüş olduğu gözlemlenmiştir.

Kıbrıs’ta gerçekleştirilen bir doktora tezi kapsamında hem sentetik piretroidlerin arazide erginlere, hem de *Bt. israelensis*’in laboratuvar koşullarında *Culex pipiens* larvalarına etkileri incelenmiştir. Laboratuvarda saf suda ve habitat suyunda olmak üzere Aquabac XT, Teknar HP-D ve VectoBac 12 AS preparatları kullanılarak denemeler yapılmıştır. Saf su ile yapılan denemelerde 0,01-0,4 ppm, habitat suyu ile yapılan denemelerde ise 0,05-0,8 ppm arasındaki dozlar kullanılmıştır. Deneme kaplarına 25’er adet geç üçüncü dönem ve erken dördüncü dönem *C. pipiens* larvaları konmuş ve denemeler üç farklı günde tekrarlanmıştır. Uygulamadan 24 saat sonra sayımlar yapılmış ve probit analizi ile LC₅₀ ve LC₉₅

değerleri elde edilmiştir. Bu verilere göre VectoBac 12 AS en etkili ilaç çıkmıştır. Habitat suyunda LC₅₀: 0,0953 ppm iken saf suda LC₅₀: 0,0626 ppm olarak hesaplanmıştır. Teknat HP-D preparatının habitat ve saf sudaki LC₅₀ değerleri sırasıyla 0,1259 ppm- 0,0737 ppm olmuştur. En düşük etki Aquabac XT preparatında olmuştur ve habitat suyunda LC₅₀: 0,1368 ppm iken saf suda ise LC₅₀ 0,0805 ppm bulunmuştur (İmanzade, 2008).

Polat vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada, İstanbul'da *Culex pipiens* larvalarının *B. sphaericus* [(H5a5b, Strain 2362) (VectoLex WDG, US)], *B. thuringiensis* [(H-14) (VectoBac WDG, US)] ve *B. sphaericus* (H5a5b, Strain 2362) + *Bt. israelensis* [(H-14, Strain AM6552) (VectoMax G, US)] ve bu bakterilere ait liyofilize preparatlarına olan etkisine bakılmıştır. İstanbul'un 39 ilçesinden toplanan 501 örnek pet şişelerle laboratuvar getirilmiştir. Liyofilize *Bacillus* preparatları, 250 ml'lik beherlere eklenmiş ve 48 saat 37°C'lik etüvde tutulmuştur. Üçüncü ve dördüncü dönem larvalar içinde 48 saat dinlendirilmiş musluk suyu bulunan kaplara aktarılmış, *B. sphaericus*'un 200 g/ha, 300 g/ha ve 400 g/ha; *Bt* H-14 200 g/ha, 300 g/ha ve 400 g/ha; *B. sphaericus* (H5a5b, Strain 2362) + *Bt. israelensis* (H-14, Strain AM65-52) karışımının 5,000 g/ha'lık kültürlerin ise 6,1x10⁸ CFU/ml ve 12,6x10⁸ CFU/ ml konsantrasyonları kullanılmıştır. 12,6x10⁸ CFU/ml konsantrasyonda kullanıldığı denemelerde ilk larva ölümü 50. dakikada başlamış olup 6,1x10⁸ CFU/ml konsantrasyonun kullanıldığı denemelerde ise ilk larva ölümü 60. dakikada olduğu gözlemlenmiştir. Tüm denemelerde larvaların tamamının 6. saatte öldüğü ve hazırlanan kültürlerin liyofilize preparatlara göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Yukarıda verilen literatür özetlerinden de görüleceği üzere, biyopreparatların sivrisineklere etkisi ile ilgili Dünya'da ve Türkiye'de bugüne kadar yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu *Culex*, *Anopheles* ve *Aedes* cinslerine bağlı sivrisinek türleri ile yürütülmüştür. Ayrıca Muğla ili genelinde en yaygın ikinci tür olarak *Culiseta longiareolata* tespit edilmiştir. Bu verilerden hareketle bu tez kapsamında gerek yaygınlığı ve gerekse üzerinde az çalışma yapılmış olması nedeniyle, bazı biyopreparatların *C. longiareolata* larvaları üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Sivrisinek Kültürlerinin Oluşturulması ve Üretimi

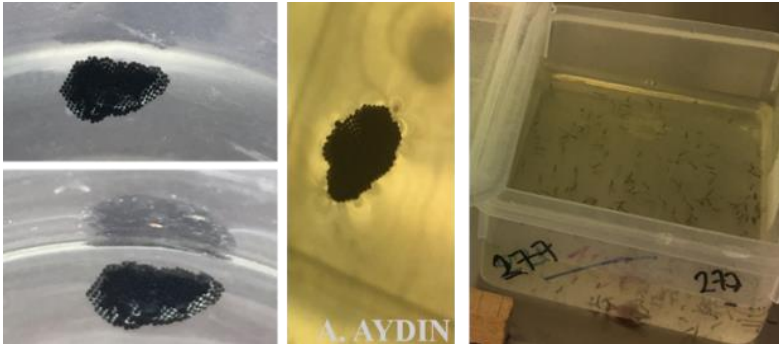
Tez çalışması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ndeki iklim odalarında (Şekil 4.1) $27\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık, $\%70\pm 5$ orantılı nem ve 12:12 saat fotoperiyot koşullarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi iklim odaları

Sivrisinek kültürlerinin oluşturulması için 2018 yılında Muğla İlinin çeşitli ilçelerinde bulunan hayvan çiftliklerindeki arıtma havuzlarından, süs havuzlarından ve şehir merkezinde bulunan çeşitli su birikintilerinden toplanan yumurta paketlerinden kullanılmıştır.

Yumurta paketleri, içinde en az iki gün dinlendirilmiş musluk suyu bulunan plastik kaplara ($18\times 12\times 8$) aktarılmıştır. Daha sonra, yumurtadan çıkan larvalar, yine içinde dinlendirilmiş su bulunan yeni kaplara aktarılmıştır (Şekil 4.2) (Durmuşoğlu, 2018b).



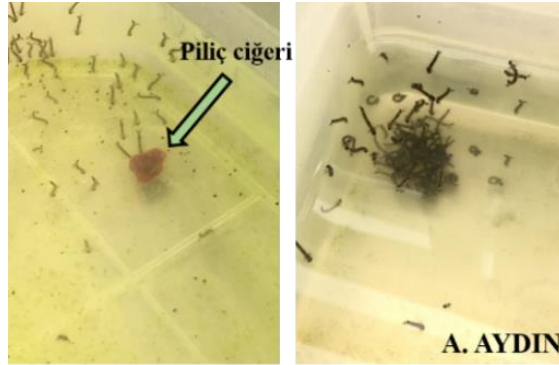
Şekil 4.2. Araziden getirilen yumurta paketleri ve aktarıldığı plastik kaplar

Her bir yumurta paketinden üçüncü larva dönemine gelen larvalardan 10 kadar larva, içinde % 96'lık alkol bulunan eppendorf tüplere aktarılarak Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesindeki MOLEN laboratuvarlarına teşhis edilmek üzere gönderilmiştir. Denemelerde *Culiseta longiareolata* olarak teşhis edilenler kullanılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Teşhise göndermek için hazırlanan larvalar

Larva gelişiminin hangi besinle en iyi olduğunu belirlemek için ön denemeler yapılmış, bu amaçla larvalara kedi maması, balık yemi, piliç ciğeri verilmiştir. En iyi larva gelişimi piliç ciğeri verilen larvalarda görüldüğü için de, tüm denemelerde bu besin kullanılmıştır (Şekil 4.4). Piliç ciğेरinin yağları alınmış ve jöle kıvamına gelinceye kadar karıştırıcıda çekilip küçük kaplara konularak +4°C'de buzdolabında saklanmıştır. Larvalar pupa dönemine gelinceye kadar iki günde bir kaplardaki su dinlendirilmiş su ile değiştirilmiştir. Her kap değişiminden sonra yeni besin eklenmiştir. Buzdolabından çıkarılan piliç ciğeri larvalara verilmeden bir iki saat önce oda sıcaklığına gelmesi için bekletilmiştir.

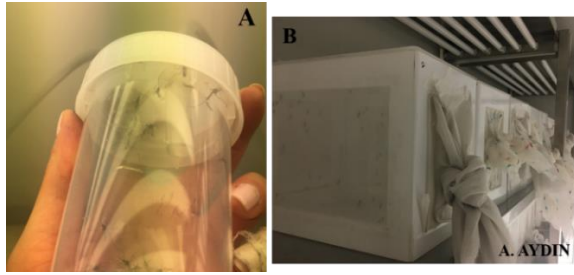


Şekil 4.4. Larvaların beslenmesi

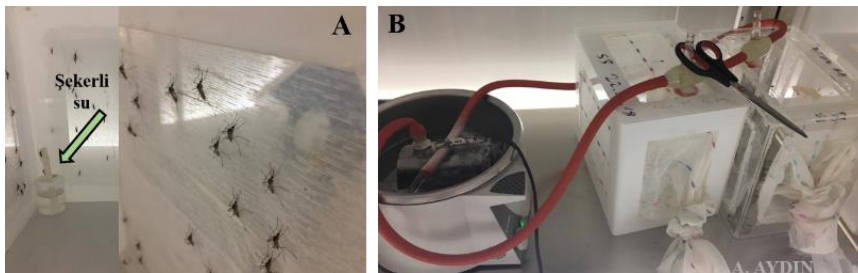
Erginlerin kaçmasını önlemek için pupalar görülmeye başlandığı zaman, kapların üstü tül ile örtülmüştür (Şekil 4.5). Aspiratör yardımıyla pupadan çıkan erginler 30×20×25 cm boyutlarındaki yetiştirme kafeslerine aktarılmıştır (Şekil 4.6). Erginlerin besin ihtiyacını karşılamak için ilk günden itibaren %10'luk şekerli su ve dişilerin yumurta bırakmasını sağlamak için de dördüncü günden itibaren kanla besleme aparatıyla büyükbaş hayvan kanı, tavuk kanı ve insan kanı verilmiştir (Şekil 4.7). Her gün bireyler 1 saat loş ışıkta, 1 saat de karanlıkta olmak üzere 2 saat kan ile beslenmiştir. Bireylerin kan ile beslendiği görüldükten 1-3 gün sonra dişilerin yumurta bırakması için yetiştirme kafeslerine içi su dolu petri kapları konulmuş ve kaplarda yumurta paketleri görüldüğünde, bunlar alınarak larva yetiştirme kaplarına aktarılmıştır (Durmuşoğlu, 2018b).



Şekil 4.5. Ergin kaçmasını önlemek için üzeri tül ile kapatılmış üretim kapları



Şekil 4.6. a) Aspiratör ile toplanan erginler, b) Ergin kafesleri



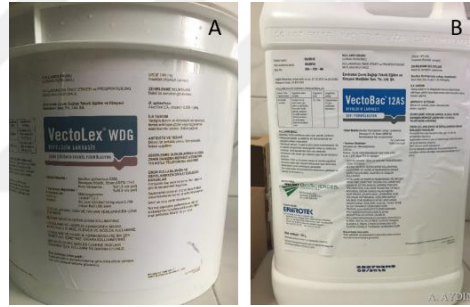
Şekil 4.7. Erginlerin a) %10'luk şekerli su ile beslenmesi b) Kan ile beslenmesi

4.2. Kullanılan Biyoinsektisitler

Çizelge 4.1. Denemelerde kullanılan biyopreparatlar

Ticari adı	Bakterinin			İçeriği (ITU/mg)	Arazi dozu
	Adı	İrki			
VectoLex WDG	<i>Bacillus sphaericus</i> 2362 Serotype H5a5b,	ABTS-1743		650	200 g/ha
VectoBac 12 AS	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>isralensis</i> Serotype H-14,	AM65-52		1200	0,5 L/ha
Yerel 1	<i>Bacillus sphaericus</i>	-		-	-
Yerel 2	<i>Bacillus thuringiensis kenyae</i>	-		-	-
Yerel 3	<i>Bacillus thuringiensis kenyae</i>	-		-	-

Çizelge 4.1’de denemede kullanılan biyopreparatlar verilmiştir. Ticari preparatlardan VectoLex WDG preparatı İzmir Büyükşehir Belediyesi, VectoBac 12 AS preparatı ise Muğla Büyükşehir Belediyesinden temin edilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. a) VectoLex WDG etiket, b) VectoBac 12 AS etiket

Yerel izolatlar Prof. Dr. Recep Kotan (Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Erzurum)’dan temin edilmiştir. Söz konusu izolatlar Dadaşoğlu (2007)’nin yüksek lisans tezi kapsamında Türkiye’den izole edilmiştir. Denemede kullanılan yerel izolatların ırkı ve bakteri konsantrasyonu hakkında bilgilendirme yapılmamıştır.

4.3. Biyoassay Testler

4.3.1. Denemenin kurulması

Laboratuvarda kitle üretimi yapılan popülasyonlardan yeterli yumurta ve/veya larva elde edilemediğinden, denemelerde araziden getirilen yumurtalar kullanılmıştır. Biyoassay denemelerde 12.01.2018 tarihinde Dalaman'dan; 18.01.2016 tarihinde Bodrum'dan; 05.03.2018 ve 23.03.2018 tarihlerinde İçmeler Bodrum'dan; 03.05.2018 tarihinde Ortaca'dan ve 05.05.2018 tarihinde Muğla'dan getirilen yumurta paketlerinden çıkan geç üçüncü dönem larvalar kullanılmıştır.

Bir yumurta paketinden 100-150 arasında larva elde edilmektedir. Bu yüzden % 10-95 arasında ölüm meydana getiren tüm dozların tek bir yumurta paketinden elde edilen larvalar ile yürütülmesi mümkün olmadığı için denemeler genelde 3 doz ve 1 kontrol olacak şekilde düzenlenmiştir. Her bir doz için beşer bireyli 5 tekerrürlü denemeler yapılmış ve bu denemeler iki kez tekrar edilmiştir. Sonuç olarak her doz için en az 50 birey kullanılmıştır.

Preparatların LC değerlerinin belirlenmesi için önerildikleri doz (x) en üst doz olacak şekilde en az altı farklı konsantrasyon hazırlanmıştır (x, x/2, x/4, x/10, x/20, x/40). Denemelerden alınan sonuçlara göre % 10-95 arasında ölüm oranı elde edecek yeni doz serileri ile sürdürülmüştür.

Solüsyonlar 250 ml'lik şeffaf plastik kaplara 10 cm yükseklikte 200 ml ilaçlı su olacak şekilde konulmuş, üzerine beşer larva aktarılmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. a) Konsantrasyonların hazırlanması, b) Deneme kabı, c) Besin ve birey aktarılmış deneme kabı

Sağlıksız veya zarar görmüş larvalar yerine yenileri aktarılmış ve rutinde olduğu gibi besin olarak piliç ciğeri verilmiştir. Denemeler üretimin yapıldığı iklim odalarında aynı koşullarda yürütülmüştür.

Yerel izolatlar henüz ticari bir formülasyonda olmadığı için dozları Prof. Dr. Recep Kotan'ın önerdiği şekilde % 1-10 ayarlanmış, alınan sonuçlara göre yeni doz serileri hazırlanmıştır (Şekil 4.10). Yerel izolatlar geldiği gibi denemeler yapılmış yapılamadığı durumlarda ise kullanılıncaya kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir ve denemelerde doz serileri hazırlandıktan sonra 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten daha sonra kullanılmıştır. Yapılan ön denemeler sonucunda hemen kullanıldığında etki ile bekletildikten sonraki etkisi arasında bir fark olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. Yerel izolatlarla hazırlanan dozlar

4.3.2. Denemenin değerlendirilmesi

Sayımlar uygulamadan 24 saat sonra gerçekleştirilmiştir. Ölmek üzere olan ve karakteristik dalma hareketini yapmayan larvalar ölü olarak kabul edilmiştir. Kontroldeki ölümler % 10'dan fazla olduğu durumlarda denemeler tekrar edilmiştir (WHO, 2015).

Doza bağlı ölü birey sayıları kullanılarak LC değerlerinin hesaplanması için elde edilen veriler PoloPlus (LeOra Software Company®, 2002) programında değerlendirilmiş ve LC₅₀, LC₉₀ ve LC₉₉ değerleri belirlenmiştir.

İlaçların etkili oranlarının hesaplanmasında ise Abbott formülü kullanılmıştır.

$$\% \text{ etki} = \frac{\text{ilaçsızlardaki } \% \text{ canlı} - \text{ilaçlıdaki } \% \text{ canlı}}{\text{ilaçsızdaki } \% \text{ canlı}} \times 100$$

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Materyal ve metot bölümünde belirtilen koşullarda iklim odalarında üretimi yapılan *Culiseta longiareolata*'nın, larva dönemi 7-9 gün ve pupa dönemi ise 2-3 gün sürmüştür. Ergin bireylerin ömrü 15-20 gün olmuştur.

Larvalar için uygun besini belirlemek amacıyla yapılan ön denemelerde larvalara kedi maması, balık yemi, piliç ciğeri verilmiş olup, en iyi larva gelişiminin piliç ciğeri verilen kaplarda olduğu gözlemlenmiştir. Besinin az olması durumunda kannibalizm gözlemlenmiştir.

Çalışmada ergin dişilerin yumurta bırakmasını sağlamak amacıyla farklı büyükbaş ve küçükbaş hayvan kanı, tavuk ve kuş kanı ile farklı gruplardan insan kanı kullanılmıştır. Ancak, bu tez kapsamında farklı kaynaklardan elde edilen kanlarla bile erginlerin yeterince beslenmediği ve bunun sonucunda da, ya az yumurta bıraktıkları, ya da bırakılan yumurta paketinden genelde çok az larva elde edildiği tespit edilmiştir. Oysa literatürde *Culiseta longiareolata*'nın ilk yumurtalarını kan ile beslenmeden de bırakabileceği belirtilmektedir. Merdivenci (1984) kuşlarda kan parazitlerinin vektörü olarak bilinen *C. longiareolata*'nın ergininin zoofil olduğunu, ancak ender olarak insanlardan kan emdiğini bildirmektedir. Al-Jaran and Katbeh-Bader (2001) yaptığı laboratuvar denemelerinde *C. longiareolata* dişisinin % 15 ev serçesinden, % 11 Heparin + insan kanından beslendiğini ve yumurta bıraktığını bildirmektedir.

Yukarıda ifade edildiği gibi laboratuvar koşullarında yeterince larva elde edilemediği için, tüm biyoassay denemelerde her defasında araziden getirilen yeni yumurta paketlerinden elde edilen geç üçüncü dönem larvalar kullanılmıştır. Tüm denemelerin kontrol ünitesindeki bireyler teşhis için MOLEN laboratuvarına gönderilmiş ve sadece *C. longiareolata* olarak teşhis edilenlerin sonuçları bu tez kapsamında kullanılmıştır.

Çizelge 5.1'de görüleceği gibi VectoLex WDG preparatının arazi dozu, arazi dozunun yarı ve çeyrek dozlarının *C. longiareolata* larvalarında % 100 ölüm gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 5.1. VectoLex WDG (*Bacillus sphaericus*) preparatının farklı dozlarda *Culiseta longiareolata*'ya etkisi (n=50)

VectoLex WDG			
	Dozlar (ppm)	Ölü birey sayısı	%Etki
1. Seri Dozlar	0,200	50	100
	0,100	50	100
	0,050	50	100
	0,020	50	100
	0,010	50	100
2. Seri Dozlar	0,005	50	100
	0,004	50	100
	0,002	50	100
	0,001	17	30
	0,0005	0	0
	Kontrol	3	6

VectoLex WDG preparatı ile yapılan denemelerde önce 0,010-0,200 ppm aralığındaki dozlar kullanılmıştır. Bu dozlardaki etki % 100 çıktığı için denemelere 0,0005-0,005 ppm aralığındaki diğer dozlarla devam edilmiştir (Çizelge 5.1). Benzer şekilde Doğaroğlu (2008) tarafından yapılan çalışmada da bu preparatın arazi dozunun *C. longiareolata* larvalarında % 100 etkili olduğunu bildirilmiştir.

VectoLex WDG preparatının LC değerlerini belirlemek amacıyla kullanılan çeşitli doz serilerinde ölüm oranları ya çok yüksek ya da çok düşük olmuştur. Tekrar edilen denemelerde de benzer sonuçlar alındığı için PoloPlus programı ile yapılan probit analizinde güvenilir LC değerleri elde edilememiştir.

VectoBac 12 AS preparatı ile yapılan denemelerde önce 0,050-0,500 ppm aralığındaki dozlar kullanılmıştır. Bu dozlardaki etki yüksek çıktığı için denemelere 0,006-0,050 ppm aralığındaki dozlarla devam edilmiştir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. VectoBac 12 AS (*Bacillus thuringiensis var. israelensis*) preparatının farklı dozlarda *Culiseta longiareolata* 'ya etkisi (n=50)

VectoBac 12 AS			
	Dozlar (ppm)	Ölü birey sayısı	%Etki
1. Seri Dozlar	0,500	50	100
	0,250	50	100
	0,125	48	96
	* 0,050	43	86
2. Seri Dozlar	0,025	23	46
	0,012	14	28
	0,006	4	8
	Kontrol	0	0

*Yıldızın bulunduğu iki çizgi arasında kalan doz hem birinci hem de ikinci seri dozlarda denenmiştir.

Çizelge 5.2'de görüldüğü gibi VectoBac 12 AS preparatının arazi ve arazi dozunun yarısında *Culiseta longiareolata* larvalarında % 100 ölüm gösterdiği ve alt dozlara inildiği zaman yüzde etkide azalma olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Polat vd. (2016) tarafından yapılan denemelerde VectoBac 12 AS preparatının arazi dozunun uygulanmasından altı saat sonra *Culex pipiens* larvalarında % 100 ölüm gözlemlendiği bildirilmiştir.

Çizelge 5.3. VectoBac 12 AS (*Bacillus thuringiensis var. israelensis*) preparatı için belirlenen lethal dozlar

LC ₅₀ (ppm) 0.95 güven aralığı	LC ₉₀ (ppm) 0.95 güven aralığı	LC ₉₉ (ppm) 0.95 güven aralığı	χ^2 (chi square)	Heterojenite
0,024 0,018-0,032	0,069 0,048-0,134	0,163 0,094-0,476	5,9308	1,4827

Çizelge 5.3'de görüleceği gibi VectoBac 12 AS preparatının LC₅₀, LC₉₀ ve LC₉₉ değerleri sırasıyla 0,024, 0,069 ve 0,163 ppm olarak bulunmuştur.

Yerel 1 izolatu ile yapılan denemeler de önce % 0,5-10 aralığındaki dozlar kullanılmıştır. Bu dozlardaki etki % 100 çıktığı için denemelere % 0,025-0,5 aralığındaki dozlarla devam edilmiştir (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. Yerel 1 (*Bacillus sphaericus*) izolatının farklı dozlarda *Culiseta longiareolata* 'ya etkisi (n=50)

Yerel 1			
	Dozlar (%)	Ölü birey sayısı	% Etki
1. Seri Dozlar	10	50	100
	5	50	100
	2	50	100
	1	50	100
*	0,5	50	100
2. Seri Dozlar	0,2	50	100
	0,1	36	72
	0,05	31	62
	0,025	16	32
	Kontrol	2	4

*Yıldızın bulunduğu iki çizgi arasında kalan doz hem birinci hem de ikinci seri dozlarda denenmiştir.

Çizelge 5.5' de görüleceği gibi Yerel 1 izolatının LC₅₀, LC₉₀ ve LC₉₉ değerleri sırasıyla 0,043, 0,138 ve 0,360 ppm olarak bulunmuştur.

Çizelge 5.5. Yerel 1 (*Bacillus sphaericus*) izolatı için belirlenen lethal dozlar

LC ₅₀ (%)	LC ₉₀ (%)	LC ₉₉ (%)	χ ²	Heterojenite
0.95 güven aralığı	0.95 güven aralığı	0.95 güven aralığı	(chi square)	
0,043	0,138	0,360	7,1173	1,7793
0,027-0,061	0,090-0,348	0,185-1,880		

Çizelge 5.6. Yerel 2 (*Bacillus thuringiensis kenyae*) izolatının farklı dozlarda *Culiseta longiareolata* 'ya etkisi (n=50)

Yerel 2		
Dozlar (%)	Ölü birey sayısı	% Etki
10	0	0
5	0	0
2	0	0
1	0	0
0,5	0	0
0,1	0	0
Kontrol	0	0

Çizelge 5.7. Yerel 3 (*Bacillus thuringiensis kenyae*) izolatının farklı dozlarda *Culiseta longiareolata*'ya etkisi (n=50)

Yerel 3		
Dozlar (%)	Ölü birey sayısı	% Etki
10	5	10
5	0	0
2	0	0
1	0	0
0,5	0	0
0,1	0	0
Kontrol	0	0

Bt. kenyae içeren Yerel 2 ve Yerel 3 izolatlarının % 1-10'lük konsantrasyonları ile yapılan denemelerde *C. longiareolata* larvalarında öldürücü etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir (Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7). Bu izolatların % 20'lik dozları ile deneme yapıldığında bile öldürücü etki görülmediği için pratikte kullanılmasının anlamı olmayacağı nedeniyle daha yüksek dozlarla denemelere devam edilmemiştir.

6. SONUÇ

Sivrisineklerle mücadelede sentetik insektisitlerin bilinçsizce kullanımı sonucunda insan ve çevreye olumsuz etkilerinde artış diğer bir yandan sivrisineklerin direnç geliştirmesi gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu olumsuz etkilerin azaltılması için son yıllarda biyoinspektisitler hedef organizma dışındaki organizmalara zarar vermemesi yani spesifik olmaları ve böceklerde direnç oluşma ihtimallerinin düşük olması gibi avantajlarından dolayı tercih edilmeye başlamıştır.

Türkiye’de biyopreparatların daha pahalı olması ve ruhsatlı biyopreparatların neredeyse tamamının ithal ürünler olup, aynı diğer pestisitler gibi önemli döviz çıkışına neden olmaktadır. Bu bağlamda yerel izolatlardan elde edilecek yerli biyopreparatların geliştirilmesi oldukça anlamlıdır.

Bu nedenle tez kapsamında Türkiye’de ruhsatlı bakteri içerikli iki biyosidal ürün ile Türkiye’den izole edilen üç yerel bakteri izolatının sivrisinek larvalarına etkileri farklı dozlarda denenmiş ve pratikte kullanım olanakları laboratuvar koşullarında ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Muğla İlinde yaygın olarak görülen ikinci tür olan *Culiseta longiareolata*’nın geç üçüncü dönem larvaları ile yapılan denemelerde ticari preparatların altı farklı doz serisi [önerilen doz (1), yarısı (1/2), çeyreği (1/4), 1/10, 1/20 ve 1/40] ile çalışılmış olup ticari preparatların tümünün önerildikleri arazi dozlarında ve arazi dozlarının yarısında % 100 ölüm gösterdiği tespit edilmiştir. VectoLex WDG ilacının önerildiği dozunun çeyreğinde bile % 100 etkili olduğu ancak VectoBac 12 AS preparatının ise önerilen dozunun çeyreğinde etkinliğinin azaldığı görülmüştür.

Dadaşoğlu (2007)’nin yüksek lisans tezi kapsamında Türkiye’den izole edilen ve Prof. Dr. Recep KOTAN’dan temin edilen üç yerel izolattan *Bacillus sphaericus* içeren yerel izolat ile yapılan denemeler sonucunda bu izolatın önerilen doz ve daha alt dozlarında *C. longiareolata*’ya karşı % 100 etkili olduğu görülmüştür.

Bacillus thuringiensis kenyae ile ilgili yapılan literatür taramasında bu bakterinin genellikle Lepidoptera takımındaki türler üzerine denendiği görülmüş ve sivrisinek larvalarına etkisinin denendiği tek bir kaynağa rastlanılmıştır. Misra et al. (2002) tarafından yapılan çalışma sonucunda sivrisinek larvalarına karşı etkili olduğu bildirilmişlerdir. *Bt kenyae* içeren iki farklı yerel izolat % 1-10 dozlarında denenmiş ancak preparatların % 10 dozunda bile etkisiz bulunmuştur. Daha yüksek dozların pratikte kullanılmasının anlamı olmayacağı için denemelerine devam edilmemiştir.

Sonuç olarak; Ruhsatlı preparatların önerilen arazi dozlarında ve arazi dozlarının yarısında *C. longiareolata*'ya karşı laboratuvar koşullarında % 100 etkili olduğu ve Türkiye'den izole edilen *B. sphaericus* içeren yerel izolatın laboratuvar koşullarında *C. longiareolata*'ya yüksek etkili olduğu görülmüştür. Söz konusu izolatın farklı formülasyonlarda üretilip biyolojik etkinlik testlerinin arazi koşullarında denenmesi gerekmektedir. Ticari preparatların her ne kadar düşük dozlarda da etkili olabileceğine dair bulgular olsa da, preparatların laboratuvar denemelerinde temiz su koşullarında kullanıldığı, kirli su kaynakları ve arazi koşullarında etkinliğin daha düşük çıkabilme olasılığı nedeniyle, arazi koşullarında önerildikleri dozlarda kullanılmalrı gerektiği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Aïssaoui, L. and Boudjelida, H.**, 2014, Larvicidal activity and influence of *Bacillus thuringiensis* (Vectobac G), on longevity and fecundity of mosquito species, *European Journal of Experimental Biology*, 4(1):104-109p.
- Aldemir, A.**, 2006, The efficacy and longevity of VectoBac 12 AS and VectoBac G (both based on *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis*) for the control of mosquitoes in Turkey, *Türk J. Zool.*, 31, 317-323p.
- Aldemir, A., Başgelmez, A. ve Çılğın, H.**, 2002, Gölbaşı Sivrisinekleri, Bizim Büro Basımevi, Kızılay, Ankara, 225s.
- Al-Jaran, T. K. H. and Katbeh-Bader, A. M.**, 2001, Laboratory Studies on the Biology of *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera: Culicidae), *Aquatic Insects*, 23 (1), 11-22p.
- Alten, B. ve Çağlar, S.S.**, 2001, Vektör Ekolojisi ve Mücadelesi, Sağlık Bakanlığı, Ankara, 238s
- Alten, S. B. ve Boşgelmez, A.**, 1993, *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera:Culicidae)'nın biyolojisi üzerine araştırmalar, *Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14 (1), 1 -20s.
- Anonim**, 2011, Vektörlerle Mücadele, Ankara, 65s
- Anonim**, 2018a, https://diptera.info/forum/viewthread.php?thread_id=29292, (Erişim Tarihi: 28 Mayıs 2018a)
- Anonim**, 2018b, <https://desinsectador.com/2016/08/01/culiseta-longiareolata/>, (Erişim Tarihi: 28 Mayıs 2018b)
- Anonim**, 2018c, <https://pesticidesetagriculture.wordpress.com/bacillus-thuringiensis/>, (Erişim Tarihi: 30 Mayıs 2018c)
- Ansari, M. A. and Razdan, R. K.**, 1999, Laboratory and field evaluation of *Bacillus thuringiensis* H-14 (*Bt* .H-14) granule formulation against *Aedes aegypti* in Delhi, India, *Dengue Bulletin*, 23, 94-98p.
- Baruah, I. and Das, S. C.**, 1994, Laboratory and field evaluation of *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus sphaericus* against mosquito larvae, *J.Com. Dis.*, 26 (2):82-87p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Dahl, C., Madon, M. and Kaiser, A.,** 2010, Mosquitoes and Their Control, Springer, Berlin, 551p.
- Bedir, H., Kuçlu, Ö., Erdem, F., Demirci, B. ve Aldemir, A.,** 2011. Türkiye İçin Altı Yeni Sivrisinek Kaydı. In: 17. Ulusal Parazitoloji Kongresi ve Kafkasya ve Ortadoğu Paraziter Hastalıklar Sempozyumu, Kars, Türkiye, 161s.
- Berry J. W., Novak G. M., Khounlo S., Rowley A. W., Melchior L.G.,** 1987, Efficacy of *Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* for control of *Culex pipiens* and floodwater *Aedes* larvae in Iowa, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 3(4): 579-582p.
- Boudjelida, H., Aïssaoui, L., Bouaziz, A., Smagghe, G., and Soltani, N.,** 2008, Laboratory evaluation of *Bacillus thuringiensis* (Vectobac WDG) against mosquito larvae, *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*, *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 73(3), 603-609p.
- Charles, J., F., Delecluse, A. and LeRoux, C. N.,** 2000, Entomopathogenic Bacteria From Laboratory To Field Application, Springer Science and Business, Paris, 505p.
- Clements, A. N.,** 2000, The Biology of Mosquitoes, Volum I: Development, Nutrition and Reproduction, CABI Publishing, 511p.
- Çetin, H.,** 2018, Sivrisineklerin Biyolojileri, Ekolojileri, Mücadeleleri, 105-113s, Biyosidal Uygulamalarında Mesul Müdürlük Eğitimi Ders Notları, İ. Şencan, (Ed), TC. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Çevre Sağlığı Daire Başkanlığı, 286s.
- Çökmüş, C.,** 1989, *Bacillus sphaericus*'un sivrisineklere etkisi üzerine bir araştırma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 74s.
- Çömelekoğlu, Ü., Mazmancı, B. ve Arpacı, A.,** 2000, Pestisidlerin kronik etkisine maruz kalan tarım işçilerinde karaciğer fonksiyonlarının incelenmesi, *Turk J Biol*, 24, 461–466s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dadaşoğlu, F.**, 2007, Sera ve tarla zararlılarına karşı etkili biyoajan bakteri strainlerinin izolasyonu ve tanısı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 92s (yayımlanmamış).
- Demirbağ, Z., Nalçacıoğlu, R., Kati, H., Demir, İ., Sezen, K. ve Ertürk, Ö.**, 2008, Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele, Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon, 325s.
- Doğaroğlu, T.**, 2008, *Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838) ve *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) larvalarına karşı *Bacillus sphaericus* ve *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*'in etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, 50s (yayımlanmamış)
- Duffy, R., Chen, T., Hancock, W. T., Powers, A. M., Kool, J. L., Lanciotti. R. S., Pretrick, M., Marfel, M., Holzbauer, S., Dubray, C., Guillaumot, L., Griggs, A., Bel, M., Lambert, A. J., Laven, J., Kosoy, O., Panella, A., Biggerstaff, B. J., Fischer, M., and Edward B. Hayes, E. B.**, 2009, Zika Virus Outbreak on Yap Island, Federated States of Micronesia, The New England Journal of Medicine, 360 (24), 2536-2543p.
- Durmuşoğlu, E. ve N. Güz**, 2016, Muğla ili büyükşehir mücavir alanlarında sivrisinek türlerinin üreme alanları ve mevsimsel değişikliklere göre belirlenmesi, Ar-ge proje sonuç raporu,185-308, Entegre Vektör Mücadele Hizmeti,? s.
- Durmuşoğlu, E.**, 2018a, Çevre ve Halk Sağlığı ve Mücadelesi Ders Notu, İzmir, 34s.
- Durmuşoğlu, E.**, 2018b, Muğla ilinde *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* popülasyonlarının larvisitlere duyarlılık düzeyinin belirlenmesi, Ar-Ge Proje Sonuç Raporu, 54s (yayımlanmış).
- Ece, G., Aslan, F.G. ve Altındış, M.**, 2016, Yeni Bir Global Viral Etken: Zika virüs, Sakarya Tıp Dergisi, 6 (2), 48-55s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Eren, H., Yağcı, Ş. ve Tanyüksel, M.**, 1996, Ankara Yöresinde Bulunan Sivrisinek (Diptera: Culicidae) Türleri, Türk Hijyen Derneği Biyoloji Dergisi, 53, 25-29s.
- Fauna Europea**, <https://fauna-eu.org/>, (Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2018)
- Federici, B. A., Park, H. W., Bideshi, D. K., Wirth, M. C. and Johnson, J. J.**, 2003, Recombinant bacteria for mosquito control, *The Journal of Experimental Biology*, 206, 3877-3885p.
- Gezelbash, Z., Vatandoost, H., Abai, M. R., Raeisi, A., Rassi, Y., Hanafi-Bojd, A. A., Jabbari, H. and Nikpoor, F.**, 2012, Laboratory and field evaluation of two formulations of *Bacillus thuringiensis* M-H-14 against mosquito larvae in the Islamic Republic of Iran, *Eastern Mediterranean Health Journal*, 20 (4), 229-235p.
- Glare, T. R., O Callaghan, M.**, 1998, Environmental and Health Impacts of *Bacillus thuringiensis israelensis*, Report for the Ministry of Health, Biocontrol and Biodiversity, Grasslands Division, Lincoln, 58p.
- Güncan, A. ve Durmuşoğlu, E.**, 2004, Bitkisel kökenli doğal insektisitler üzerine bir değerlendirme, *Hasad*, 233:26-32s.
- İmanzade, Z.**, 2008, KKTC'de görülen sivrisineklerin erişkinlerine karşı kullanılan sentetik piretroidlerin sahada, biyolojik larvasitlerin (*Bti- Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*) *Culex pipiens* larvalarına karşı laboratuvarında etkinliklerinin incelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 141s.
- İnci, A. ve Düzlü, Ö.**, 2009, Vektörler ve Vektörlerle Bulaşan Hastalıklar, *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, Cilt 6, Kayseri, 54-63s
- Katbeh-Bader, A., Khyami-Horani, H. ve Mohsen, Z. H.**, 1999, Effect of temperature on the susceptibility of *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Dipt., Culicidae) to two standard strains of biocontrol bacteria, *J. Appl. Ent.*, 123, 629-631p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kılıçer, N., Yiğit, A., Kazak, C., Er, M.K., Kurtuluş, A. ve Uygun, N.,** 2010, Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele, *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(1):15-60s.
- Koul, O. and Dhaliwal, G. S.,** 2002, *Microbial Biopesticides*, Taylor and Francis, London, 330p.
- Lacey, L. A., and Inman, A.,** 1995, Efficacy of granular formulations of *Bacillus thuringiensis* (H- 14) for the control of Anopheles larvae in rice fields, *J. AM. Mosq. Control Assoc*, 1(1), 38-42p.
- Lee, Y. W., and Zairi, J.,** 2006, Field evaluation of *Bacillus thuringiensis* H-14 against Aedes mosquitoes, *Tropical Biomedicine* 23(1): 37–44p.
- Masson, L., Moar, W. J., Frankenhuyzen, K. V., Bosse, M., and Brousseau, R.,** 1992, Insecticidal properties of a crystal protein gene product isolated from *Bacillus thuringiensis subsp. kenya*, *Applied and Environmental Microbiology*, 58 (2), 642-646p.
- Merdivenci, A.,** 1984, *Türkiye Sivrisinekleri*, Taş matbaası, İstanbul, 354s
- Misra H. S., Khairnar N. P., Mathur M., Vijayalakshmi N., Hire R. S., Dongre T. K. and Mahajan S. K.,** 2002, Cloning and characterization of an insecticidal crystal protein gene from *Bacillus thuringiensis* subspecies *kenya*, *J. Genet*, 81, 5–11p.
- Oter, K., Gunay, F., Tuzer, E., Linton, Y.M., Bellini, R. And Alten, B.,** 2013. First record of *Stegomyia albopicta* in Turkey determined by active ovitrap surveillance and DNA barcoding. *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 13 (10), 753-761p.
- Öktem, N. ve Göçmen, B.,** 2004, *Genel Parazitoloji Uygulama Kitabı*, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 186s.,
- Öncüer, C. ve Durmuşoğlu, E.,** 2008, *Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları*, Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, Aydın,

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Öter, K. ve Tüzer, E.**, 2014, İstanbul'da Sivrisinek Türlerinin (Diptera: Culicidae) Kompozisyonu, İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 40 (2), 249-259s.
- Parrish, D.W.**, 1959, The mosquitoes of Turkey, *Mosquito News*, 19:264-266p.
- Polat, E., Altinkum, S. M., Yılmaz, F., Turan-Uzuntaş, S. ve Bağdatlı, Y.**, 2016, İstanbul'un sivrisinek faunası ve *Culex pipiens* larvalarının *Bacillus* cinsi bakterilere karşı duyarlılığı, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 73(2): 149-156s.
- Ramsdale, C.D., Alten, B., Çağlar, S.S. and Özer, N.**, 2001, A Revised, Annotated Checklist of the Mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Turkey, *Journal of the European Mosquito Control Association*, 9:18-27.
- Ren, G., Liu, X., Xiong, H., Wang, J. and Zhao, G.**, 1995, Characters and insecticidal polypeptide of a new strain of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae* in China, *Wei Sheng Wu Xue Bao*, 35 (4):303-308p.
- Rozendaal, J. A.**, 1997, *Vector Control Methods for Use By Individuals and Communities*, WHO, Geneva, 412p.
- Seleena, P., Lee, H. L., Nazni, W. A., Rohani, A., and Kadri, M. S.**, 1996, Microdroplet Mosquitocidal *Bacillus thuringiensis* Using Ultra-Low-Wolume Generator For the Control of Mosquitoes, *Southeas Asian J. Trop Med. Public Health*, Vol: 27, No: 3 628-632p.
- Şimşek, F. M. ve Günay, F.**, 2017, Sivrisinekler (Diptera: Culicidae) vektörlükleri ve mücadelesi, 38s., *Vektör Artropadlar ve Mücadelesi*, Y. Özbel (Ed), Türkiye Parazitoloji Derneği, İzmir, 517s.
- Upadhyay, K. Y.**, 2003, *Advances In Microbial Control Of Insect Pests*, Springer Science and Business Media, New York, 323p.
- WHO**, 2015, *Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides*, 36p.
- WHO**, 2017, http://www.who.int/whopes/Mosquito_larvicides_28_July_2017.pdf, (Erişim Tarihi: 26 Mayıs 2018)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

WHO, <http://www.who.int/malaria/en/>, (Erişim Tarihi: 28 Mayıs 2018a)

WHO, <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/west-nile-virus>, (Erişim Tarihi: 26 Mayıs 2018b)

WHO,2016,http://www.who.int/whopes/Space_Spray_products_February_2016.pdf, (Erişim Tarihi: 26 Mayıs 2018)

Yıldırım, E., 2009, Kentsel Entomoloji, Yavuzlar Matbaası, Dışkapı, Ankara, 115s



ÖZGEÇMİŞ

Aylin Aydın, 1994 yılında İzmir’de dünyaya gelmiştir. İlkokul ve ortaokul eğitimini Alsancak Gazi İlköğretim Okulu’nda, lise eğitimini İzmir Namık Kemal Lisesi’nde tamamlamıştır. 2016 yılında Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü’nden mezun olmuştur, 2017 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim dalında yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

