

70772

T.C.  
EGE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANOPHELES LARVALARININ *Bacillus thuringiensis*'e  
KARŞI DUYARLILIKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Parazitoloji Programı  
DOKTORA TEZİ

Ferit KARACASU

Danışman Öğretim Üyesi  
Prof. Dr. M. Ali ÖZCEL

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İZMİR-1998

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım esnasında her türlü desteği sağlayan ve yol gösterici olan danışmanım, Anabilim Dalı Başkanı ve Tıp Fakültesi Dekanı Sayın Prof.Dr.M.Ali ÖZCEL'e teşekkür ederim. Yazım sırasındaki katkılarından dolayı sayın Prof. Dr. Seza BUDAK'a ve Doç. Dr. Mucide AK'a, Doç. Dr. Nazmiye ALTINTAŞ'a, Dr. Süleyman YAZAR'a, yetişmemde emeği geçen Anabilim Dalımızın tüm öğretim üyelerine ve desteklerini her zaman gördüğüm çalışma arkadaşlarıma ayrıca teşekkür etmekten mutluluk duyarım.



## İÇİNDEKİLER

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>GİRİŞ .....</b>                                                  | <b>1</b>  |
| <b>KAYNAK BİLGİLER.....</b>                                         | <b>3</b>  |
| Sivrisineklerin canlılar alemindeki yeri.....                       | 5         |
| Sivrisineklerin morfolojisi.....                                    | 6         |
| Sivrisinek Savaşı.....                                              | 18        |
| Mekanik Yöntemler.....                                              | 20        |
| Kimyasal Yöntemler.....                                             | 20        |
| Biyolojik Yöntemler.....                                            | 24        |
| Sivrisinek Savaşında Biyokontrol Ajanlar.....                       | 27        |
| 1.Predatörler.....                                                  | 27        |
| 2.Mikrobiyal İnsektisitler.....                                     | 29        |
| 3.Parazitler.....                                                   | 31        |
| 4.Genetik Kontrol.....                                              | 32        |
| 5.Biyolarvasitler.....                                              | 36        |
| <b>GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>                                         | <b>45</b> |
| İnsektaryum kurulması.....                                          | 45        |
| Larvaların habitatlardan toplanması.....                            | 45        |
| İnsektaryumda larvaların üretilmesi ve sürekliliğinin sağlanması... | 46        |
| Bacillus thuringiensis israelensis H-14 (AQUABAC XT).....           | 46        |
| <b>BULGULAR.....</b>                                                | <b>48</b> |
| <b>TARTIŞMA.....</b>                                                | <b>51</b> |
| <b>ÖZET.....</b>                                                    | <b>55</b> |
| <b>SUMMARY.....</b>                                                 | <b>56</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                               | <b>57</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                | <b>70</b> |

## GİRİŞ

Sivrisinekler dünyada ve yurdumuzda halk sağığı bakımından oldukça önemli arthropodlar olup başta Sıtma olmak üzere; Filariasis ve Arbovirüslerin vektörlüklerini yapmaktalar ve bu hastalıkların yayılmalarında önemli yer tutmaktadırlar. Yurdumuzun sosyo-ekonomik koşullarının iyi gelişmemiş olması, parazit hastalıkların yayılmasında olduğu gibi, sivrisineklerin üremelerinde ve yayılmalarında da etken olmaktadır.

Yaşantımızda bizlerle iç içe olan bu varlıkları çok yakından ve iyice tanımalıyız ki bunları kontrol etmede etkili savaşım içinde olabilmeliyiz. Düşmanımızı tanıyamadan savaşıma girmemiz, bizleri hem ekonomik açıdan, hem de sağılık açısından oldukça zorda bırakmaktadır.

İnsanlar, yüzyıllar boyu yaşam kavgaları içinde beslenmeleri, ısınmaları, barınmaları ve düşmanlarından korunmaları yanında salgın hastalıklarla da savaşmak zorunda kalmışlardır. Yüzyılımızda bilim ve teknolojinin insanlara iyi ve rahat bir yaşam sunması yanında, büyük salgınlar yapan hastalıkların da kontrol altına alınması gereğini getirmiştir. Bu açıdan sivrisineklerin çok bulunduğu ülkelerin ekonomisinde, sadece sıtmalı insan nedeniyle iş gücü kaybı oldukça önemlidir.

Yurdumuzda sıtma vektörü olan *Anopheles* (An) oldukça yaygındır. Sivrisineklerle yapılacak çalışmalarda, denemelerin öncelikle laboratuvarda üretilmiş koloniler üzerinde yapılması daha sonra sahada uygulanması gerekmektedir. Bu nedenle *Anopheles* türü sivrisineklerin laboratuvar kolonilerinin bulundurulması çalışmalarımızı gerçekleştirebilmek için son derece gerekli olmuştur. Sivrisineklerin laboratuvar koşullarında üremelerini sağılıyarak koloni oluşturmalarına olanak verecek bir sivrisinek insektaryumu kurulması gerçekleştirilmiştir.

Vektör savaşımında bu güne kadar kullanılan kimyasal insektisidlerin sağlık ve çevresel yönden pek çok sorunları da beraberinde getirdiği bilinmektedir. Başka bir husus da vektörlerin zamanla insektisidlere karşı direnç kazanmalarıdır. Bu bakımdan değişik insektisitlerle uygulamaya gidilmesi ile zaten değişmiş olan çevresel özellikler yeni insektisidlerle beraber sağlık açısından önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Kimyasal insektisitlerin uygulanmasında karşılaşılan direnç gelişmesi, çevre kirlenmesi gibi sorunların üstesinden gelinebilmesi için biyolojik savaş yöntemleri geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur.

Bu çalışmada sıtma ve diğer parazit hastalıkların taşıyıcısı olan sivrisineklerle biyolojik savaşım da bakteriyel ajanların vektör larvalarına karşı etkisi ortaya konulmaya çalışılmış ve buradan yola çıkarak *Anopheles* larvalarının bir bakteri türü olan *Bacillus thuringiensis var. israelensis H-14* (B.t.i.H-14)'e olan duyarlılığı araştırılmıştır. Laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen bu çalışmaların değişen çevre koşullarına göre sahada da uygulanmasıyla daha yararlı ve uygulamaya yönelik sonuçların elde edilebileceğine inanmaktayız.

## KAYNAK BİLGİLER

Sivrisinekler vektörlükleri nedeniyle Sıtma, Filariasis, Arbovirus gibi hastalıkların yayılmasında sağlık önemi oldukça büyük olan kan emici dipterlerdir. Tarihlerine inildiğinde kökeni ve evrimsellikleri hakkında paleontolojik bilgiler yeterli olmamakla beraber, erişkin ve larva evrelerinin taşıl izlerine göre çok eski dönemlerden oldukları görülmektedir. İlk çağın 350 milyonuncu yıllarından sonra "Carbonifer" dönemde diğer kanatlı arthropodlarla birlikte evrimsel oluşumda yer almaya başladıkları ve EOSEN jeolojik dönemde fosillerinin kuzey Amerika'da bulunduğu bildirilmektedir (63).

Büyük bataklıkları ve sıtmasıyla ünlü İtalya'da aralıklı gelen ateşle bataklıklar arasında ilişkiler üzerinde durulmuş (M.Ö.234-149) Marcus Porcives Cato, (M.Ö 116-27) yıllarında Marcus Terentius Varo ve Lucius Junius Moderatus Columella adlı kişiler ateşli hastalıklarla bataklıkların ilişkili olduklarını yazmışlardır. Hatta Varo karısı için yazdığı kitapta; gözle görülemeyen küçük hayvanların yaşadığını ve bunların insanlara burun ve ağız yoluyla bulaştığını vurgulayarak bataklıklardan sakınılmasını belirtmiştir(10).

Eski Yunan ve Roma'da ateşli hastalıkların bataklıklardan yükselen kötü hava ile oluştuğu düşüncesiyle bataklıkların kurutulması sıtma savaşında çalışmaların başlangıcını oluşturmaktadır. Roma'da 1743 yılında basılan F.Jacquier 'in kitabında kötü havayla hastalığın bulaştığı bildirilmiş ve orta çağda sivrisineklerle hastalıklar arasında ilişki kurulmuştur (10).

İtalya'da 1862 yılında Bigmani ve Guiseppe Bastinelli adlı araştırmacıların larvadan geliştirdikleri *Anophelleri*, sıtmalılı bir hastadan kan emdirildikten sonra, İngiltere'ye gönderip sağlam insanlardan kan emmeleri sağlanmış ve deneysel olarak sivrisineklerin kan emerek hastalığı bulaştırdığı belirtilmiştir (10).

Önceleri sulardan, bataklıklardan yükselen pis havadan bulaştığı sanılan sıtmanın *Anopheles* türü sivrisineklerle bulaştığı tesbit edilmiş ve ondan sonra araştırmalar sivrisinekler üzerinde yoğunluk kazanarak günümüze kadar gelmiştir (10).

Yeryüzünde bir çok uygarlıkları yok eden, dünyayı yüzyıllardır tehdidi altında bulunduran Sıtma, Anadolu'da da uzun yıllar etkisini göstermiş, bir çok şehirlerin, köylerin yok olmasına neden olmuş; Anadolu uygarlıklarından bir çoğu zarar görmüş; küçük Menderes nehrinin getirdiği alüvyonlar ve sıtma nedeniyle 1426 yılında tarihi Efes kenti Ayasuluğ adıyla yer değiştirerek yok olmuştur (2).

Sivrisinekler dünyanın tropikal, subtropikal ve ılıman iklim bölgelerinde çok geniş yayılış alanı göstermektedirler. Dünyada bugün 3.000 Sivrisinek türünün bulunduğu, yurdumuzda da 60 kadar sivrisinek türünün varlığı bildirilmektedir (63).

### SİVRİSİNEKLERİN CANLILAR ALEMİNDEKİ YERİ

|                         |   |                                        |
|-------------------------|---|----------------------------------------|
| REGNUM (Alem)           | : | ANIMALIA                               |
| SubREGNUM (Altalem)     | : | METAZOA                                |
| PHYLUM (Dal)            | : | ARTHROPODA (Siebold et Stannius, 1845) |
| CLASSIS (Bölüm)         | : | INSECTA (Linnaeus, 1758)               |
| ORDO (Takım)            | : | DIPTERA (Linnaeus, 1758)               |
| SubORDO (Alttakım)      | : | NEMATOCERA (Latreille, 1825)           |
| Süper FAMILIA (Üstaile) | : | EUNEMATOCERA (Neveu Lemaire, 1938)     |
| FAMILIA (Aile)          | : | CULICIDAE (Stephens, 1829)             |
| SubFAMILIA (Altaile)    | : | ANOPHELINEAE (Lutz, 1904)              |



## SİVRİSİNEKLERİN MORFOLOJİSİ

Sivrisinekler 3-10 mm boyunda, vücutları pullarla örtülü ince yapılı, başı küçük, gözleri iri, antenleri ve hortumu ince uzun, göğsü yuvarlağımsı ve yanlardan basık, kanatlar dar ve türlere göre benekli, bacaklar ince ve çok uzun, karnı yuvarlağımsı ve uzun olan çift kanatlılardır(63)

**Tablo 1.** Sivrisineklerin Gelişme Evrelerinde Yaşam Süreleri(69).

| Suyun Isısı | Yumurta evresi | Larva Evresi | Pupa Evresi | Toplam gelişme zamanı |
|-------------|----------------|--------------|-------------|-----------------------|
| 15 °C       | 7 gün          | 26 gün       | 4.5 gün     | 38 gün                |
| 20 °C       | 3.5 gün        | 18 gün       | 2.5 gün     | 24 gün                |
| 25 °C       | 2.5 gün        | 14 gün       | 1.5 gün     | 18 gün                |
| 30 °C       | 2 gün          | 11 gün       | 1.5 gün     | 14 gün                |
| 35 °C       | 2 gün          | 7-8 gün      | 1.5 gün     | 12 gün                |

### ERİŞKİN:

Sivrisinekler konusunda elde edebildiğimiz kaynak bilgilere göre, sivrisineklerin vücutları 3 ana bölümden oluşmaktadır. Baş (Capitulum), Gövde (Thorax), Karın (Abdomen).

**Baş(Capitulum) :**Baş küçük ve yuvarlağımsı olup, ön tarafında 2 tane birleşik yapıda (fasetli) göz bulunmaktadır. İki gözün arasında bulunan dar kısım alın (front), alın bölgesinin arka tarafı olan başın en yüksek bölgesi verteks, bunun arkasına doğru olan kısma da oksiput olarak bilinmektedir . Verteks bölgesinde gözlere doğru inen kıl demeti *Anopheles* türlerinin ayırımında önem taşımaktadır. Başın ön alt kesimi yüz(klipes) olup, yüzün alt kesiminde ağız vazifesi gören kesici, emici delici kısımlardan ibaret 5 parçadan oluşan bir hortum bulunmaktadır.

- 1-Altdudak (labium)
- 2-Maxilla
- 3-Yutak (hypopharinx)
- 4-Mandibula
- 5-Üstdudak (labrum )

Dişi sivrisineklerde hortum daha iyi gelişmiş olup, konaklardan rahatlıkla kan emmeyi sağlarken, erkek sivrisineklerde hortum dişilerdeki kadar iyi gelişmemiştir. Bu nedenle erkek sivrisinekler kan emmemekte bitki özleriyle beslenmektedirler(34,63,113).

Hortumun iki yanından çıkan palpler 5 parçalı ve üzerleri pullarla örtülü dokunma organı olup, uzun ve kısa oluşları cins ayrımında önem taşımaktadır. Hortum kökünün üstünde yüzün iki yanında birer tane olmak üzere 15 segmentten oluşan bir çift duyarga (anten) bulunmaktadır. Segmentlerin birleşim yerlerinde dal biçiminde kıllar çıkmaktadır. Dişilerin anten kılları seyrek ve kısa, erkeklerin anten kılları fırça görünümünde çok sık ve uzun olup, anten kılları değişik duyuların alınmasında önem taşımaktadır.

**Gövde (Thorax) :** Birbiriyle kaynaşmış 3 bölümden oluşmaktadır.

- 1-Öngövde (Protothorax)
- 2-Ortagövde (Mesothorax)
- 3-Arkagövde (Metathorax)

Thorax yumuşak ve elastiki bir dokudan yapılmış olan boyunla başa bağlanmıştır. Thorax'ın dorsal yüzüne Tergit veya Notum, ventral yüzüne Sternit veya Sternum ", lateral yüzlerine de Pleurit veya pleura adı verilmiştir. Mesothorax'ın yan yüzlerinden çıkan iki çift kanattan, birinci çift tam gelişmiştir. İkinci çift gelişmemiş olup Halter adını almış ve sivrisineğin denge organı oldukları saptanmıştır. Kanatlar dar, uzun ve zar yapısında, diplerinden aynı kökten damarlar çıkmakta ve kanadın her tarafını sararak gergin durmasını sağlamaktadır. Kanatlar üzerindeki lekelerin cins ve tür ayrımında önemli rol oynadıkları bildirilmiştir (10,34,111).

Thorax'dan ayrıca 3 çift bacak çıkmaktadır. Bacaklar ince ve uzun olup, coxa, trochanter, femur, tibia ve tars adı verilen parçalardan oluşmaktadır. 5 parçalı olan tarsın ucunda bulunan iki tırnak arasında, yastık şeklinde genişlemiş pulvilli adı verilen yumuşak doku ve bunların arasından çıkan üzeri kıllarla kaplı Empodium denilen iki oluşum bulunmaktadır. Bu oluşumların salgısı ile sivrisinekler her yüzeyde kolaylıkla yürüyebilmektedirler. Gövde üzerinde, sırtın hemen hemen tümünü saran kalkan (skutum) adı verilen bir oluşum görülmektedir. Skutumun arka ucunda geriye doğru uzanan kalkancık (scutellum) denen ufak bir parça bulunmaktadır. Scutellumun arka ucunun *Anopheles* türlerinde yuvarlak yay biçiminde, *Culex* türlerinde ise 3 adet çıkıntı şeklinde olduğu görülmektedir.

**Karın (Abdomen) :** Karın ince uzun ve yuvarlağımsı olup 10 segmentten meydana gelmektedir. Son 3 segment birleşip şekil değiştirerek genital organları oluşturmaktadır. Bu iki tip segmentler, yanlardan yumuşak zar örtüyle bağlanmış olup, bu örtüye pleurit adı verilmektedir. 2. halkadan 7. halkaya kadar, yan zarlarda birer tane solunum deliği (stigmat) bulunmaktadır. Solunum delikleri thorax da da 4 adet bulunduğundan bir sivrisinek vücudunda toplam 16 adet stigmat yer almaktadır. Dişi sivrisineklerin dış döl organına sersi(cerci) adı verilmiş olup karının arka ucunda küçük ve yassı iki yan çıkıntı şeklinde olduğu bildirilmiştir. Erkek sivrisineklerdeki genital organa Hipopigium (hypopygium) adı verilmekte ve arka uçta büyük iki yan çıkıntı görülmektedir. Sivrisineklerin tür ayrımında erkek genital organının yapısal özelliklerinin önemli rol oynadığı belirtilmiştir (10,33,63,113).

#### **YUMURTA:**

Sivrisinek yumurtaları daha çok durgun veya az akıntılı sularda bulunmaktadır. Yumurtaların boyları 0.6 mm- 1 mm kadar olup, çeperi 3 kat içermektedir. *Anopheles* yumurtaları kayık biçiminde; iki ucu yukarıya doğru biraz kıvrık olup, yan taraflarında zarımsı yüzgeçler bulunmaktadır. Suyun yüzeyinde tek tek duran yumurtalar genel olarak gri renkli olup, üzerlerinde bazen koyu renkli şeritler ve lekeler görülmektedir. *Anopheles* yumurtalarında kapak bulunmamaktadır. Larvanın yumurtadan çıkacağı zaman başındaki kitin

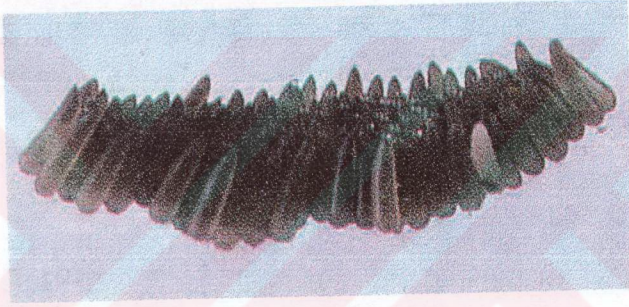
çıkıntısıyla yumurtayı delerek dışarı çıktığı gözlenmiştir(Resim2). *Culex* ve *Aedes* yumurtaları ise yüzgeçsiz olup, yanlardan birbirlerine yapışık olarak toplu halde görülmektedir(Resim1) (10,33,63).

Sivrisineklerin konak çeşitleri yumurta veriminde etkili olmaktadır. İnsan, kobay, koyun, tavşan ve civcivden kan emdirilerek beslenmeleri sonucunda yumurta veriminde farklılıklar bulunduğu saptanmıştır; 2341 sivrisinek üzerinde yapılan çalışmada % 83.33'ünde yumurtaların açıldığı ve bunların % 13.33'ünde ikinci kez yumurtladığı gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmada tavşan kanının en verimli yumurta sağladığı; Ömür uzunluğu bakımından da tavşan ve kobaydan kan emenlerin civciv, insan ve koyundan kan emenlere oranla daha uzun ömürlü oldukları bildirilmiştir (26).

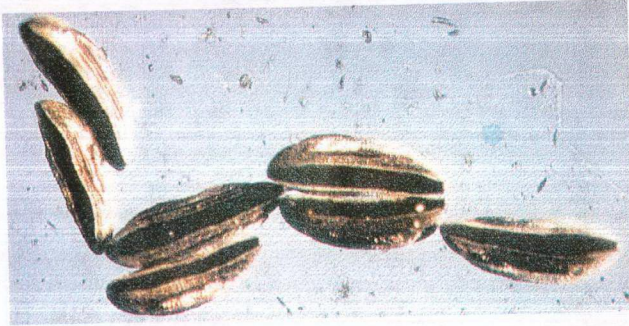
Sivrisineklerin yaşamlarının bütün evrelerinde gün uzunluğunun gelişmelerine etkisi olduğu vurgulanmıştır. Bunun için *An.sacharovi*'lerle doğada ve laboratuvar koşullarında yapılan çalışmalarda uzun gün koşullarının, dişilerin deriyi sokma oranını artırdığını, ergin ve ergin öncesi evreleri kısalttığını, gonotropik siklusu kısalttığı gösterilmiş ve gün uzunluğunun popülasyonda daha hızlı bir artış sağlayabileceği bildirilmiştir. Erginlerin yumurtlamasının doğada gün uzunluğu 10 saatin altına ve sıcaklık 18°C nin altına düştüğünde durduğu, insektaryumda ise gün uzunluğu 8 saat olduğu halde yumurtlamanın devam ettiği bildirilmiştir. Bunun da insektaryumdaki sıcaklığın ( $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) olmasına ve gün uzunluğu kadar sıcaklığın da kışlama esnasında yumurtlamanın durmasında etken olmasına bağlı olduğu gösterilmiştir(51).

Sivrisineklerin beslenme ve fizyolojik yaşları ile ilgili çukurovada yapılan bir çalışmada; sayımı yapılan sinekler beslenme durumlarına göre kan emmiş(KE), kan emmemiş (KY), yumurta geliştirmiş (G) ve yağlanmış (Y) olmak üzere gruplandırılmış ve toplanan sivrisinek popülasyonunda Nisan-Ağustos arasında erişkin bireyler (% 60.2 + 11.8), Ekim-Şubat ayları arasında yağlanmış bireyler (% 24.8 + 11.2) ve aç bireyler (% 47.6+ 20.8) oranda

görülmüşlerdir. Nisan-Haziran ayları arasında bir kez yumurtlayan (P1), Temmuz-Eylül ayları arasında iki kez yumurtlayan (P2) bireylerin ve Aralık-Mart ayları arasında ise hiç yumurta bırakmamış fakat döllenmiş bireylerin (N) popülasyona hakim olduğu bulunmuştur. Kasım-Ocak ayları kan emme devam ettiği halde, yağlanmış bireylerin de bol olduğu, erişkin bireylerin hiç görülmediği ve yumurtlamanın tamamen durduğu gonotrofik dissosiasyon (yarı kışlama evresi) saptanmıştır. *An.sacharovi* 'nin gonoaktif döneminin Nisan-Ekim ayları arasında olduğu ve bu aylarda doğal koşullarda en fazla iki defa yumurta yapan bir dişinin ömrünün ortalama 20 gün olabileceği bildirilmiştir (53).



**Resim 1.** *Culex* Cinsi Sivrisinek Yumurtaları(70).



**Resim 2.** *Anopheles* Cinsi Sivrisinek Yumurtaları(70).



## LARVA:

Sivrisinekler yaşamları boyunca yumurta, larva, pupa ve erişkin olmak üzere 4 evre geçirmektedir. Ayrıca larva evreleri de L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> olarak 4 evreden oluşmaktadır. Sivrisinekler yumurtalarını genellikle tatlı ve temiz sulara bırakmaktadır. Bazı türlerin az tuzlu ve kirli sulara da bıraktıkları bildirilmektedir. *Aedes* türüne dahil sivrisineklerin yumurtaları tek tek ve suyun dibine çökmüş olarak görülmektedir. *Culex* türü sivrisineklerin yumurtaları pek çoğu bir arada su yüzeyine dikey duracak şekilde, yanlardan birbirlerine yapışık gruplar oluşturarak su üstünde yüzmektedir. *Anopheles* türü sivrisineklerin yumurtaları da tek tek fakat su yüzeyine paralel olarak durmakta ve kayık gibi yüzmektedir. Bir dişi *Anopheles* bir defada 150-300 , bir dişi *Aedes* 250-300, bir dişi *Culex* de 200- 400 yumurta bırakabilmektedir(68).

*Anopheles* larvalarına daha çok temiz memba sularında, derelerde, çeltik tarlalarında ve temiz su birikintilerinde rastlanmaktadır. *Culex* larvalarına da her çeşit sulara, sabunlu, gübreli, bulaşık sularında rastlamak mümkün olmaktadır. *Aedes* larvalarına ise genellikle durgun sulara veya durgun deniz sularında (*Aedes ochlerotatus detritus*) daha çok çayırların, ormanların temiz sularında ve gölgeli hendek sularında rastlanmaktadır. *An.maculipennis*, *An.albimanus* gibi bazı *Anophel* türü larvalarının litresinde 20 gr. tuz bulunan; *An.costalis* larvaları ise %75 tuzlu sulara yaşadıkları bildirilmektedir(68).

Sivrisinek yumurtalarından çıkan oldukça küçük kurtçuklara larva adı verilmektedir. Bu larvalar yumurtadan çıktıklarında 1 mm boyunda ve 1. Larva evresi (L<sub>1</sub>) adıyla tanınmakta.3 gün içinde beslenip, büyümekte ve gömlek değiştirerek 2.larva (L<sub>2</sub>) evresi halini almaktadır. 2-3 gün sonunda bir gömlek değiştirerek 3.larva (L<sub>3</sub>) evresi ve 2-3 gün sonra bir daha değiştirerek 4.Larva (L<sub>4</sub>) evresi şeklinde adlandırılmaktadır. Artık L<sub>4</sub> evresinde bütün organları teşekkül etmiş olarak pupa evresine doğru geçiş olmaktadır 3. larva evresinde palpler üzerinde çıkan kıllar, larvaların kaçınıcı evrede olduğunun tayinininde önemli rol oynamaktadır. 4.Larva evresinde de bu kıllar görülmektedir. Böylece larvalar gelişmelerinde 3 gömlek değiştirerek 4 evre geçirmekte,

ancak ortamda ısısı düştükçe her evre larvaların oluşum süreleri de uzamaktadır(10,33,34,62).

Larvalar 4.ncü evrelerinde ortalama 5-8 mm boyuna ulaşmaktadır. Bazı türlerde (*Culex*, *Aedes*) larvaların boyu 12-15 mm yi bulmaktadır. Larvaların vücutları ince ve saydam bir kitinsel (kütikül) örtü ile örtülü olup, kütikülde yer yer koyu renklenmeler görülmektedir. Kütikula sırt yüzünde (dorsal) güneş ışınlarını tutmak için koyu renkte, karın yüzde (ventral) ise açık renkte olup, 4 .evre *Anopheles* larvalarının, bulunduğu ortama göre kütikula rengi değişmekte, sarımsı-yeşil, kahverengi-yeşil ve koyu kahverengi olmaktadır. *Culex* ve *Aedes* larvaları açık veya koyu parlak renkte, *Anopheles* larvaları mat renkte görünmektedir. *Culex* ve *Aedes* larvaları su yüzeyine 45°'lik açı yapacak şekilde, *Anopheles* larvaları ise su yüzüne paralel olarak durmaktadır(10,34,63).

Larvalarda vücut, baş(capitulum), gövde (Thorax ), karın (abdomen) olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır.

**Baş (Capitulum ):** Sivrisinek larvalarının başı toparlağımsı görünümde olup, karın yüzü basık, sırt yüzü kabarık, boyu enine eşit, boyunda siyahımsı koyu renkte çember gibi bir ense kalkanı içermektedir. Başın iki yanında bulunan gözler iki çifttir; erişkinlerdeki gibi petek gözler şeklinde değil, ancak 4.evre larvalara kadar tali gözler, 4.evreden itibaren de esas gözler oluşmaktadır. Başta yan kısmının ön ucunda bir çift anten(duyarga) bulunmaktadır. Başta karşılıklı duran irili ufaklı kıllar, sivrisinek larvalarının tür ayrımında önemli rol oynamaktadır. Başın ön ucunda enine bir yarık şeklinde ağız deliği görülmektedir. Ağız organlarının yapısal özellikleri larvanın yaşam ve beslenme şekliyle ilgili olup, Bu da larvaların bitkisel besinle, hayvansal besinle ve herşey yiyenler şeklinde gruplanmasını sağlamaktadır.Sivrisinek larvalarının suda bulunan mikroorganizmaları ve organik partikülleri filtre etmek suretiyle beslendikleri bilinmektedir(16, 17, 26,72,).

Bu nedenle, sivrisinek besinleri partikül büyüklüğünün besinin alınmasını etkilediği belirtilmiş, böylece bazı maddelerin farklı oranlarda alındığı ve bu durumun beslenmeyi etkilediği bildirilmiş, katı partiküllerin bulunmadığı durumlarda ise larva beslenme düzeninin bozulduğu ve gelişmenin yavaşladığı belirtilerek, beslenmenin bozulması daha küçük yapılı dişilerin oluşmasını ve bu dişilerin kan emmede daha az başarılı oldukları ve az sayıda yumurta yaptıkları ve özellikle laboratuvarlarda popülasyonun gelişimini önledikleri bildirilmektedir(21,54,64,67,110).

Larvaya verilen besinin kalite ve miktarının larvanın gelişimini, erginin verimini ve ömür uzunluğunu artırdığı ve hatta erginin konak arama davranışını etkilediği saptanmıştır (43, 54, 59) .Ayrıca *Ae. Taeniorhynchus*' ta otogenik (kan emmeden) yumurta gelişimini sağladığı saptanmıştır(58).

Larva başına günde 0.1-1 mg olarak verilen besinden fazlasının *Ae.aegypti* 'de büyümeyi sınırladığı (65), % 0.5-1 mg glikoz ve % 1.5 Oranında amino asitin de optimal gelişmeyi sağladığı ve daha fazla verilmesi halinde ölüme neden olduğu belirlenmiştir (86).

*Cx. quinquefasciatus* larvalarına verilen süt tozunun günlük dozunun artırılması halinde mortalite(larva+pupa ölümleri)'nin azaldığı böylece gelişme ve cinsiyet oranı (erkek/total) nın arttığı, sabit miktarda verilmesi durumunda ise larva gelişiminin azaldığı bulunmuştur(88).

*Wyeomyia smithii* ile yapılan çalışmalarda ; Lang(1978 ) larva diyetindeki protein içeriğinin ergin verimini artırdığı, Lillie ve Nakasone(1982) ise tetramin ve tetramin ile karışık köpek yiyeceğinin larvaların hızlı gelişimini, erginlerin daha uzun yaşamalarını ve daha fazla yumurta yapmalarını sağladığını belirtmişlerdir(59).

Bira mayasının *Culex* ve *Aedes* cinsi sivrisinek larvalarının gelişimi için temel bir besin kaynağı olduğu (93) ve *Ae.sticticus*'ta larva başına günde 110 mg verilmesi durumunda optimal gelişmenin sağlandığı bulunmuştur(94).



Bununla birlikte karaciğer tozu ve bira mayası ile beslenen *Ae.aegypti*, *Cx.niqripalpus* ve *Cx.quinquefasciatus* larvalarının erken evrelerde karaciğer tozu ile hızla geliştikleri ancak pupaya geçtikten sonra protein birikimi yönünden türler ve besinler arasında pek fark olmadığı sadece *Ae.aegypti*'nin bir gün önce pupaya geçtiği rapor edilmiştir(97 ).

Yapılan bütün bu çalışmalardan larva evresinde verilen besinin ileride erginin fekundite ve natalitesini (döllenme ve doğum oranı) etkilediği görülmüştür. Sivrisineklerde pupalaşma ve erginleşme oranı dikkate alındığında en iyi besin kaynağının et-kemik unu, balık yemi, kan tozu ve balık unu olduğu, en az verimin ise süt tozu ve bira mayası olduğu; ayrıca ergin öncesi evre uzunluğunun balık yemi ve balık ununda en kısa, kan tozunda ise en uzun olduğu belirtilmiştir (52).

Larvalar 4 çeşit beslenme biçimi göstermektedirler.

a-suyun yüzeyel zarı ile beslenenler (*Anofel* larvaları),

b-Suda bulunan planktonlarla beslenenler(*Culex* ve *Aedes* larvaları),

c-Suya düşen çeşitli kalıntıların suda batmış ve yosunlaşmış olan kesimlerini (bitkisel ve hayvansal kökenli olanlar) yalayarak ve kazıyarak beslenenler(*Aedes*, *Culiseta* larvaları)

d-Yosunların uzantılarını emerek beslenenler (*Culex sinensis* larvaları).

Larvaların beslenme biçimlerine göre ağız oluşumlarında bir takım değişimler görülmektedir. Ancak genel olarak ağız oluşumları aşağıda belirtilen kısımlardan meydana gelmektedir(63).

#### **Üst dudak:**

Ortası büyükçe, iki yanı küçük yapıda ve her iki yanında da demet oluşturmuş kıllar bulunur ki kılların hareketiyle besinler ağız boşluğuna alınmaktadır.

#### **Üst çene(mandibula ):**

Sağlam bir kitinsel yapıdan oluşan içi koyu renkte diş, diken ve kıllarla kaplı görülmektedir.

**Damak(epipharynx):**

Üst dudağın iç yüzeyinin uzantısı olup, karşılıklı ve geriye dönük duran ince ve kalın kıllar ile ve dikenlerle donanmıştır.

**Alt dudak:**

Başın alt örtüsünün geniş bir uzantısı olup, ön kısmı ince dişlerle kaplanmıştır.

**Alt çene(maxilla):**

Sağlam bir kitinsel yapı olup, diş, diken ve uzun kıllarla kaplı görülmektedir.

**Yutak(hypopharynx):**

Ağız deliğinin hemen altında yer almış olup, tükürük bezlerinin delikleriyle alt dudağın dip kısmından ayrılmakta ve kitinsel oluşumlarla desteklenmiştir.

**Duyargalar (antenler):**

Başın ön ucunda üst yanlarda yer almaktadır. Kısa ve çok az devinimli bir çift duyarga bulunmakta ve uzunlukları türlere göre değişmektedir. Antenler bu epikranial levhaların ön tarafındaki çukurlara yapışık görülmektedir. Tek veya çok olabilen anten kılları yapıştığı yere göre taksonomide önem taşımaktadır(63).

**Göğüs( Thorax):**

Larvalarda da erişkinlerdeki gibi thorax: Protothorax, mezothorax, metathorax'dan ibaret olup, ancak bu üç kısım da birbiriyle kaynaşmış görülmektedir. Her thorax parçası üzerinde iç ve dış küme kılları bulunmakta, ancak *Anopheles* larvalarında tek olarak görülmektedir(63).

**Karın (abdomen):**

İnce ve uzun olan karın 8 segmentten oluşmaktadır. *Anopheles* larvalarının karın segmentlerinde muz şeklinde görünen kitinden yapılmış dorsal bir plak bulunmaktadır. *Anopheles* larvalarının karın segmentlerinin her birinde 13-14 kıl olup, bunlardan 5 kıl dorsalde, 6 kıldan 9 kıla kadar olan 4 kıl lateral yüzde, 10 dan 13 e kadar olan 4 kıl da ventralde görülmektedir. Yalnız *Anopheles*

larvalarında bulunan palme kılları (yüzme kılları) 1.karın segmentinden 7. karın segmentine kadar, segmentlerin dorsal yüzünde, kısa ve kalınca bir sap üzerine dizilmiş, 19-20 yapraktan ibaret olmaktadır. Larvaları su üstünde tutmaya yarayan palme kılları su içindeyken kapalı, larva su yüzeyine çıktığı zaman yelpaze şeklinde açılmaktadır. Palmiye ağacı yaprağına benzeyen palme kılları taksonomide önem taşımaktadır *Anopheles* larvalarının dikdörtgen şeklindeki 8. Karın segmentinin üst kısmında stigmal plak denen kitinden bir oluşum bulunmaktadır. Bu stigmal plağın ön (ön kapak), arka (arka kapak) ve yan (yan kapak) kısımlarında kitinden 4 adet daha plak yer almaktadır. Yan kapakların arasında bulunan, stigmat adı verilen 2 adet delik solunum sisteminin dışa açılan kısmı olup, stigmal plağın altında basit, kitinden bir kaide üzerinde sıralanmış bulunan kitinsel çıkıntıların meydana getirdiği teşekküle pecten adı verilmektedir. Larva suya daldığı zaman ilk önce yan kapakları stigmatlar üzerine kapanmakta, daha sonra ön ve arka kapakları üst üste kapatmak suretiyle stigmattan içeriye su girmesi önlenmektedir. 4.evre larva gömleğini atarak sivrisineğin suda geçen son evresi olan pupa haline dönüşmektedir(10,33,34,62, 63).

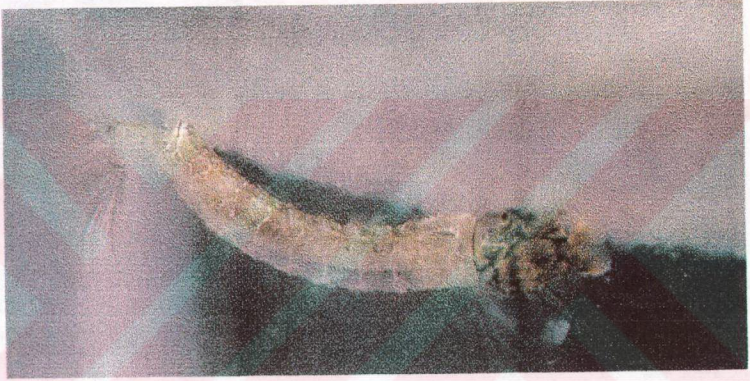
#### Larvalar arasındaki belli başlı farklılıklar:

- 1-*Culex* ve *Aedes* larvalarında olmayan *Anophel* larvalarında yüzmeye yarayan palme kılları bulunmaktadır.
- 2-*Culex* ve *Aedes* larvalarında bulunan 8.segment sonundaki hava sifonu, *Anopheles* larvalarında bulunmamaktadır. Ancak *Aedes* larvalarında hava sifonu *Culex* larvalarına göre biraz daha kısa ve küt görülmektedir
- 3-*Anophel* larvalarının 8.segmentinde bulunan kıllar dikdörtgen şeklinde olup, üzerinde *Culex* larvalarındaki gibi tüyler bulunmamaktadır.
- 4-*Culex* larvalarında, başın önden arkaya olan çapı, yan çapından daha kısa, böylece baş yanlamasına genişlemiş görülürken, *Anophel* larvalarında ise baş önden arkaya doğru uzamış görülmektedir.
- 5-*Anophel* larvalarında başın klipeus bölgesinde ikisi içte ,ikisi dışta olmak üzere 4 kıl bulunmaktadır. Klipeus kılları denilen bu kıllar *Anophel* türlerini ayırma bakımında çok önem taşırken, *Culex* ve *Aedes* larvalarında bu kıllar görülmemektedir.

6-*Anopheles* larvalarında, her karın segmentinin dorsal yüzünde muz şeklinde kitin bir plak bulunmakta ve buna dorsal plak adı verilmektedir. *Culex* ve *Aedes* larvalarında ise bu plak görülmemektedir.

7-*Culex* larvalarında hava sifonu kılları 3-12 demet olup, bunlar sifon üzerinde taraktan sonraki kısma yapışmış ve her demette 2-4 kıl bulunurken kıllar üzerinde tali şubeler görülmemektedir.

8-*Aedes* larvalarında hava sifonu kılı tek bir demet şeklinde olup, sifona taraktan sonra yapışmaktadır. Bazen kıllar üzerinde tali şubeler bulunmaktadır(34).



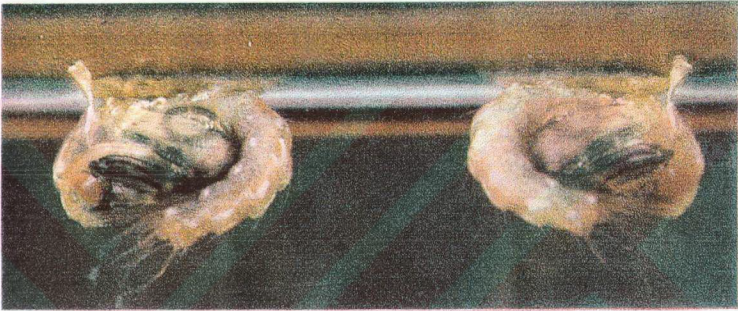
**Resim 3.** *Anopheles* cinsi sivrisinek larvası (70).

#### **PUPA:**

(L<sub>4</sub>) 4. evre larvanın gömlek değiştirerek dönüştüğü şekle PUPA denilmektedir. Pupa sivrisineğin suda geçen son evresi olup, yapısal olarak larva ve erişkine benzememektedir. Vücudu virgül şeklinde görülmekte, sefalothorax ve abdomen'den meydana gelmektedir. Üzeri ince saydam bir kütikula ile kaplı olup, iç organları görünmektedir. Sefalothorax yuvarlaktır, dorsalinde larvadaki stigmat ve sifona benzeyen ve tromp adı verilen iki hava borusu taşımaktadır. *Anopheles* pupalarında tromplar kısa olup ağız tarafı geniş ve sefalothoraxın ortasına tutunmaktadır. Bundan dolayı *Anopheles* pupaları



suda yüzeye dik durmaktadır. 10 segmentten oluşan karın kısmında, ilk 7 segment aynı yapıda olup, 8.halka ile 9. halka birleşmiş gibidir, bu nedenle 10 halka 9 halka gibi görünmektedir. 8. halkanın iki yanında kürek denilen zar şeklinde bir oluşum saptanmıştır ki bu oluşumları *Anopheles* türlerinin taksonomisinde önemli rol oynamaktadır. Pupa, besin almamakta sadece tromplarla suyun yüzeyine asılı durarak havanın oksijenini alarak solunum yapmaktadır(Resim4) (10,33 ,63).



**Resim 4.** Sivrisinek Pupası(70).

## SİVRİSİNEK SAVAŞI

Dişi *Anopheles* sivrisineğin gelişim evrelerini tamamlayabilmeleri için, beslenme anında sıtmalı insan kanından aldığı Plasmodium'ların enfeksiyona yol açacak seviyelerde seksüel evrimini tamamlayabilmesi için fiziki şartlar, ısı, nem gibi hem sivrisineğin kendisinin ve hem de bünyesinde geliştirdiği parazitin canlılığına uygun çevre koşullarına gereksinme olduğu; *SİTMALI İNSAN-VEKTÖR VE UYGUN ÇEVRE-PARAZİT VE UYGUN ÇEVRE- SAĞLAM İNSAN* zincir halkası oluştuğu: W.H.O' nun 1956 yılından beri benimsediği "*Hasta insanı tedavi ederek, hasta insanın vektörle temasını keserek, vektör veya paraziti ters yönde etkileyen negatif bir çevre oluşturarak*

*sağlam insana parazit taşımasını engellemek” görüşü hedef olarak benimsenmektedir (46).*

Sivrisinek savaşımında larvasitlerin ve insektisitlerin uygulandığı ve 3-4 yıl sürebilen hücum döneminin bulunduğu, yeni bulunan insektisitlerin ve larvasitlerin vektör *Anophe* üzerinde çok iyi hassas etkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır (46).

Sivrisinek savaşında amaç, öncelikle sineğin hangi dönemde nerede, ne şekilde bulunduğunu ve davranışlarını bilmek ve bu şekilde belirlenen hedefe en etkili kontrol yöntemini kullanmaktır.

Sivrisineklerin bol olduğu ülkelerin ekonomisi, sadece ürün kaybı yönünden değil, aynı zamanda ülkede uygulanan kimyasal ilaçlara yatırılan nakit para yönünden de etkilenmektedir. Gelişmekte olan diğer ülkeler gibi, ülkemizde de bataklık, yeterli direne edilmemiş bol taşkın olan her türlü su ortamında, çok hızlı ve yoğun olarak üreyen sivrisinekler ile yapılan savaşımelerde, uzun yıllardan beri bilinçli ya da bilinçsiz olarak, büyük miktarda döviz ödenerek ithal edilen insektisitler kullanılmaktadır. Bu durumda ülke ekonomisine getirdiği maddi yükün yanı sıra, hektarlarca alanda tonlarca kullanılan bu kadar çok insektisit doğada birikimi besin zinciri yoluyla sivrisineklerin insektisitlere karşı direnç kazanması ve çevre kirliliği nedeniyle ayrı bir sorunu beraberinde getirmekte, böylelikle sivrisinek savaşında kullanılan insektisitlerden ve onların uygulanmasından önce yapılması gerekenler aşağıdaki şekilde özetlenebilmektedir(7,102,106).

- a-Bir bölgede sivrisineklerin üremelerine uygun yerlerin (Jit ) haritasının çıkarılması,
- b-Bu üreme yerlerindeki suların kimyasal (atık madde,deterjan) ve fiziksel (temizlik,durgunluk,derinlik ve biyolojik) özelliklerinin bilinmesi,
- c-Sivrisineklerin hangi evresinde ne tür savaşımın uygun olduğunun bilinmesi,
- d-Zamanlama (kış, ilkbahar, yaz kontrolü)

e-Sivrisinek savaşımında görevli personelin eğitimi olması ve denetim yapılması.

Sivrisinek savaşımında:

- 1-Mekanik,
- 2-Kimyasal,
- 3-Biyolojik yöntemler uygulanmaktadır.

**MEKANİK YÖNTEMLER:** Bu yöntemlerle korunmada devletin yan kuruluşları (DSİ, karayolları, belediyeler, toprak-su) ile iş birliği içinde olmanın gerekli olduğu bilinmektedir. Yağmur sularının birikebileceği her çeşit çukurların veya kapların yok edilmesi, bataklıkların kurutulması veya doldurulması, direnaj yapılması, denize yakın bataklıklardan kanal açılması, foseptik çukurların onarılması ve kapaklarının açık, aralık bırakılmaması, taban suyu yüksek olan bölgelerde su gereksinimi fazla olan ağaçlar (okaliptüs) dikilerek bataklığa dönüşmesinin önlenmesi, sulu tarım yapılan yerlerde suyun tarlada çok az tutulması, çeltik tarlaların kısa aralarla az sulama yapılması gerekmektedir. Evlerde kapı ve pencerelere tel konularak mekaniksel olarak erişkin sivrisineklerden korunulabileceği bilinmektedir.

**KİMYASAL YÖNTEMLER:** Bu yöntemlerle böceklerle karşı kimyasal korunma 19. yüzyılın ortalarında başlamış, kimya biliminin ilerlemesi ile böceklerin yapılarının ve biokimyasal özelliklerinin daha iyi tanınması sonucunda sentetik maddeler geniş kullanım alanları bulmuştur. Kullanılacak İnsektisitlerin seçiminde aranılan özellikler aşağıdaki şekilde özetlenebilmektedir(48).

- 1-Kimyasal yapısının dış etkilere dayanıklı ve uzun süreli olması, uçucu olmaması.
- 2-Böcek kıran etkisini çabuk kaybetmemesi
- 3-İnsanlara, hayvanlara, bitkilere karşı toksik etkisinin olmaması
- 4- Suda ve çevrede kalıcı zehirlenme, kirlenme yaratmaması
- 5-Topoğrafik ve iklim koşulları göz önüne alınınca en kolay uygulama yolunun seçimi
- 6-Düşük maliyetli ve kolay bulunabilmesi önem taşımaktadır.



### **İnsektisitlerin sınıflandırılması:**

#### **I. Uygulanış yerlerine göre :**

- a- Kalıcı etkisi olanlar
- b- kalıcı etkisi olmayanlar.

#### **II. Giriş yollarına göre:**

- a-Mide yolu,
- b-Solunum yolu,
- c-Temas yolu(en fazla tercih edilen) ile giren insektisitler.

#### **III. Sivrisineklerin biyolojik gelişme dönemlerine göre:**

- a-Erişkinlerle savaşımında (pahalı ve ancak geniş üreme alanlarında, kapalı yerlerde ev,ahır ) dinlenme esnasında uygulanması sonuç vermektedir.
- b-Larvalarla savaşımın günümüzde en etkin ve ekonomik olduğu bilinmektedir.

#### **IV. Kimyasal yapılarına göre:**

##### **a-Anorganik bileşikler;**

Kurşun arsenat, Arsenikoksit, civaklorür gibi çevre kirliliğine neden oldukları için bugün kullanılmamaktadır. Bunlardan Paris yeşili larvalara karşı halen kullanılmakta ve larvaların oldukça duyarlı olduğu bilinmektedir.Paris yeşili %90 bakır astoarsenite içeren ince yeşil bir toz olup, suda erimemekte, su yüzeyinde yüzmekte, larvalara karşı mide yoluyla etkilemektedir. İnsanlar, balıklar ve evcil hayvanlara karşı toksik olmadığı bilinmektedir. Paris yeşilinin % 5 lik çözeltisinin 17 kg/ha olarak uygulandığında iyi sonuçlar verdiği belirtilmektedir(48,106).

##### **b-Organik Bileşikler;**

##### **1-Doğal organik bileşikler**

##### **▲ Petrol ürünleri (Mazot ve madeni yağlar):**

İlk olarak 1900'lü yıllarda larvalara karşı kullanılmaya başlanmıştır. Larvasit toksititesi değişik olup, larvalara solunum yoluyla etkilemektedir. Aynı

zamanda su yüzeyine eşit ve aralıksız dağılarak pupa ve larvaların kaçmasını engellemektedir. Uzun süreli olan yağlar sivrisineklerin yumurta bırakmalarına da engel olmaktadır. En çok kullanılan petrol türevleri benzin, gazyağı, Fueloil ve mazot olarak bilinmektedir. İçeriğinin görülebilmesi bakımından uygulanması kolay, ancak maliyeti yüksek bulunmaktadır.

♣ Bitkisel kökenli bileşikler:

Pyrethrium:

Bilinen en eski bitkisel kökenli insektisit olup, İnsanlara minimum derecede toksik olması ( $LD_{50}$  500-1000 mg/kg) ve yüksek insektisit etkisi nedeniyle rahat kullanılmaktadır. Aktif maddesi *Chrysanthemum cinerariaefolium* bitkisinin çiçek başlarında ve saplarında bulunmaktadır. Kerosene ve diğer organik çözücülerde kuru çiçeklerin % 10-25 lik ekstratının tekrar kerosende % 0.01- 0.5 lik sulandırılmasıyla kullanılmaktadır. Ana esterleri pyrethrins I ve II olup bunlar çabucak okside olmakta ve güneşte inaktif hale gelmektedir.

Pyrethrinler arthropodların kütikülinden temas yoluyla girerek sinir-kas sistemi üzerine felç etkisi yapmaktadır. Çabuk knock-down etkilerinin olması en en önemli özellikleri olarak bilinmektedir. Direnç henüz bildirilmemiştir.

Sivrisineklere kerosen veya petrol derivelerinde toz olarak % 0.2 - 0.4 mgr., solüsyon olarak da %0.4 mgr. oranlarında kullanılmaktadır. Ayrıca repellent olarak da uygulanmaktadır(48,95).

Sentetik piretroidler pyrethrin grubunda yer alan bileşiğin analogları olup, ilk kez 1969 da Allethrin adı ile kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonraki yıllarda bileşiğindeki çeşitli kimyasal grupların değiştirilmesiyle açık alanlarda kullanılmak üzere ışığa dayanıklı ve yüksek etkinlikli sentetik piretroidler elde edilmiştir. Piyasada bulunan sentetik piretroidlerden en çok resmethrin, cypermethrin, dimethrin, bioallethrin tetramethrin, deltamethrin permethrin ve lambda-cyhalothrin kullanılmaktadır(48,95).

## 2- Sentetik Organik Bileşikler

### ♣ Organo klorlu bileşikler:

Temas yoluyla alınıp, sinir-kas sistemini etkileyerek felç yapıp öldürmektedir. Erişkin ve larvalara etkili olmaktadır. Uzun süreli kalıcı etkilerinin olması nedeniyle çevrede kimyasal madde birikimine neden olarak insan, balık ve diğer hayvanların yağ dokuları içinde birikmektedir. Bu grupta DDT (Dichlorodiphenil - trichloroethane), BHC (Benzene hexachloride), Lindane, Dieldrin, Chlordane gibi örnekleri bulunmaktadır.

Bu gruptakilerden DDT geniş spektrumlu olup, 1950 li yıllarda sivrisinek kontrolünde yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Bilinçsizce kullanım sonucu daha sonraki yıllarda DDT ye karşı sivrisineklerde direnç oluşmuş, çevre kirliliği memelilere karşı da toksitesinin anlaşılmasıyla 1960 lı yıllarda bunun yerine Dieldrin kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra sivrisineklerde Dieldrine karşı direnç oluşunca organo-klorlu bileşiklerin kullanımına son verildiği bildirilmiştir( 48,95).

### ♣ Organo fosforlu bileşikler:

Temas yoluyla sivrisineklerin vücuduna girerek sinir-kas sistemini felç etmektedir. Bu insektisitler 2. Dünya savaşında geliştirilmiş ve sinir gazı olarak kullanılmıştır. Parathion, Malathion, Diazinon, Dichlorvos, Temephos, Chlorpyrifos, Primiphos-methyl (Actellic), Fenthion gibi bileşikler bu gruba örnek verilebilmektedir(95,114).

### ♣ Karbamatlar:

Etkileri temas yoluyla olmaktadır. Çevrede çabuk parçalanmaları nedeniyle zararlı atık oluşturmamaktadır. Erişkin sivrisineklere karşı ani etkili olduğu halde, larvalara olan etkisinin zayıf olduğu bilinmektedir. Blattenex, Carbaryl, Propoxur, Dimetilan, Bendiocarp bellibaşlı örneklerini teşkil etmektedir. En fazla kullanılan bileşik Bendiocarp olup, memelilere akut toksitelerinin fazla oluşu; kokusuz ve leke bırakmayan özelliğe sahip olması nedeniyle düşük yoğunlukta güvenle kullanılabileceği bildirilmektedir(69,101).

**BİYOLOJİK YÖNTEMLER:** Biyolojik yöntemler, geniş anlamda bir zararlı arthropoda karşı, o zararlının doğal düşmanlarını kullanarak yapılan savaş yöntemleri olup bu yöntemlerde predatörler, patojenler veya parazitlerden yararlanılmaktadır. Biyolojik savaşın, bitki ve hayvan topluluklarının doğal düşmanları tarafından baskı altında tutulmaları esasına dayandığı bildirilmektedir(27).

**Böcek büyüme hormonları(Insect growth regulators):**

Sivrisineklerin evrim dönemlerinden herhangi birisine geçmeleri bir seri hormonla kontrol edilmektedir. Hormonların azlığı veya çokluğu gelişme ve çoğalma anormalliklerine neden olmaktadır. Sivrisineklerde 4. evre larvadan pupaya ve pupadan erişkine geçerken juvenil (Juvenoid, gençlik hormonu) hormonu salgılamadıkları saptanmış, bu nedenle bu dönemde larvaya Juvenil hormon verilmesinin erişkin döneme geçmeyi engellediği bildirilmiştir(53).

Bugün Juvenil hormon olarak sentetik bileşiklerden olan Methoprene ve Pyriproxyfen larva kontrolünde kullanılmaktadır. Methoprene'nin, kirli sularda *Culex* larvalarına 55 gün, temiz sularda ise 60 gün etkili olduğu, larva kontrolünde pratik olması, düşük toksitesi nedeniyle de içme sularına (1mg/lt.) katılabileceği bildirilmektedir( 69).

Sivrisineklerin kontrolünde kullanılabileceği düşünülen, özellikle juvenil hormon (JH) ve analogları (JHA), sentetik olarak elde edilen Juvenil hormon (SJH) veya bunların analogları (SJHA ) belirlenmektedir. 1956 yılından beri böcek juvenil hormonunun pestisidler gibi etkili olduğu ve kullanılabileceği bilinmektedir. 1986 yılında yapılan bir çalışmada *Culiseta longiareolata* larvalarına juvenil hormon olan Altosid'in (JHA- ZR 515 =Methoprene) farklı konsantrasyonları uygulanarak larval gelişim ve metamorfoz üzerindeki etkileri araştırılmış, farklı larva evrelerinde yapılan uygulamalarda, larva ölümlerinin düşük dozlardan yüksek dozlara doğru arttığı saptanması yanında larval, pupal anormallikler de görüldüğü ve larval sürecin başlarında (1., 2., ve 3. Larva evreleri) hormonun daha etkili olduğu gözlenmiştir. Arazi çalışmalarında

ise  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  evrelerinde düşük dozlarda,  $L_4$  evrede yüksek dozlarda hormon uygulanmasının olumlu sonuçlanacağı bildirilmektedir ( 28 ) .

Yapılan başka bir çalışmada bir sivrisinek türü olan *Aedes aegypti* yumurtalarına ham sentetik juvenil hormon uygulanmasıyla embriyo gelişmesinin durdurulduğu saptanmıştır(28).Yine aynı türün yumurtalarına terpenoid'ler (JH aktivitesi gösteren bazı bileşikler) uygulandığında embriyo gelişmesinin durdurulduğu ve yumurta açılımının büyük ölçüde engellendiği bildirilmiştir(78).

Jüvenil hormon analogları (JHA) ZR-515 (Altosid =Methoprene ) ve ZR 512 *Anopheles sacharovi* ve *Culex pipiens* tür sivrisineklerin değişik gelişim evrelerine uygulanmış, farklı konsantrasyonlardaki JHA'nın larva, pupa, ergin evrelerde ölüme ve morfolojik anomalilere neden olduğu; en fazla etkinin larva-pupa ve pupa-ergin periyotlarda görüldüğü bildirilmiş, Altosid ZR- 515 in ZR- 512 den daha etkili olduğu ve *A. sacharovinin* de bu preparata karşı *C.pipiens*'den daha duyarlı olduğu gözlenmiştir(37,87).

Güneydoğu Asya'da yapılan bir çalışmada üç vektörün (*A.stephensi*, *C.quinquefasciatus*, *Aedes aegypti*) larva ve pupalarının böcek büyüme regülatörü hexaflumuron'un ölümcül olmayan konsantrasyonuna maruz bırakıldıkları ve bu üç vektör cinsinin ergin yaşam sürelerinde önemli derecede azalma görüldüğü bildirilmiş, pupa döneminde adı geçen bu üç vektör cinsine de 0.05 ppm hexaflumuron uygulandığında *C.quinquefasciatus*'un erişkinlerinde öteki cinslerden daha kısa bir yaşam süresi elde edildiği, pupal dönemde 1 gr.  $LT_{50}$  hexaflumuron uygulanması ile *Aedes aegypti* erginininde yaşam süresinin en az düzeye indiği (2.74 gün ) belirtilmiştir (98).

Böcek kütikülasının esas maddesi olan kitin oluşumunun da enzimatik kontrol altında olduğu gözlenmiş olup, bu oluşumu önleyen bir madde veya enzimin vektör kontrolü için önemli olabileceği düşünülmüş, bunlardan Diflubenzuron'un (dimilin) insektisit olarak kullanılabileceği ileri sürülmüş ve ticari olarak üretildiği yayınlanmıştır. Ayrıca butil içeren fenollerin ve bazı

karbamatların da jüvenoidler gibi morfogenetik etki yapabileceği üzerinde durulmuştur (53).

Tarihsel gelişimi içinde zirai alanda başlamış olan biyolojik savaş; sonraları vektörlerle savaşta ağırlık kazanmıştır. Vektörlerle biyolojik savaş 1940 lı yıllara kadar gündemde kalmış, 2.Dünya savaşı sırasında DDT ile başlayan kimyasal savaş insektisitlerin geliştirilmesiyle bütün dünyada büyük bir insektisit pazarı oluşmuş ve biyolojik savaş gerilemiştir. Ancak zaman içinde geniş spetrumlu insektisitlerin hedeflenen canlıların dışındaki canlılara da etkili olduğu, sivrisinek larvalarına karşı kullanılan insektisitlerden sonra ergin sivrisineklerde artış gözlemlendiği, bunun da larvalarla birlikte doğal predatörlerin ve predatörlerin yiyeceklerini oluşturan diğer böceklerin ölmesi sonucu olduğu belirtilirken, çevrede giderek artan miktarlarda birikerek ekosistemleri bozduğunun anlaşılmasıyla alternatif arayışlara gidilmiş, çevre düzenlemesiyle birlikte biyolojik savaş tekrar gündeme gelerek bu konudaki çalışmalara ağırlık verilmeye başlanmıştır(112).

Geniş spektrumlu insektisitlerle karşılaştırıldığında biyolojik kontrol ajanlarının yalnızca hedef canlıyı etkilemesi ve çevredeki diğer canlılara zarar vermemesi önemli bir avantaj olarak görülmektedir. Ancak kullanılacak biyolojik ajanların en iyi şekilde etkili olabilmesi için vektör ve doğal düşmanlarının ekolojik ilişkilerinin iyi araştırılması gerekmektedir. Vektör üreme alanlarının çoğunlukla çok çeşitli ve bazılarının geçici olması, vektör fizyolojisinin değişkenliği gibi nedenler yüzünden larva ortamlarına doğal ve kalıcı bir biyolojik ajanı yerleştirmenin zorluğu üzerinde durulmuştur(20,27).

### **Vektörlerin Biyolojik Kontrolundaki Amaçlar:**

- 1-Yeni biyolojik kontrol ajanlarının izolasyonu ve tanımlanması
- 2- Ümit veren ajanların değerlendirilmesi ve geliştirilmesi
- 3- Etkin ve güvenilir olduğu düşünülen ajanların kullanım için geliştirilmesi şeklinde açıklanmaktadır(90).



Vektörlerin popülasyonlarını azaltan, vektörlerde patojen etkenlerin taşınmasına engel olan veya vektörde bulunan patojenlerin nakledilmesine engel olacak bir forma dönüşmesini sağlayan faktörlere Biyokontrol ajanlar denmektedir(112).

Sivrisinek kontrolünde biyolojik ajanların kullanılması larvalarla beslenen balıklarla, özellikle *Gambusia affinis* ile 1900 lü yılların başlarında başlamış ancak 1940-50 li yıllarda insektisitlerin devreye girmesiyle sivrisinek savaşında biyokontrol ajanların gerilemesi söz konusu olmuştur(49).

### **Sivrisinek Savaşında Biyokontrol Ajanlar:**

#### **1-Predatörler**

#### **2-Mikrobiyal insektisitler**

- a- Bakteriler
- b- Virüsler
- c-Mavi-yeşil algler.
- d-Mantarlar

#### **3-Parazitler**

- a-Protozoonlar
- b-Nematodlar bilinmektedir.

#### **4-Genetik Kontrol**

#### **5-Biyolarvasitler**

#### **1- Predatörler**

Sivrisineklerin erişkinlerine olmasa bile larvalarına karşı doğal düşmanlar olarak bilinen predatörler arasında *Cybister* türleri, Kız böcekleri ile *Hydralar* ve *Turbelia* gibi cestodlar bulunmaktadır. Larvalar için en önemli predatörler ise balıklar olup, çeşitli balık türleri, sivrisinek larvalarına karşı biyokontrol ajanı olarak büyük bir potansiyele sahip görülmektedir. Bazı balık türleri yaşamlarının ilk dönemlerinde su yüzeyinde beslendikleri ve dolayısıyla larvaları yedikleri ancak ergin dönemlerinde ise su yüzeyinde beslenemedikleri, bu nedenle de bir balığın predatör larva yiyici olabilmesi için

tüm yaşamı boyunca su yüzeyinde beslenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra bu tür balıkların ufak ve yüzeysel sığ sularda yaşayabilmesi, taşımaya ve elle tutulmaya karşı dirençli olması, yakalanmalarının güç olması ve insan için besin değerinin olmaması başlıca özellikleri olarak bilinmektedir(81).

*Gambusia affinis*, *Iepistes reticulatus*, *Tilapia* türleri gibi larva yiyen balıklardan en geniş çapta kullanılan *Gambusia affinis* Amerika kökenli olup tüm dünyada ve Türkiye'de de larva kontrolunda kullanılmaktadır. 2-6 cm büyüklüğünde vivipar olan bu balık larva yiyerek ayrıca su yüzeyinde bulunan çeşitli planktonlarla beslenmektedir. Değişik ısılardaki ve kimyasal organik yapısı farklı sulara kolayca adapte olabilmekte % 2 oranındaki tuzlu sularda yaşayabilmektedir. Bataklıklarda 1 m<sup>2</sup> de 15 dişi balık bulunabilecek şekilde bırakıldıklarında iyi sonuç alınmakta, yaz boyunca 6 kez yavrulayan dişi her doğumda 300-400 yavru yapabilmekte ve bu yavruların % 25-30 'u yaşamaktadır. Sulu tarım yapılan bölgelerde larva kontrolunda başarı ile kullanılan *Gambusia affinis* bazı durumlarda çevre ve akuatik faunanın özelliği nedeniyle her yerde aynı sonuçlar vermemektedir(46,81).

Yerli türler lokal çevre ve ekolojik koşullara hemen adapte olduklarından ithal olanlara tercih edilmektedir(103,104).

Bugün dünyada Kaliforniya ve Kenya'daki pirinç tarlalarında İran ve Afganistan'da sıtma kontrol programı içinde *Gambusia affinis* balıkları etkili bir şekilde kullanılmaktadır(81,104,107).

**Predatörlerin avantajları:**

- 1- Küçük olmaları
- 2- Hızlı yavrulamaları
- 3- Her türlü suya kolayca adapte olmaları
- 4- Yetiştirilmelerinin kolay olması
- 5- Besi değerinin olmaması

**Predatörlerin dezavantajları:**

- 1- Hızlı yavrulamaları ve yavru sayısının fazla olmasıyla kontrol zorluğu
- 2- Yerli balıkların ortamının bozulmalarına neden olmaları.

## **2- Mikrobiyal insektisitler**

### **a- Bakteriler**

Bu organizmaların gösterdiği yüksek potansiyel ve yine bu organizmaların üretimi için gereken teknolojinin gelişmiş olması nedeniyle, laboratuvar ve arazi çalışmalarında ihtiyaç duyulan bir takım ürünler endüstriyel olarak üretilmektedir(6).

### **b- Virüsler**

Bazı virüsler böcekler tarafından alındığında onlar için öldürücü olmaktadır. Daha çok tarım alanında kullanılmaktadır.

Sitoplazmik Polihedrozis virüs (SPV ); Bu virüs enfeksiyonları özellikle *Simulium*'larda yaygın olup, sivrisinek larvalarında az görülmektedir.

Sivrisinek Viyole Virüs (SVV): *Aedes* cinsine ait larvaların bahar generasyonlarında ortaya çıkmaktadır. Enfekte larva mor renkte olup, pupa dönemine geçmeden ölmektedir. Bunun yanında virüslerin biyolojik kontrolde kullanma zorlukları bulunmaktadır(20,95).

### **c- Mavi-Yeşil Algler**

Mavi-yeşil alglerin vektörler üzerinde etkileri henüz tam açıklanamamıştır. Ancak bazı ölü sivrisinek larvalarının mide içeriğinde mavi-yeşil alglerin bulunması, bunların da biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmasının olasılığını gündeme getirmiştir. Yapılan laboratuvar çalışmalarında mavi-yeşil algler *Bacillus thuringiensis var.israelensis* H-14 'nin toksin taşıyan plazmidlerini birleştirmekte kullanılmış ama henüz uygulama alanına girmemiştir(112).

#### **d- Mantarlar**

Mantarların sivrisineklere saldırarak onları hastalandırmaları için tüm diğer patolojik olgularda olduğu gibi mantar, konakçı ve çevre yönünden koşulların uygun olması, her şeyden önce belli bir inokulum potansiyelini sivrisinek barınaklarında sağlamak gerekmektedir. Bunun için toz, püskürtme ve granül şeklindeki formülasyonlarla karşılaştırmalı çalışmalara gerek görülmektedir. Toz formülasyonlar için spor inceltici maddeler olarak talk, un ve süt tozu kullanılmaktadır. Uygulanan inokulumun canlılık ve virulentlik gibi özelliklerinin infeksiyon için hayli yüksek olması gerekmektedir. Savaşı yapılan sivrisinek larvalarının mantarın uygulanması düşünülen çevrede yeterince bulunması aynı zamanda entomofag fungusa duyarlı olması ön koşul olarak görülmektedir. Duyarlılık böcek kutikülasının kombinasyonu, böceğin beslenmesi ve besin çeşidi ile değişmektedir. Genellikle infeksiyon, erginleşmek için oluşan iç değişimler esnasında olmaktadır. Diğer yönden deri değiştirme dönemlerinde infeksiyona duyarlılık daha fazla görülmektedir(20).

Mantarların çevresini oluşturan mikroklima oldukça önemli olup, entomofag mantarların 5°C – 35°C ler arasında geliştikleri ve optimum olarak bu derecenin 20°C–30°C olduğu bilinmektedir. Mantarların orta düzeyde gelişimine uygun sıcaklıklar, hastalık başlangıcı ve gelişimi için uygun görülmektedir. Yine hastalık, konak ve parazit rastlaşmasının olduğu koşullarda ancak oluşabilmektedir. Yüksek nem, mantarların çimlenmeleri ve gelişmeleri ile hastalık oluşturmaları için gerekli olmaktadır. Işık, sporların yaşama süresine ve konakların ölümünden sonra konak üzerindeki sporulasyona etkili olduğu bildirilmektedir(20).

Diğer entomopatojen mikroorganizmalarla kıyaslandığında mantarlar direkt olarak kutiküladan geçerek bazı böcekleri öldürebilmektedir. Mantar sporları yağmur suları ve rüzgarla çevreye dağılmakta, ancak ömürleri kısa olmaktadır. Coelomomyces su küf mantarları olup, zorunlu sivrisinek parazitleri olarak üzerinde en çok çalışılan ve durulan sivrisinek savaşında en yaygın mantar cinsi olarak bilinmektedir. Evrimleri karışık olup arakonak

olarak kabukluları kullanmaktadır. Kesin konakları larvalar olup, bir yere yerleştikten sonra uzun yıllar orada kaldığı bildirilmektedir(20,104).

Sivrisinek larvaları için fakültatif bir mantar paraziti olan *Lagenidium giganteum* yapay besiyerlerinde üretilmekte ve temiz sularda larvalar için etkili olduğu halen Amerika da biyolojik kontrol ajanı olarak kullanıldığı, Ayrıca *Culicinomyces claosporus* adlı mantar'ın yapay besiyerlerinde bol miktarda üretilip, enfektif etkileri çok kısa olmakla beraber larva kontrolünde kullanıldığı bildirilmektedir(81).

### 3- Parazitler

#### a- Protozoonlar

Artropodlar için patojen protozoonların ilk yolu sindirim kanalı olup enfeksiyonların çoğunda konak hemen ölmekte, fakat yaşam süresi kısalmaktadır. Mikrosporidium türlerinin sivrisinek kontrolunda kullanılması potansiyel insektisit olarak görülmektedir ( 112).

Bunlardan *Nosema algerae* ve *Vavraria culicis* sivrisineklerin bütün dokularında bulunmakla birlikte sporoblastlar yumurta ile sonraki nesillere aktarılmaktadır. Enfekte larvanın diğer bir evreye geçişi sırasında ölüm görülmektedir. Enfeksiyon enfekte sivrisineklerde plasmodiumların gelişmesini önlemektedir. *Amblyospora* spp.nin sivrisinekler ve similiyumlar için patojen oldukları bildirilmiştir(89,112).

Sivrisineklerin kontrolunda larvasit kullanımının her zaman pratik olamaması, belli aralıklarla tekrar edilmesi gereği, zaman kaybı ve bölgesel zorluklar (tropikal bölgeler için) nedeniyle yeni arayışlara gidilmiştir. Araştırmacılar protozoonlardan *Mikrosporidia*'ların biyolojik kontrolda yararlanılabileceğini düşünerek, *Amblyospora* spp. ve *Edhazardia aedis* türü *Mikrosporidia*'lar üzerinde durmuşlardır. Omurgasızlarda protozoon parazitlerinin patojeniteleri ve bulaşımının yüksek olması, dirençli ve uzun yaşamaları nedeniyle tercih edilmektedir(89). *Amblyospor*'un *Culex* türüne,

*Parathelohania* spp. daha çok *Anopheles* türü sivrisinek popülasyonuna etkili oldukları bildirilmiştir(89). *Mikrosporidia*'lar laboratuvar koşullarında üretilmemiş, su pirelerinde (*Copepod*) oluşturulabilmiş; sivrisinek larvalarında L<sub>4</sub> evresinde 1 milyon meiospor ürettiği belirtilmekte; Depolanmaları ve taşınmalarındaki zorluklar nedeniyle *Mikrosporidia*'ların arakonak ile birlikte olanlarının kullanılmaları zorluklar yaratmaktadır. Enfekte yumurta ve larvaların kontrol alanlarına bırakılması daha kolaylaştırıcı bir yöntem olarak görülmekte, yatay geçişlerin sadece kontrol alanlarında, dikey geçişlerin ise diğer alanların korunmasında daha etkili olduğu belirtilmektedir(89).

#### **b- Nematodlar**

Nematodların böceklerde parazit olarak yaşadıkları çok eskilerden beri bilinmekte olup, sivrisinek kontrolünde özellikle *Mermithidae* ailesine ait türler üzerinde durulmakta, bu grup nematodların larvalarda parazitlendiği bildirilmektedir(81).

*Romanomermis culicivorax* in vitro koşullarda üretilerek uzun süreli ve etkili olarak sivrisinek kontrolünde kullanılmaktadır. İlk kez ticari olarak 1976 yılında piyasaya çıkarılmış, kitle halinde üretiminin kolay ve iyi depolanabildiği bildirilmiştir(105). Memeliler ve diğer canlılar için tehlikeli olmadığı ancak kötü hava koşullarından çabuk etkilenmesi, üretim maliyetinin yüksek olması depolama ve taşınma sorunları oluşturduğu bildirilmektedir(105). Hydra'lar, Cestod'lardan *Turbellaria* ve *Dugesia* cinslerine ait türlerin sivrisinek pupa ve larvalarına etkili olduğu bildirilmekte ve özellikle hydralar Amerikada biyolojik kontrol ajanları olarak kullanılmaktadır(105).

#### **4- Genetik kontrol**

Bir defaya özgü olmak üzere laboratuvar ortamında istenilen şekilde elde edilen bir genotipin doğadakilerle değiştirmek düşüncesiyle ortaya çıkmıştır. Bu yöntemlerden bir tanesi kısır erkek yöntemidir. Kimyasal kısırlaştırıcılar veya radyasyonla kısırlaştırılan erkek sivrisinekler laboratuvar ortamında çok sayıda üretilerek doğaya bırakılmaktadır. Sivrisineklerin çiftleşmeden sonra çok sayıda yumurta bırakma özelliğinden yararlanılarak zamanla doğada kısır



bireylerin artması esasına dayanmaktadır. 1960 lı ve 1970 li yıllarda *Culex fatigans*, *Aedes aegypti*, *Anopheles quadrimaculatus*'ta erkekler radyasyonla kısırlaştırılarak doğaya bırakılmış, ancak hiç birinin popülasyonunda kayda değer bir azalma olmamıştır. Bunun nedeni ise kısırlaşmada yüksek dozda radyasyon kullanılması ve laboratuvar kolonisinden alınarak kısırlaştırılan erkeklerin doğaya uyum sağlayamaması olmuştur. Ayrıca kromozom translokasyonları ile ortaya çıkan (her iki cinsten) kısırlık özelliği de kontrol için kullanılmak istenmişse de laboratuvar koşullarında üretilen bu bireylerin doğaya uyumsuzluğu sonucu denemeler başarısız olmuştur(49).

Moleküler entomolojik araştırmaların ilerlemesiyle vektörde parazit gelişimini önlemek için sivrisinekleri genetik olarak modifiye etmek araştırmaların temel amacını oluşturmaktadır. Son yıllarda konak-parazit ilişkileri ve vektör genetiğinde biyoteknolojik gelişmeler sonucu hastalık ajanlarına dayanıklı genleri içeren ve doğadakilerle yarışma gücüne sahip transgenik sivrisinek ırkları elde edilmeye çalışılmaktadır(49).

1995-96 yıllarında Dünya Sağlık Örgütü'nün Tropikal Hastalıklar araştırma bölümünün sıtma kontrol programında yer alan moleküler entomolojik çalışmalar 3 temel esas konuyu kapsamaktadır (90).

- 1-Sıtma paraziti-vektör ilişkisinin biyokimyası ve paraziti inhibe eden gen tanımlanması
- 2-Sivrisineklerin transformasyonu için tekniklerin geliştirilmesi
- 3-Bu genlerin doğal *Anopheles* popülasyonlarını yönlendirmesi için mekanizmaların geliştirilmesi.

Sivrisineklerin geliştirebilecekleri üçüncü direnç türü ise davranışsal direnç olup, sivrisineğin belirli insektiside veya insektisit grubuna karşı temastan kaçınma eylemini edinmesi, başka bir deyişle o insektisit püskürtüldüğü yüzeye konarak dinlenmeye geçmeme gibi bir huy değişikliği kazanmasına denilmektedir(31, 108).

Gerek güçlü tolerans ve gerekse fizyolojik direnç olguları, *Anopheles* insektisine bir adaptasyonu olmayıp, mutasyon ile kazanılmış, nesilden nesile geçen, geriye dönüşsüz değişiklikler olarak bilinmektedir. Eğer direnç kazanılmış bir insektisit kullanılmaya devam edilirse ortamda sadece dirençli olanlar kalacak ve bu insektisit ve türevlerini bir daha kullanma şansı kalmayacağı bildirilmektedir(30, 109,).

Insektisit kullanımında bioassay testleri; duvar yüzeylerindeki kalıntıların verimliliği ve kalıcılığını değerlendirebilmek ve hatta indirekt şekilde de olsa, insektisit direncine ilişkin önemli bilgiler edinebilmek için uygulanmaktadır. Insektisitlerin sivrisinekleri öldürmedeki başarısızlığı fizyolojik ya da davranışsal dirençten daha başka faktörlerin varlığına bağlı olabilmektedir. Bu faktörlerden bazıları; yüzeylerdeki insektisit kalıntıların yetersizliği, formülasyonun zayıf oluşu, adsorbsiyon, kalıntıların yaşı, şeklinde çeşitlenebilmektedir. Eğer denenen sivrisineğin o insektisite hassas olduğu biliniyorsa ve o insektisitin uygulandığı yüzeyde yeterli zaman tutulmasına rağmen ölüm oranı düşük çıkmışsa, bu faktörlerin etkileri söz konusu olmaktadır. Püskürtmeden 14 gün sonra uygulanan 30 dakikalık bioassay testlerinin biyolojik değerlendirilmelerinde: çamur duvarlarda ölüm oranının % 35 ve % 18 olduğu görülmüş, tahta, beton ve kamış örtülü yüzeylerde mortalite hızı 14. günlerde %70 in üzerinde olmasına rağmen, 57. gün de % 20 nin altına düştüğü bildirilmektedir(29).

*Culex pipiens* ve *Culex territans* larvaları üzerindeki çalışmalarda, siyah bir obje geçmesiyle kaçış reaksiyonlarının incelendiği ve yapılan deneylerde stimulusların (uyaran) uygulanma sıklığı ve çevredeki ısı değişikliği larvaların evrelerinin (larva yaşı L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>) tepkimelerinin seviyelerindeki rolü gözlenmiştir. Holmes ve Thomas'a göre; hareketli bir objeye karşı tepkinin larva yaşı ile doğru orantılı olarak azalıp çoğaldığı bildirilmiştir. *Aedes communis*'in larva ve pupaları üzerinde yapılan çalışmalarda doğal şartlar altında su yüzeyine paralel duran objenin hareketiyle larva ve pupanın birden aşağıya doğru bir dalış yaptığı gözlenmiştir(39,40,47,50,91).

Sovyetler birliğinin Yakutiye bölgesinin sivrisinek faunasında 14 tür sivrisinek saptanmış; Rus araştırmacılar *Culex pipiens*'in morfolojisi, biyolojisi ve ekolojik yayılımı üzerinde çalışmışlar, laboratuvarında gelişme safhaları olan yumurta, larva, pupa evrelerinin ısı ve nemin larvanın gelişip beslenmeleri üzerindeki etkilerini gözlemlediklerini bildirmişlerdir(14,15,45,71,82,99).

Aristo "Historia animalium" adlı eserinde bal arısının(*Apis mellifica*) hastalığının tanımlanması ilk böcek hastalığına ait bilgi olmuştur. Eski Yunan ve Romalılardan kalan eserlerde ipekböceği'ne (*Bombyx mori*) ait hastalıklar konusunda 16. Ve 19. Yüzyıllarda yaşamış çeşitli yazar ve doğa bilimcilerin eserlerinde rastlanılmıştır. Bassi ilk defa *Bombyx mori* ve bir mantar olan *Beauveria bassiana*'nın enfeksiyona neden olabildiğini göstermiştir. Bu gibi çalışmalar böcek popülasyonlarındaki hastalıklar ile savaş ve onların mikrobiyolojik insektisidler olarak kullanımları konusunda birer uyarı olmuştur(27).

Bugüne kadar geçen 50 yıldan beri kimyasal insektisidlerin kalıntılarının çoğalması vektörel hastalıkların kontrolü için yeni araştırmalara öncelik sağlamıştır. Özellikle malaria gibi ölüme veya kitlesel yıkımlara sebep olan hastalıkların bulunduğu tropik bölgelerin kırsal alanlarında biyolojik savaş oldukça önem kazanmıştır. Bu alanlarda kullanılan kimyasal insektisidlere dirençli *Anopheles*'ine türlerinin yayılması ve çevre kirliliği ile ilişkili konuların artması, *Anopheles* vektör türlerinin organoklor, organofosfat ve karbomatlara çok yönlü geliştirdikleri dirençlilik önem kazanmıştır(36).

Bu nedenlerle biyolojik pestisidler gibi cazip özelliklere sahip alternatif ajanlara acil ihtiyaç olduğunun ortaya çıktığı bildirilmektedir(36). Epidemiyolojik açıdan doğada bazı parazitlere vektörlük eden organizmaların bu şekilde sorun yarattığı tartışılmamaktadır. Bu gün sıtma sorunu olmayan kuzey Avrupa ülkeleri dahil bir çok ülke biyolojik yöntemlerin kullanılabilirliği konusunda yoğun çabalar harcadığı bilinmektedir(36)

### 5- Biyolarvasitler

Vektör patojenleri içinde en ümit verici olanı *Bacillus thuringiensis Berliner'* dir. Bu tür 20 yıldan beri Lepidopteralar için kullanılmaktadır. 1977 yılında İsrail de Goldberg ve Margalit isimli araştırmacılar tarafından izole edilmiştir (4).

*Bacillus thuringiensis* Delta-endotoksin, spor,  $\beta$ -exotoksin ve  $\alpha$ -exotoksinleri oluşturabilmektedir. *Bacillus thuringiensis* konak organizmayı Delta-endotoksini ile öldürmektedir. Sporlanma sırasında bu toksin, protoksin halinde parasporal kristal (Lepidopteran suşlarda karakteristik olarak bipiramidaldirler) içinde paketlenmektedir. Delta-endotoksinin etki tarzı Lepidopteralarda geniş şekilde çalışılmıştır(11,60).

Sivrisinek ve karasinek B.t.i. H-14'ün etki mekanizması 1978 li yıllarda bilinmemekle beraber lepidoptera larvasındakine benzer etki yaptığı bildirilmektedir (5).

*Bacillus thuringiensis* konak canlıda nadiren çoğalmakta ve sporlanmaktadır. Bu kural aynı zamanda B.t.i.H-14 içinde geçerli olduğu kabul edilebilmektedir. B.t.i. H-14 çoğu sivrisinek türlerinin larvaları için öldürücü ve karasinek larvaları içinde yüksek toksik etki gösterdiği bildirilmiştir(60).

B.t.i. H-14'in sivrisineklere yakın akrabalık gösteren canlılara da etkili olduğu bilinmektedir(1). Uzun yıllar süren uygulamalar sonucu hedef organizmalarda, Lepidopteran karakterli *Bacillus thuringiensis* ürünlerine karşı hiçbir dirençlilik görülmemiştir(9,18).

Böylece biyolojik çalışmalar kolaylaşmıştır. Küçük çaptaki arazi çalışmaları B.t.i. H-14'ün tatlı sularda, derin sularda ve ağaç deliklerindeki su birikintilerinde sivrisineklere etkili olduğunu göstermiştir(22,25,73,80). Çalışmaların çoğu bu organizmanın arazide süregen olmadığını göstermektedir. Bazı uygulamalarda B.t.i.H-14 sporlarının ve insektisidal aktivitelerinin en az 4 gün devam ettiği gösterilmiştir(96).

B.t.i.H-14'ü kullanım için 1980 yılında U.S.A. patent almıştır. Diğer taraftan Avrupa, Çin ve eski Sovyetler Birliği'nde de başarılı denemeler sonrası ticari çapta üretildiği bildirilmiştir(96).

Diğer spor yapan bakteri olan *Bacillus sphaericus*'da sivrisinek larvaları için patojen olup, her ne kadar bir çok suşu biliniyorsa da sadece birkaç tanesi patojenite göstermektedir. *Bacillus Sphaericus* suşu Asya, Kuzey ve Merkezi Afrika, Avrupa, Hindistan, Kuzey ve Orta Amerika ve bazı pasifik adalarında ölü larvalar veya larva gelişim ortamlarından izole edilmişlerdir. Bu suşlar insektisid etkisi olmayan aynı türün diğer suşlarından genetik farklılık göstermekte ve daha yeni bir tür oluşturdukları söylenebilmektedir. Ancak larvisid etkisi olmayan diğer suşlardan ayırmak için özgün biyokimyasal yöntemler henüz saptanamamıştır(4). *Bacillus sphaericus* için konak dağılımı B.t.i.H-14 ile kıyasla daha küçük görülmektedir. Duyarlılık açısından herbir sivrisinek türü farklılık göstermektedir. Genel olarak *Culex* ve *Anopheles* larvalarına etkili, *Aedes* larvalarına daha az etkili, karasinek larvalarına karşı ise etkisiz olduğu ileri sürülmektedir(84).

Bazı insektisid etkili suşlar bilhassa spor aşamasında *Bacillus thuringiensis* kristaline benzer parasporal cisimcikler üretmektedir(22). Sporulasyon sırasında bu hücrelerin toksik etkileri, kristal benzeri bu cisimlerin gelişimine paralel olarak artmaktadır. Bu organizmanın laboratuvar çalışmaları sonucunda hedef dışı vertebralı ve vertebrasız canlılar için zararsız olduğu gösterilmiş ve aynı sonuçlar arazi çalışmaları ile de kanıtlanmıştır(6,41,84). *Bacillus sphaericus*'un çeşitli sıvı ve toz preparasyonları arazi çalışmalarında denenmiş, bilhassa *Culex* larvalarına karşı etkili olduğu (22,23,24) diğer taraftan *Aedes* türlerine etkili olmadığı gösterilmiştir(92).

*Bacillus sphaericus*'un kullanım alanlarının genişlemesi, uluslararası standartların gelişmesi ve formülasyon, fermentasyon, biyolojik işlemlere olan ilgi, bu ümit verici organizmanın insektisit olarak kullanımının daha hızlı gelişeceğini göstermektedir(92).

Bu gün için en etkili biyolojik larvisid olduğu saptanan *Bacillus* türleri ile kimyasal larvisid formülasyonları arasında büyük farklılık görülmektedir. Biyolojik larvisid formülasyonlarının aktivitesi için henüz optimum testler geliştirilememiştir. Toksinin niceliği ve insektisidal aktivitesi farklı üretimler arasında çeşitli olabilmektedir. Bundan dolayı biyolojik denemelerde hedef türlerin larvaları kullanılarak uluslararası zehir ünitesi (International Toxic Units, ITU) belirlenmiştir(32).

B.t.i.H-14'ün kırmızı kan hücrelerindeki hemolitik etkileri araştırılmıştır. ELISA yöntemiyle toksinin çok küçük özellikleri meydana çıkarılabilmekte ve diğer B.t.i. H-14 varyeteleri tanımlanabilmektedir(85).

*Bacillus thuringiensis* 'in doğal bir mikrobiyal ajan olduğu, endüstriyel üretim kriterlerinin firmalar tarafından gizli tutulmakta olduğu bilinmektedir(85).

B.t.i H-14 özelliğine bağlı olarak insan dahil hedef dışı organizmalara karşı oldukça güvenilir kullanımından sonra tek bir insan toksitesi vakası gösterilmemiş, halk sağlığı için yoğun güvenlik testlerinden geçirilmiş, vektör kontrolü için mikrobik kontrol ajanlarının memeliler için güvenirliliği konusunda resmi olmayan konsültasyon B.t.i.H-14 'ün güvenlik test durumunu yeniden gözden geçirmiş ve 1980 yılında organizmanın büyük çaplı deneme alanlarında uygulanmasını sağlamak için gerekli güvenlik testlerinden geçtiği sonucuna varılmıştır. Sonraki deneylerde B.t.i.H-14 endotoksini hücre içinde değişkenlik için denendiğinde negatif sonuçlar elde etmişlerdir. Değişkenlik görüntüsü ve allerjik madde testleri ile birlikte dermal, solunum, paranteral ve ağızda maximum dozlar uygulanmış ve bunların tümünün tehlikesiz olduğu gözlenmiştir. Su içimindeki kullanımında bile *B.t.i.H-14* 'ün tolerans sınırları olmaksızın da güvenilir olduğu gösterilmiştir(12).

*Bacillus thuringiensis*'in terminolojisi son zamanlarda tekrar ele alınmıştır. *Bacillus thuringiensis*'in son olarak 27 varyetesi 24-H tipi yaklaşık 28 kristal serotipi, 50 den fazla mutantı izole edildiği yayınlanmıştır(12).



Bu bakteri bulunuşundan beri bütün dünyada bilimciler tarafından test edilmiş ve sadece sivrisinek ve karasinek larvalarına karşı toksik olduğu bulunmuştur(12).

Batı ülkelerinde yalnızca 3 önemli firmanın B.t.i.H-14'ü derin fermentasyon tanklarında ticari olarak ürettiği bilinmektedir. Diğer taraftan Çin, İsrail, Hindistan, Nigeria'da bu bakterinin geleneksel metodlarla üretildiği ve üretim sırasında oksijen, nitrojen, glukoz, ve birkaç minerale belli sıcaklığa gereksinme olduğu bildirilmiştir (12).

B.t.i.H-14 Afrikanın yukarı volta bölgesinde Onchocerciasis kontrol programında, Simulium larvasına karşı etkili bulunmuştur. fildişi sahilinde Maraboue nehrinde kayıkla yapılan büyük çaplı alan deneyi, *S.damnsum* larvasının 19 km içinde tamamen yok olması ve ek bir 15 km içinde de kısmen azalması ile sonuçlandığı bildirilmiştir(57).

Endonezya'da *Anopheles sundaicus*'a karşı tarla denemelerinde B.t.i.H-14 nin tatmin edici bir şekilde larva yoğunluğunu azalttığı ve aynı zamanda erişkin sivrisineklerin insanlara saldıranların yoğunluğu üzerinde de bir etkisi olduğu görülmüştür(79).İsrail de uygulandığı tüm geniş su birikintilerinde olduğu gibi, doğal sivrisinekkontrol ajanı olarak eşsiz bir pestisid olarak kullanıldığı bildirilmektedir(79).

Şimdiye kadar B.t.i.H-14, kimyevi insektisidlere bir çapraz dirençlilik göstermemiş olup, buna karşı dirençli larva vakaları bildirilmemiştir. B.T.i.H.14'ün 1983 de sıvı formülasyonunun litresinin 4.87 dolar olduğu(79), bir araştırmacıya göre ise yaklaşık 5.7 hektarlık alana 1.87 dolar maliyet getirdiği açıklanmıştır(19). Genişleyen pazar ve gelişen teknolojiye bağlı olarak fiyatının düşeceği sanılmaktadır. En durgun havuzlarda düşük organik şartlarda özellikle arzu edilen bu toksin genlerinin trasferi ile toksin üretebilen bakterilere dönüştürülmesi arzu edilmektedir. Genetikçilerin, mikrobiyologların ve böcek patolojistlerinin yoğun çabaları ile vektörlere karşı daha gelişmiş

kontrol ajanlarının bulunması tropikal ülkelerde ve Türkiye’de özellikle Akdeniz bölgesinde büyük çaplı tarla deneylerinde sivrisineklere karşı B.T.i.H-14 denenmesi önerilmektedir(19,61).

### ***Bacillus thuringiensis var.israelensis H-14’ün Etki Mekanizması***

Formülasyonda bulunan bakteri B.t.i.H-14 sporlarının larvisidal bir etkisinin olmadığı, larvasit etkisini meydana getiren sporlara bağlı protein kristalleri olan endotoksinler olduğu açıklanmıştır(100). Protein kristallerinin etki gösterebilmesi için larva tarafından sindirilmesi gerektiği, larvanın sindirim sisteminde alkali ortamda salgılanan enzimlerle karşılaşan protein kristallerinin parçalanarak toksik etkisi olan 5 ayrı polipeptitlerin (endotoksinler) ortaya çıktığı ve sonuçta larvanın mide epitel dokusunun parçalanarak mide içeriğinin vücut boşluğuna dolmasına neden olduğu gösterilmiş ve larvanın 1 saat ile 24 saat içerisinde öldüğü açıklanmıştır(100).

B.t.i.H-14’ün protein kristalleri yalnız sivrisinek larvaları midesinde salgılanan enzimle parçalanabilmekte ve parçalandıktan sonra toksik maddeye (endotoksinlere) dönüşmektedir. Protein kristalleri başka hiçbir canlı mide ve barsak enzimi tarafından parçalanamamakta ve dolayısıyla hiçbir canlıya hiçbir şekilde toksik etki yapamamaktadır. B.t.i.H-14’ün uygulandığı ortamda larva tarafından alınmayan sporlar ve protein kristaller, 48 –72 saat içinde dibe çökmekte, diğer mikroorganizmalar tarafından veya diğer organik maddeler tarafından parçalanmakta olduğundan bu bakteri sporlarının tekrar dönüşüm ve yenileme yapamadıkları bildirilmektedir(100).

Balıklar, kuşlar, hedef dışı böcekler, kurbağalar ve kaplumbağalar gibi çok sayıda türün dahil olduğu canlılar üzerinde kısa ve uzun süreli çalışmalar yapılmış; yüksek dozlarda dahi toksik bir etkisine rastlanamadığı açıklanmıştır. Arılar, kılkanatlılar, ipekböceği, mayıs böceği, kızböceği gibi yararlı böceklere toksik etki göstermediği, ayrıca kabuklulara, istiridyelere, yumuşakçalara, yassı kurtlara toksik olmadığı gösterilmiştir. Omurgalı ve hedef dışı omurgasızlara olumsuz bir etki göstermediği gibi 20 yıla yakın bir

zamandan beri kullanılmasına rağmen insanlar üzerinde herhangi bir etkisinin görülmediği bildirilmiştir(100).

Bu preperatın fiziksel özelliklerini düzenlemek ve yüksek tesirini sağlamak için üretim işlemi boyunca yoğunlaştırım metodu kullanıldığı ve yeknesak bir formülasyonun elde edildiği açıklanmıştır. Çok fazla otlamanın bulunduğu sularda, pH-9'un üzerinde olduğu, serbest klor veya yüksek inorganik tuzların bulunduğu ve su sıcaklığının çok düşük olduğu ortamlarda bu preperatın dozlarının artırılarak uygulanabileceği bildirilmektedir(100).  
Sivrisnek savaşında

*Bacillus thuringiensis var. Israelensis H-14 (AQUABAC XT )* Amerika Birleşik Devletleri'nde Backer laboratuvarları tarafından üretilen aktif içeriği; her litresinde 1.28 milyar/ITU *B.t.i.H-14* içermekte olan bir biolarvasit olduğu, dünyanın hemen her yerinde toprakta ve suda var olan saprofit bir bakteri olarak tanımlanmaktadır(100). Üretiminin özel fermantasyon tanklarında besin, sıcaklık, oksijen gibi değişkenlerin bakteriyel konsantrasyonun gelişmesini etkileyerek sporulasyonun oluşması ile sağlandığı, fermantasyon tanklarında sporlaşan *Bacillus Thuringiensis var.Israelensis* bakterisinin, çökertme (presipitasyon), santrifüjleme, ultrafiltrasyon yöntemi ile sporlarından ve sporlara bağlı Protein toxin=Endoksinlerden (protein kristallerinden) ayrıştırılması ve ayrıştırılan protein toxinlerin biyolojik aktiviteleri ve stabilitesinin artırılması ile elde edildiği bildirilmektedir(100).

#### ***Bacillus thuringiensis* 'nin Emniyet ve ekolojik etkileri:**

Bu bakteri için emniyet testlerinin yapılması öngörülmektedir. Uçan canlılara 690 gün ve büyük farelere 730 gün *B.t.i.H-14* yedirilmiş, farelere, sıçanlara ve kobaylara paranteral enjeksiyon, solunum ve kısa süreli besleme uygulandığında hiç bir yan etki görülmediği; gönüllü insanlara 5 gün boyunca günde  $10^{10}$  spor verildiğinde hiç bir hastalık belirtisinin olmadığı, bildirilmiştir(13,35,38,42).

Ticari ismi B.t. ssp. Kurstaki olan bakteri ile memelilere bulaşıcılık çalışmaları yapan Hadley; beş aylık koyunlarda ağızdan besleme yapıldığında koyunlarda toksik olmadığını, böylelikle *B.t.i.H-14*'ün bir memeli patojeni olmadığını belirtmiştir. Aynı araştırmacı Jones ve Hunt'un yaptığı çalışmalarla paralellik içinde olduğunu vurgulamıştır(44). Siegel ve Shadduck tarafından B.t.spp israelensis'e has güvenlik çalışmaları yapılmış; Fare gözüne, beynine ve iç karın zarına yüksek dozlarda bakteri enjekte edildiğinde hiç bir toksite ve bulaşıcılık olgusuna rastlanmadığı bildirilmiştir(83).

Aynı araştırmacılar ayrıca immunize edilmiş farelerin *B.t.i.H-14* ile enfeksiyona yatkın olmadığını belirtmişlerdir. Antikor duyarlılığına bağlı T-lenfosit eksikliği çeken farelerin, iç karın zarı enjeksiyonundan sonra dalaktan mikroorganizmayı başarılı bir şekilde temizlediklerini belirtmişler ve tamamen sağlıklı bir immun sistemin *B. thuringiensis var.israelensis H-14*'e karşı başarılı bir korunma için, gerekli olmadığını ve benzer şekilde insana da uygulanabileceğini göstermişlerdir. Farelerin dalağında yedi haftaya kadar dayanan B.t.i.H-14 'ün hiç bir çoğalma ve bakteri verilmesinden sonra hiç bir hastalık bulgusuna rastlanılmadığı, organizmanın, farelerin akciğerlerine girdikten bir hafta sonra yok olduğu ve serebral enjeksiyondan üç hafta sonra da farelerin beyinde tamamen yok olduğu bildirilmiştir(83).

Yayınlanan çalışmalardan anlaşılacağı B.t.i.H-14'ün önemli toksikant olmadığı, zehirsiz olduğu, patojenik olmayan ve immun eksikliği olan insanlara da verilebileceği belirtilmiştir(77).

Evcil ve evcil olmayan hayvanlara B.t.i.H-14 verilmesinin güvenliği konusundaki bulguların diğer araştırmacıların bulguları ile uyduğu görülmektedir. Organizmanın yüksek dozda kafatası içine, göz içine enjeksiyonu, belirgin toksisite ya da bulaşıcılık göstermemiştir. Ağız, parenteral, solunum ve deri gibi klasik uygulama bölgelerinde hiç bir toksisite ve patojenlik görülmemiştir. İmmun baskılanmış hayvanlarda hiç bir allerjik durum ve mutasyon (değişim) görülmediği gibi B.t.i.H-14'ün memelilere hiç bir tehlikesi olmadığı belirtilmektedir(77).

Fare, sıçan, kobay ve tavşanlarda yapılan ileri çalışmalar, bu ajana karşı büyük tolerans olduğunu göstermiştir. B.t.i.H-14'ye maruz kalan hayvanlar organizmayı sistemlerinden ve dokularından hızla atabilmişler ve hiç bir çoğalma belirtisi olmadığını göstermişlerdir(75).

B.t.i.H-14'ün ayrıca hem karada hem de denizde yaşayan (amfibiyan) canlılar için de emniyetli olduğu belirlenmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalar göstermiştir ki amfibiyanlara toksik değildir ve diğer canlıların uygulanan dozlardan etkilenmediği belirtilmektedir. Lacey ve Mulla yaptıkları çalışmalarda su ortamında yaşayan herhangi bir canlıya güvenliğini ortaya koymuşlardır. Hareketli çevredeki herhangi bir organizma üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı ve hareketsiz çevredeki bir kaç grup üzerinde sınırlı etkisinin olduğunu belirtmişlerdir(56).

Madagascar'ın orta bölgelerinde sıtmanın oldukça endemik olduğu yerlerde yapılan bu çalışmada; sıtmanın *An.arabiensis* ve *An. funestus* tarafından bulaştırıldığı, *An.arabiensis*'in özellikle pirinç üretilen alanlarda yaygın olduğu, *Bacillus thuringiensis* ve *Bacillus sphaericus*'un formülasyonlarının *An.arabiensis* larvalarına karşı sahada 5 ayrı yerde değerlendirildiği, B.t.i.H-14'ün granüler formülünün küçük havuzlarda ve yağmur suyu birikintilerinde çok iyi kontrol sağladığı, pirinç tarlalarında granüler ve sıvı formülasyonu sırasıyla 2.5 kg/ha ve 0.6 lt/ha larvaların tamamen kontrol altına alındığı bildirilmiştir(76).

*Bacillus thuringiensis* 'in 4 suşunun *Aedes aegypti*, *Anopheles stephen* ve *Culex pipiens* larvalarına karşı oldukça toksik olduğu ve larvisidal ve hemolitik etkinliklerinin saptandığı belirtilmiştir(74).

Florida'da bir laboratuvarda üretilen *Aedes albopictus* populasyonuna karşı 5 organofosfat (Chlorpyrifos, chlorpyrifos methyl, fenthion, malathion ve temephos) 3 pyrethroids (bifenthrin, cypermethrin, ve permethrin) ve 2 mikrobiyal biolarvasit *Bacillus thuringiensis var.israelensis H-14* ve *Bacillus sphaericus* olarak denenmiştir. Bunlara ek olarak 3 böcek büyüme hormonu

ilave edilerek değerlendirildiğinde; malathion haricinde bütün organofosfatların 0.069 ppm(chlorpyrifos) de 0.026 ppm (fenthion arasında değişen düşük LC<sub>90</sub> gösterdiği saptanmıştır. Böylece larvaların malathiona dirençli oldukları düşünülmüştür(3).

İnşaat alanlarında ve çatılardaki terkedilmiş su depolarında *An. stephensi*'nin çoğalmalarında *B.t.i.H-14* ile yapılan çalışmada; yüzey alanına 1gr/m<sup>2</sup> olacak şekilde uygulandığında *An. stephensi* çoğalmasının kontrol altına alındığı, uygulamadan sonra 3. gün, 18.gün, 21. günlerde bu yaşam yerlerinde pupa oluşumunun gözlenemediği belirtilmiştir. Bu nedenle biyoçevresel vektör kontrolunda tercih edilmesinin yerinde olacağı, ancak çatılardaki terkedilmiş su depolarında, sık aralıklarla uygulanmasının ekonomik ve pratik olamayacağı bildirilmiştir(55).

*Bacillus sphaericus*'un özellikle *Culex* spp. sivrisineklerinin larvalarına karşı güçlü bir insektisid olduğu çeşitli laboratuvar ve saha çalışmalarıyla kanıtlanmış, *Culex* sivrisineklerine karşı güçlü etkinliğinden dolayı, lenfatik parazit hastalıklarının taşıyıcısı olan *Culex quinquefasciatus* larvalarının kontrolünde ümit verici insektisit olarak görüldüğü belirtilmiştir(8).



## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız, İzmir'in 80 km. güneyindeki Selçuk ilçesine bağlı Zeytinköy'deki bataklıklardan larva kepçesiyle içinde doğal su bulunan kavanozlara aktardığımız *Anophe* larvalarının, Anabilim dalımızda kurmuş olduğumuz insektaryuma getirilmesi, *Anophe* kolonisinin devam ettirilmesi ile gerçekleştirilmiş ve bu larvaların B.t.i.H-14 'e karşı duyarlılığı araştırılmıştır.

### **Insektaryumun kurulması**

Duvarları beyaz fayansla kaplı, yüksekliği 2.40 m., boyu 3 m., eni ise 2.20 metreden oluşan insektaryum iç içe iki odadan yapılmıştır. Odanın en dipte olanına, kafeslerin yerleştirilmesi için çelik raflar monte edilmiş olup, oda güneş ışığına yakın bir ışık olması nedeniyle floresan lamba ile aydınlatılarak ışık periyodu 8 saat aydınlık 16 saat karanlık şeklinde düzenlenmiştir. Insektaryumun ısısı, yağlı ve ayarlanabilir radyatörle kış aylarında da sabit ( $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) tutularak, nem oranı da % 65–80 olabilecek şekilde odaya su küvetleri konularak ayarlanmış aynı zamanda oda her gün havalandırılmıştır.

### **Larvaların habitatlardan toplanması**

Sivrisineklerle laboratuvar çalışmaları oldukça sınırlı ve doğal şartlara göre daha da zor yapılabilmektedir. Sivrisineklerin laboratuvar koşullarına adaptasyonu ve bilhassa larva dönemlerinde beslenmeleri sırasında pek çok zorluklarla karşılaşmaktadır.

Larvalar, derinliği az ve durgun olan temiz sulardan, 20 cm çapında ve 3 cm derinliğindeki larva kepçesiyle suyun yüzeyinden toplanıp, içinde su bulunan taşıma kavanozlarına puar-pipet yardımı ile konulduktan sonra laboratuvarımıza getirilmişler ve içinde bu kez dinlendirilmiş doğal kuyu suyu bulunan 26 cm boyunda, 20 cm eninde ve 6 cm derinlikteki plastik küvetlere aktarılmışlardır.

Daha sonra karaciğer tozu, piyasadaki akvaryum balıkları için hazırlanan toz yemlerle, yeast extrat, ile beslenmiş ve bu yemler arasında larvaların en çok sevdiği yem araştırılmış, gün aşırı küvetler temizlenerek suları değiştirilmiştir.

### **İnsektaryumda larvaların üretilmesi ve sürekliliğinin sağlanması**

Gelişmelerini devam ettiren larvalar küçük kafeslere (30X30X30cm)(Şekil1) konmuş ve erişkin hale gelen sivrisinekler ağız aspiratörü veya emme tüpü adı verilen tüp yardımı ile büyük kafese (55X55X55 cm)(şekil 2) aktarılmışlardır. Erişkin sivrisineklerin beslenmeleri için %10'luk şekerli suya batırılmış pamuklar kafeslere yerleştirilmiş, dişi sivrisinekler için haftada iki kez kan emmelerini sağlamak amacı ile sırtındaki tüyleri tıraşlanmış canlı tavşan kafesler içine konmuştur. Daha sonra bu büyük kafesin içine, kan emen dişilerin yumurtlayacakları ve aynı zamanda yumurtaların kenarlara yapışmasını önlemek için kenarlarında filtre kağıdı bulunan su küvetleri konulmuş ve dişi sivrisineklerin 48 saat sonra yumurtladıkları görülmüştür. Küvetteki yumurtalar büyük kafesten çıkarılarak 1.evre larvaların gelişeceği ayrı kafeslere konmuşlardır. Larvaların 24 saat sonra yumurtadan çıktıkları gözlenmiştir. Larvaların sayısı küvetlerde azaltılmış, 2. ve 3. Evreler gömlek değiştirmelerini geçirdikten sonra, larvaların 4.evreye gelmesiyle küçük kafeslere alınarak pupa ve erişkin hale gelmeleri sonucu *Anophe'*lerin insektaryumda sürekliliği sağlanmıştır.

### ***Bacillus thuringiensis israelensis H-14(AQUABAC XT)***

Güney Caroline Üniversitesi Uluslararası Halk Sağlığı Anabilim Dalı tarafından kalite kontrolü yapılan, Amerika Birleşik Devletlerinde yüksek standartlı ve zararlı birleşik içermeyen ürünlerin üretilmesine izin veren yasa ve yönetmeliklere uygun olarak formülasyonunda hiç bir mikrobik ve kimyasal kirlenici bulunmayacak şekilde üretilen, *Bacillus Thuringiensis* (AQUABAC XT) İL-MAK firmasından 1 lt.'lik plastik şişe içinde koyu sarı sulu süspansiyonu temin edilmiş olup daha çok arazi uygulamaları için (Tablo2) önerilen formülasyonu araştırmamızda laboratuvar koşullarına göre hazırlanarak uygulanmıştır. Formülasyonun önemli karakteristiği, uygulandığı sivrisinek

larvasının beslenme alanında 48-72 saat gibi uzun süren aktif içeriğin süspanse olmasını sağlamaktır.

**Tablo 2. Arazideki Suların Özelliğine Göre Uygulama Doz ve Oranları.**

| HABİTAT                   | Uygulama Dozu | Seyreltme Oranı       | Uygulama Oranı |
|---------------------------|---------------|-----------------------|----------------|
| Temiz ve durgun sular     | 300 ml/ha     | 30 ml ilaç+9970 ml su | 100 lt/ha      |
| Kirletilmiş ve otlı sular | 600 ml/ha     | 60 ml ilaç+9940 ml su | 100 lt/ha      |

Laboratuvarımızdaki denemeler  $26^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 8 saatlik peryotlarla yürütülmüştür. İnsektaryum koşullarında 3.evre *Anophele* larvaları çalışmalarımızda kullanılmış olup, Denemeler, içine 1 litre doğal kuyu suyu konulmuş olan plastik küvetlerde gerçekleştirilmiştir. Plastik küvetlere 0.01ml/lt, 0.03 ml/lt ve 0.003 ml/lt., gibi değişik konsantrasyonlarında *Bacillus thuringiensis israelensis* H -14 sıvı formülasyonu hazırlanmıştır. Bu plastik deney küvetlerine 25'er adet larva, bunlara karşılık aynı doğal kuyu suyundan plastik küvete de kontrol grubu olarak 25 adet larva konmuş ve yukarıdaki oranlardaki B.t.i.H-14 ilave edilerek küvetlerdeki larvaların ölüm oranları izlenmiştir.

## BULGULAR

Anabilim dalımızda ilk kez uygun şartlarda bir insektaryum kurulması için ön çalışmalar yapılmış, öncelikle yer temin edilmiştir. Bodrum katta kurulan insektaryumumuz , yaz için serin, kış mevsiminde de sıcaklığın korunabileceği düşünülerek uygun görülmüştür. Her ne kadar penceresi bulunmuyorsa da havalandırma kapılardan yapılabilmekte, nemlendirme otomatik cihaz temini yapılamadığından su kuvvetleri konularak yapılabilmekte, aydınlatma sistemi anahtarla açıp-kapama şeklinde uygulanmıştır. Fotoperyot sistem otomasyonu kurulamamıştır.

Larvalar doğadan laboratuvara nakilleri esnasında fazla çalkalanmadan ve tahrip olmadan getirilmişlerdir. Nakilleri esnasındaki doğal suda yaşayan ve farkedilemeyen küçük canlılar, gözle görülemeyen protozoonların larvaların yaşamlarını etkiledikleri görülmüştür. Sudaki yosunların larvaların suyun dibine batmalarına neden olmakta, dolayısıyla oksijen alınımlarını engelleyerek ölümlere sebep olmaktadır. Yeni ortamlarındaki suyun yüzeyinde de zar şeklinde tabaka oluşarak larvanın hava ile teması kesilmekte, ayrıca kireçlenmeler veya oluşan mantarlar ve parazitler nedeniyle larvalar yaşamlarını yine kaybetmekte oldukları gözlenmiştir.

Bilhassa 1.evre larvalarında su seviyesinin de önemli olduğu görülmüştür. Su derinliği 2 cm'yi geçmesi yumurtadan yeni çıkan larvalar için hayati önem teşkil etmektedir. Dibe inen larvalar oksijen almak üzere su yüzeyine çıkmakta zorlanmaktadır. Larvaların bir kaç kere devinim yapmaları gerekmekte ve solunum yetersizliği sonucu boğularak ölmektedirler.

Larva üretim k vetlerinde zamanla suyun üzerinde gerek besin artıkları, gerek suyun beklemekle üzerinde zar görünümünde, larvaların hava ile temasını kesen bir oluşumla karşılaşılmıştır. Bu da ölümlere neden olmuştur. Bunu önlemek için suyu hafifçe karıştırmak ve zarımsı oluşumu kağıt parçasıyla alarak, bu olumsuzluk giderilmiştir.

Larvaların beslenmesinde karaciğer tozunun en uygun olduğu, bazen yeast extrat ve koyun beyni tozu kullanmamıza rağmen besleyici olmadığı görülmüş, yeterli başarı sağlanamamıştır.

Değişik su örnekleri (distile su, yağmur suyu, klimadan sızan su, doğal kuyu suyu, kloru dinlendirilerek uçurulmuş şebeke suyu) denenerek larvalar için en ideal olanı araştırılmıştır. Zaman zaman şebeke suyunun verimli olduğu gözlenmiş ise de bunun o dönemlerde suyun klorlanmaması nedeniyle oluştuğu görülmüştür. Larvalar suda erimiş minerallerden de yararlandıkları için distile suyun uygun olmadığını ve larvalarda osmotik basıncı nedeniyle ölümler meydana geldiği saptanmıştır.

Erişkin *Anophe'*lerin en iyi tavşan kanı ile beslendikleri ve yumurta verimlerinin de buna paralel olarak arttığı tesbit edilmiştir.

Tavşandan kan emen dişi sivrisineklerin ortalama 48 saat sonra yumurtlamaya başladıkları gözlenmiştir.

Sivrisinekler su yüzeyine paralel konarak ve küvet kenarına yumurtladıkları için küvetin kenarına süzgeç kağıdı yapıştırmak suretiyle yumurtaların su ile teması sağlanmıştır. Yumurtadan çıkan 1.evre larvalar küvet içinde yoğun oldukları için, bir kısmı diğer küvetlere aktarılmıştır.

Vektör kontrolünde önceleri çeşitli larvasitler kullanılmış; ancak biolarvasitlerin öneminin anlaşılmasından sonra yeni preparatlar üzerinde durulmuştur. *Culex* ve *Aedes*'ler üzerinde laboratuvar koşullarında bu konuda çok az çalışma yapıldığı, çalışmaların daha çok arazi uygulamalarına yönelik olduğu görülmüştür. Laboratuvar koşullarında *Anophe'* larvalarına karşı

*Bacillus thuringiensis*'in 0.01ml/lt., 0.03ml/lt., 0.003ml/lt. dozlarında etkinliği anabilim dalımızda ilk kez uygulanmıştır.

Bu 3 doz uygulamasından sonra larvalarda ölüm(mortalite ) oranları 0.003 ml/lt dozunda en düşük olarak 25 larvadan 3 ( % 12 )'ü, 0.01ml/lt.dozunda 25 larvadan 18 (% 72)'i, 0.03 ml/lt dozunda ise 25 larvadan 24 (% 96)'ü en yüksek değerde bulunmuştur. Kontrol küvetinde de 1 larvanın öldüğu görölmüştür.

Çalışmalarımız sonucunda larva ölümleri 8 saat sonra tamamlanmış olup, *Anophe* larvaları *Bacillus thuringiensis* 'e karşı oldukça duyarlı bulunmuşlardır.





## TARTIşMA

Her türlü su kaynağını üreme yeri olarak kullanan sivrisineklerin sudaki hayat şekli olan larvalarla savaşımda; hayatın kaynağı olan suyu ve sudaki hedef dışı canlı yaşamı korumanın tek yolu biyolojik savaşım olduğu kanısındaız. Doğal habitat ve arazide uygulanacak larvasitlerin etkinliğinin en yüksek derecede olabilmesi için denemelerin öncelikle laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmesinden sonra yapılması daha doğru olacağını düşünmekteyiz.

Bu nedenle öncelikle bir insektaryum oluşturma çabası içine girilmiş, Anabilim Dalımızda olanaklarımız dahilinde kurmuş olduğumuz insektaryum, ilerideki çalışmalarımızda da kullanılmak üzere olanaklarımız ölçüsünde donatılmıştır. Böylece sivrisineklerin doğadan ayrı olarak yaşamlarını sürdürebilecekleri bir ortam oluşturulmuştur.

Her canlıda olduğu gibi sivrisineklerde de beslenmenin önemli olduğu larva ve ergin evrelerinde farklılık gösterdiği bildirilmiş ve kaynak bilgilerin doğrultusunda en sevdikleri yemler ve tercih ettikleri omurgalı kanı araştırılmış ve çalışmalarımızda kullanılmıştır.

Ne yazık ki sivrisinek ve sıtma ile büyük sorunu olan ülkemizde bu gibi çalışmalar çok az ve yeni yeni yapılabilmektedir. Sıtma vektörü olan sivrisineklerin kontrol altına alınmasında veya bunlarla savaşımda, uygulanmakta olan fiziksel, mekanik, kimyasal yöntemlerin geniş bir yer tuttuğu bilinmektedir. Piyasada değişik isimler ve kimyasal formüllerde satılan, insektisit ve larvasitlerin prospektuslarında "hem erişkinlere hem de larvalara karşı etkilidir" ifadesi bulunduğundan, yanlış uygulamalar sonucu insektisitler larva savaşında ve larvasitler de insektisit olarak kullanılmakta ve Malathion ile Actellic gibi larvasidlerin uygulanmasında Abate formülasyonlarından

binlerce litre kullanılmasına rağmen yeterli sonuç alınamamıştır. Bu nedenle insektisitlerin yanlış ve gittikçe artan ölçüde kullanımının, vektörlerde büyük oranda direnç gelişimine yol açtığı gözlenmiş olup, çevre sağlığı nedeniyle de yeni arayışlara gidilmiş, biyolojik savaşım yöntemleri gündeme gelerek önem kazanmıştır(102).

Biyolojik kontrol yöntemleri bir zararlı arthropod'a karşı o zararlının doğal düşmanlarını kullanarak yapılan savaş anlamına gelmektedir. Biyolojik savaşta predatörler, bakteriler, viruslar, mantarlar, protozoonlar ile diğer parazitlerin kullanıldığı bilinmektedir. Biyolojik kontrol yöntemlerinden *Anophele* larvalarının *Bacillus thuringiensis israelensis H-14* 'e karşı duyarlılıkları üzerine ülkemizde çalışmalara rastlanmamıştır. Ancak bu preparatın *Culex* cinsi sivrisinekler üzerine etkilerinin saha çalışmalarında araştırıldığı görülmüştür. Yapılmış olan araştırmaya göre kullanılmış olan larvasitin yüksek aktivite göstermiş olduğu, buna karşılık herhangi bir mortalite değerinin verilmediği gözlenmiştir (19). Laboratuvar koşullarında ve *Anophele* cinsi sivrisinekler üzerine *B.thuringiensis*'in etkisi ilk kez tarafımızdan araştırılmaktadır.

Biyolojik kontrol yöntemleri arasında olan protozoon'lardan Mikrosporidia'lar üzerinde yapılan araştırmalarda, larvaların beslenmeleri esnasında hastalandıkları ve metamorfozlarının engellendiği gözlenmiş, bu enfeksiyonun plasmodiumların gelişmesini önlediği ve dolayısı ile sivrisineklerin yaşam sürelerini kısaltarak ölmelerine sebep olduğu bildirilmiştir(112).

Ayrıca larvalara, beslenmeleri esnasında büyüme hormonları (Juvenil) verilerek yapılan çalışmalarda, larvaların gelişmeleri engellendiği, anomaliler olduğu, larvaların öldükleri saptanmış olup, büyüme hormonlarının da biyolojik kontrolda kullanılabileceği bildirilmiştir(28,87).

Halk sağlığı yönünden önem taşıyan artropodların, insektisitlere dirençli olmaları konusunda yayınlanan bir çalışmada, insektisitlere dirençli artropod

sayısının 1946'da 2 iken, 1980'lerde 150'nin üzerine çıktığı, sivrisineklerde bu sayının 1957'de 7 iken 1980 'lerde 93'e yükseldiği yayınlanmıştır. Çoğu türde ise çoklu direnç geliştiği ve bunun da kimyasal yöntemlerle kontrol çalışmalarını daha da zorlaştırdığı ve ekonomik yönden de güçleştirdiği bildirilmektedir(108).

Dünya Sağlık örgütü'nün çalışmalarında cinsleri belirtilmeden verilen sonuçlarına göre, sivrisineklerin 71 türünde DDT'ye, 74 türünde dieldrin'e, 33 türde organofosforlu bileşiklere, 4 türde karbamatlara ve 2 türde de piretroitlere karşı direnç geliştiği yayınlanmıştır(108).

İtalya'nın kuzey doğusunda, Adriatik kıyısındaki Friuli kasabasında 3 değişik bölgeden toplanan *Culex pipiens* larvalarının, organofosforlu bileşiklerden Temephos ve Malathion ' duyarlılıklarını ölçmek amacı ile laboratuvar şartlarında testler yapıldığı; bu testlerde 24 saatlik periyodlarla herbir insektisit artan dozlarının uygulandığı ve larvaların ölüm yüzdeleri incelenerek LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri verilmiş olup; *Culex pipiens* larvalarının Malathion ve Temephos'a karşı direnç geliştirme oranları belirlenmiş ve bu çalışma sonucunda turistik bölgelerde yoğun olarak uygulanan kimyasal insektisitlere karşı direnç geliştiği ortaya konmuş, daha önce sivrisinek kontrolü yapılmamış tarımsal alanlardan toplanan sivrisineklerin de bu kimyasallara az duyarlı oldukları bildirilmektedir(114).

Bugün gelişmiş tüm dünya devletlerinde (A.B.D., Kanada, Fransa, Hollanda, İngiltere, İspanya, İtalya, Yunanaistan ve İsrail) sivrisinekle savaşmada Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO,EPA ) önerilerine uygun olarak Biolarvasit (*Bacillus thuringiensis var.israelensis H-14* kullanılmakta olduğu bildirilmektedir(61,106).

Daha önce belirttiğimiz gibi *Bacillus thuringiensis israelensis H-14* ile duyarlılık çalışmaları daha çok *Culex* larvaları üzerinde yapılmış, örneğin Çukurova bölgesinde laboratuvar koşullarında *Bacillus thuringiensis israelensis H -14* ile yapılan bir çalışmada; *Culex pipiens* larvalarının

insektaryumda duyarlılığı 24 saat için 0.023, 0.043. 48 saat için de 0.011-0.031,0.13 olarak bildirilmiş, mortalitesi ancak araştırmamızdaki sonuçlarla farklı şekilde olduğu görülmüştür (19).

Endonezya'da tarla denemelerinde kullanılan *B.thuringiensis* ile yapılan çalışmada *Anopheles sundaicus*'a karşı tatmin edici derecede larva yoğunluğunu azalttığı ve dolaylı olarak erişkin sivrisineklerin azaldığı vurgulanmaktadır (79).

Almanya'da yine *Culex pipiens* larvalarıyla yapılan çalışmada; 0.005, 0.05ve 0.01 konsantrasyonlarındaki uygulamada % 97.3'lere varan bir mortalite buldukları bildirilmiştir(8). Bu sonuçların araştırmalarımızda aldığımız sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Madagascar'ın orta bölgesindeki sıtmanın endemik olduğu yerlerde *Bacillus thuringiensis israelensis* H-14 'ün granül formülünün küçük havuz ve yağmur suyu birikintilerinde çok iyi kontrol sağladığı, pirinç tarlalarında sıvı formülünün 0.6 lt/ha dozunun, larvaların tamamen kontrolünde başarılı olduğu belirtilmektedir(76).

Bu araştırmamız ile öncelikle Anabilim dalımızda bir insektaryum kurulmuş olması ve *Anopheles* cinsi sivrisinekler üzerinde B.t.i.H-14 ile duyarlılık çalışmalarının yapılmış olması ve insektisit hassasiyet testlerinin uygulanması açısından önemli olduğunu düşünmekteyiz. Bundan sonra diğer sivrisinek cins ve türleri ile yapılacak çalışmaların başlangıcı olabileceğini düşünerek, insektaryumun daha geliştirilmesi gerektiği, özellikle *Anopheles* cinsi sivrisineklerin devamlı olarak insektaryumda üretilmeleri, çoğaltılmaları, larvaların daha iyi beslenebilmeleri ve hassasiyet deneylerinin daha büyük çapta ve daha çok larva ve erişkinlerle yapılabileceğini düşünerek, bu çalışmanın bundan sonraki çalışmaya ışık tutabileceğini vurgulamak istiyoruz.

## ÖZET

Sivrisinekler dünyada ve yurdumuzda halk sağığı açısından oldukça önemli arthropodlardır. Başta Sıtma olmak üzere, Filariasis ve Arbovirüs'lerin vektörlüklerini yapmakta ve hastlıkları bulaştırmaktadırlar. Sosyo-ekonomik koşulların gelişememiş olması, parazit hastalıkların yayılmasında, sivrisineklerin üremelerinde ve yayılmalarında başlıca etken olabilmektedir.

Araştırmamızda sivrisineklerle çalışabilmek için Anabilim Dalımızda bir insektaryum oluşturulmuş, doğadan getirdiğimiz larvaların burada gelişmeleri erişkin, yumurta ve larva dönemlerini geçirmeleri sağlanmıştır. Kimyasal larvasitlerin çevreye zararlı etkileri ve larvaların direnç kazanmaları nedeniyle en etkin savaşım yöntemlerinden olan biyolojik kontrolün laboratuvar koşullarında *Anophele* larvalarının *Bacillus thuringiensis israelensis H-14* 'e olan duyarlılıkları araştırılmıştır. sekiz saatlik zaman periyodu içinde (0.01 ppm, 0.003 ppm ve 0.03 ppm) formülasyonları uygulanmış ve en yüksek konsantrasyonda ölüm yüzdesi % 96 olarak saptanmış olup, *Anophele* larvalarının bu preparata karşı oldukça duyarlı oldukları kanısına varılmıştır.

## SUMMARY

Mosquitoes are important arthropods effecting public health in our country and in the world. They are vector for malaria, filariasis, arbovirus infections.

An insectarium was established in our to perform the necessary experiments. Larvae were collected from field and were observed adult, egg, larvae and pupae stage in the laboratory conditions.

Because of harmful effects of chemical larvaecytes for and the resistance of larvae against chemical larvaecytes, the sensitivity of Anopheles larvae against B.t.i H-14 were evaluated. Different concentration of B.t.i H-14 were tested and 96 % mortality was observed in highest concentration. We determined that Anopheles larvae are sensitive against B.t.i H-14.

## KAYNAKLAR

1. **Ali A.** *Bacillus thrungiensis* serovar.israelensis (ABG 6108) against chironomids and some nontarget aquatic vertebrates. *J Invertb Pathol* 38, (1981), 264.
2. **Alkan M Z.** Anadolu tarihinde sitmanın önemi. *T Parazitol Derg* XIV. 3-4, (1990), 5-10.
3. **Arshad Ali, Nayar Jai K.and Dexue Rui.** Comparative toxicity of selected larvicides and insect growth regulators to a Alorida laboratory population of *Aedes albopictus*. *J Am Mosquito Control Association*,11(1), (1995), 72-76.
4. **Barjac H de, M. Veron, Cosmao D.** .Caracterisation biochmique et seroloqique de souches de B.sp.patogens ou non pourles moustiques. *Ann Microbiol*, 31, (1980), 191.
5. **Barjac H de.** Un nouveau candidat a la lutte biologique contre les mostiques: *B. thrungiensis* var. *israelensis*. *Entomo phaga*.23, (1978), 309.
6. **Barjac H. de.** Note on the preparation of a reference formulation IPS-78 for bioassay of experimental and industrial formulation of *B. thrungiensis* var. *israelensis* serotype H-14 WHO/VBC/79, (1979), 741.
7. **Beale GH.** The genetics of drug resistance in malaria parasites bull.WHO. 58, 5, (1980), 799- 804.



8. **Becker N, Zgomba M, Petric D, Beck M, Ludwig M.** Role of larval cadavers in recycling processes of *Bacillus sphaericus*. *J Am Mosquito Control Association*, 11, 3, (1995), 329-334.
9. **Briese D.** Resistance of insect species to microbial pathogens. Davidson E, ed. *Pathogenesis of invertebrate microbial diseases*. Allanheld, Osmun, Tatowa, NJ, (1981), 511-545.
10. **Budak S, Doğan F.** Sıtma Bilimi. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayını. No:1. Ege Üniv. Matb. Bornova-İzmir, (1979), 37-47.
11. **Bulla LA, Bechtel DB, Kramer KJ.** Ultrastructure, Physiology and biochemistry of *Bacillus thuringiensis*. *Cit. Rev. Microbiol* 8, (1981), 147.
12. **Burges HD.** Nomenclature of B. thu. with abbreviations *Mosq. News*. 44, (1984), 136-138.
13. **Burges HD.** Safety, safety testing, and quality control of microbial pesticides, in *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*, Burges HD Ed, Academic Press, New York, (1981).
14. **Chinayev PP.** On the biology and ecology of *Anopheles pulcherrimus* Theo. (Diptera, Culicidae) in Uzbekistan. *Entomology. Obozr*, (1965), 293-298.
15. **Chinayev PP.** Range and epidemiological importance of the Malarial mosquitoes *Anopheles maculipennis sacharovi* Fv, *A. superpictus* Gr. And *A. pulcherrimus* Theob. (Diptera, Culicidae) in Soviet Central Asia. *Entomology Obozr*. 44, (1965), 164-169.
16. **Christophers SR.** *Aedes aegypti*, the yellow fever mosquito, its life history, bionomics and structure. Cambridge Univ. Press . XII, (1965) 739.

17. **Clements AN.** The physiology of mosquitoes. The Macmillan Co.,NY, (1963),393.
18. **Couch TL, Ross DA.** Production and utilization of *Bacillus thuringiensis*. *Biotechnol.Bioeng.* 22, (1980),1297.
19. **Çeber K.** Çukurova bölgesinde *Culex pipiens* s.1. (Diptera:Culicidae) larvalarına karşı *Bacillus* türlerinin kullanımı.T.C.Ç.Üniv.Sağlık bilimleri Ens, (1988).
20. **Çınar A, Biçici M.** Çukurova bölgesinde sivrisinek sorunu ve bunların savaşında patojen bakteri ve mantarların yeri. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı. Ayrı baskı.Yıl : 8. Sayı : 3, (1977),166-183
21. **Dadd RH.** Effects of size and concentration of particles on rates of ingestion of latex particulates by mosquito larvae.*Ann.Ent.Soc.Am.* 64, (1971), 687-692.
22. **Davidson EW, Meyers P.** Parasporal inclusions in *Bacillus sphaericus* Fed. Eur. Microbial soc. *Microbiol . Lett.*,(1981),10: 261.
23. **Davidson EW., Sweeney , Cooper R.** Comparative Field Trials of *Bacillus sphaericus* Strain 1593 and *B.thuringiensis* var. *israelensis* Commercial Powder Formulations . *J Econ. Entomol* 74 (3) (1981) 350-354 .
24. **Davidson EW., Sweeney, Cooper R.** Comparative field trials of *B. sp.* Strain 1593 and *B. th.* Var.*israelensis* commercial powder formulations *J. Econ. Entomol.* 74, (1981), 350.
25. **De Maio JD, Beie JO, Durso SL.** Larvicidal activity of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against *triseriatus* in treehole and tire habitats. *Mosq. News* 41 (4) , (1981),765-769.

26. **Demirhan O, Kasap M, Kasap H, Alptekin D.** Konakçı çeşidinin *An.sacharovi* Favre'nin yumurta verimine etkisi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Derg.* Cilt:45.No:2, (1988), 217-227.
27. **Derbentli Ş.** Biyolojik insektisidler . Endüstriyel Mikrobiyoloji,(1983), 497-503.
28. **Deveci Ö.** Juvenil hormon analogu ZR-515'in *culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera : culicidae)'nin larval gelişimi ve metamorfozu üzerine etkileri. *Doğa Tu.Bio.D.C.*,(1986), 316-325.
29. **Doğan F.** Sıtma kontrolünde duvarlara püskürtülmüş olan Malathion'un bioassay tetkikleri. *T.Parazitol.Derg.* 1-2,(1988), 137-144.
30. **Doğan F, Budak S.** "Sıtma vektörleri". Sıtma Bilimi, Ed.Ş.Yaşarol, T. Par. Der. Yay No 1 ,(1979), 37-52.
31. **Doğan F, Tokgöz M.** İzmir Bölgesi Anofel Sivrisinek Faunası ve Malathion'a Karşı Hassasiyet Durumları. *Ege Univ. Tıp Fak. Derg. Cilt* 19, Sayı: 4, (1980), 713-732.
32. **Dulmage HT.** Insectisidal activity of isolates of *B. thu.* and their potential for pest control , pp. 193-22. I: H.D. Burges (ed.) Microbial control of pests and plant diseases 1970 – 1980 . Academic Press, London, (1981).
33. **Erel D.** Sivrisineklerin morfolojisi ve Biyolojisi. Gürsoy Basımevi. Ankara. (1967)
34. **Erel D.** Anadolu vektörleri ve mücadele metotları. S.S.Y.B. Hıfzıssıhha Okulu.Yayın.No .47. Akış basımevi. Ankara, (1973). 76- 165 .
35. **Fisher R, Rosner L.** Toxicolgy of the microbial insecticide,Thuricide, *Agric. Food Chem.* 7, (1959), 686.

36. **Gaugler R, Molloy DL.** Biocontrol of biting flies : recent history , status and priorities. In: Laird.M.ed, Biocontrol of Medical and veterinary pests. Praeger:N.Y,(1981),196 – 228
37. **Geldiay S, Deveci Ö.** Juvenil Hormon Analoglarının *Anopheles sacharovi* ve *Culex pipiens* (Diptera:Culicidae)'de yumurta açılması, larval gelişme ve metamorfoz üzerine etkileri *Doğa.Tr.J.of Zooloji*. C 14, 1., (1990),14-39.
38. **Heimpel AM.** Safety of insect pathogens for man and vertebrates, in Microbial Control of insects and Mites, Burges , H. D., and Hussey, N.W., Eds.,Academic Press, New York. (1981)
39. **Hocking B.** Notes on the activities of *Aedes* larvae. Mosquito News. 13: (2 ) ,(1953),77-81.
40. **Holmes SJ.** The reactions of Mosquitoes to light in different periods of their life history *J Anim.Behav.* 1, (1911), 29-32 .
41. **Hudson DM.** Nonsusceptibility lizards exposed to the entomo pathogen *Bacillus sphaericus* Appl. Environ microbial 42,(1981), 638.
42. **Ignoffo C. M.** Effect of entomopathogens on vertebrates, *Ann. N . Y. Academy of Science*, 217, (1973),141.
43. **Istock CA, Wasserman SS. Zimmer H.** Ecology and evolution of the pitcherplant mosquito: 1.population dynamics and laboratory responses to food and population density. *Evolution*. 29,(1975), 296-312.
44. **Jones TC, Hunt RD.** Eds.,Veterinary Pathology, fifth edition , Lea and Febiger, Philadelphia, (1983), 581.

45. **Kal'chento Ye I.** On the biology of the mosquito *Culex pipiens molestus* Forsk. (Diptera ,Culisidae ) .*Entomol.Obozr.* 41,(1962), 52-54.
46. **Karacasu F.** Sivrisinek savaşı. *T.Parazitol.Derg.* XIV (3-4),(1990),35-37.
47. **Kasap M.** Response of the larvae and pupae of *Aedes aegypti* , *Anopheles stephensi* and *Culex pipiens* to light intensity changes . Faculte des Sciences de l'universite d' Ankara, Ankara-Turquie .Serie C3 .22, (1978), 32-52.
48. **Kasap M.** İnsektisitler ve vektör kontrolünde kullanılmaları. *T.Parazitol.Derg.* 209- 26.
49. **Kasap H, Alptekin D.** :1997. Sivrisinekler, vektörlükleri ve kontrolü.Parazitoloji'de artropod hastalıkları ve vektörler. (Eds.Özcel MA,Daldal N ) T. Parazit.Dern.Yay.No : 13, (1997),1-46.
50. **Kasap M.** Response of the larvae and pupae of *Aedes aegypti* ,*Anopheles stephensi* and *Culex pipiens* to a moving shadow. Faculte des Sciences de l'universite d'Ankara, Ankara-Turquie . Serie C3. 22, (1978), 17-32.
51. **Kasap M.** Gün uzunluğunun *An.sacharovi* 'nin bazı ergin özelliklerine ve ergin öncesi evrelerinin gelişimine etkisi. *Türk Hij.Den.Biyoloji Derg.*Vol: 44(1). , (1987), 53- 62.
52. **Kasap M, Demirhan O.**1992. Değişik besinlerin sivrisinek larvalarının erginleşme oranına ve ergin natalitesine etkisi.*T.Parazitol.Derg.*XVI (1) . (1992), 87-97.
53. **Kasap M, Kasap H, Alptekin D, Demirhan O.** *Anopheles sacharovi*'de beslenme ve fizyolojik yaş. Ç.Ü.tıp Fak. Derg.Cilt:14 Sayı:4, (1989). 581-588.

54. **Klowden JM, Blackmer JL, Chambers GM.** Effects of larval nutrition on the host-seeking behavior of adult *Aedes aegypti* mosquitoes. J Am Mosq. Cont Ass. 4(1), (1988),73-75.
55. **Kumar A, Sharma V.P, Thavaselvam D, Sumodan PK.** Control of *Anopheles stephensi* breeding in construction sites and abandoned overhead tanks with *Bacillus thuringiensis* var.israelensis.J.Am. Mosquito Control Association, 11(1) , (1995), 86-89.
56. **Lacey LA, Mulla MS.**1990. Safety of *Bacillus thuringiensis* ssp. *Israelensis* and *Bacillus sphaericus* to non-target organisms in the aquatic environment.(in). Safety of Microbial insecticides, Eds., Laird, Marshall , Lacey, L. A. and Davidson, E. W. , (1990), 69- 188.
57. **Lacey L, Escaffre H, Philippon B, Seketel A, Guillet P.** Large river treatment with *Bacillus thu.*( H-14 ) for the control of *Simulium damnosum* s.l. in the onchocerciasis control programme . Tropenmed . Parasitol . 33, (1982),97- 101 .
58. **Lea AO.** .Studies on the dietary and endocrine regulation of autogenous reproduction in *Aedes taeniorhynchus*.J Med Ent 1(1), (1964), 40-44.
59. **Lillie TH, Nakasone RI.** An evaluation of commercial diets for rearing *Wyeomyia smithii*.Mosq News 42 (2), (1982),225-231.
60. **Luthy P. Ebersold HR.** *Bacillus thuringiensis* delta-entoxin histopathology and molecular mode of action in Davidson EW .er,pathogenenis of invertebrate . Microbial diseases .Allaneld, osmun, Totowa ,H.J. , (1978), 235-68.
61. **Margalit J. and Dean D.** The story of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (B.t.i.) Mosquito News in Press. (1984) .

62. **Merdivenci A.** Medikal Entomoloji Ders Kitabı. Hilal Matb. Koll. Şti. İstanbul, (1973),57-84.
63. **Merdivenci A.** Türkiye sivrisinekleri . İst.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fak. Yayınları.İstanbul , (1984), 119- 199 .
64. **Merritt RW, Mortland MM, Gersabeck ER, Ross DH.** X- ray diffraction analysis of particles ingested by filter- feeding animals.Entomol.Exp. App.24, (1978), 27-34.
65. **Moore CG, Whittacre DM.** Competition in mosquitoes.2. production of *Aedes aegypti* larval growth retardant at various densities and nutrition levels.Ann.Ent.Soc. Am.65(4) , (1972), 915-918.
66. **Myers PS, Yousten AA.** Localization of a mosquito larval toxin of *Bacillus sphaericus* 1593 . Appl. Environ. Microbiol . 39, (1980),1205.
67. **Nayar JK.** A method of rearing saltmarsh mosquito larvae in a defined sterile medium. Ann.Ent.Soc.Am. 59(6) , (1967),1283-1285.
68. **Oytun HŞ.** Tıbbi Entomoloji.Ank. Ü. Tıp Fak. Yayınlarından. Sayı 218 3.Baskı. Ankara, (1969),389- 436.
69. **Özbek N.** İzmir ilçelerindeki *Anopheles sacharovi* larvalarının Temephos ve Primiphosmethil'e duyarlılıklarının araştırılması.Doktora tezi.Ege Üniv.Sağlık Bilimleri Enst.İzmir, (1996).
70. **Peters W, Gilles HM.** A Colour Atlas of Tropical Medicine and Parasitology. Third Edition, (1989).
71. **Polyakova PYE, Mirzayeva AG.** The blood-sucking mosquitoes (Diptera ,Culicidae ) of the lower reaches of the river Lena. Entomol. Obozr . 19: 414- 416.



72. **Pucat AM.** The functional morphology of the moutpart of some mosquito larvae. *Quaest Entomol* 1,(1965), 41-86.
73. **Purcell BH.** Effects of *B.thu.var. israelensis* on *Aedes taeniorhynchus* and some non-targes organisms in the salt marsh . *Mosq.News* .41, (1981), 476.
74. **Ragni A, Thiery I, Delecluse A.** Characterization of Six Highly Mosquitocidal *Bacillus thuringiensis* Strains That Do Not Belong to H-14 Serotype. *Current Mikrobiology* Vol.32 , (1996), 48-54.
75. **Rishikesh N, Burges HD, Vandekar M.** Operational use of *Bacillus thuringiensis* Serotype H- 14 and environmental safety, mimeographed document, WHO/VBC / 83, 371, World Health Organization, (1983).
76. **Roberto R, Ravoniharimelina B, Ramiakajato M, Majori G.**1993. Field trials of *Bacillus thuringiensis* H-14 and *Bacillus sphaericus* (strain 2362) formulations against *Anopheles arabiensis* in the central highlans of Madagascar. *J.of the American Mosquito control Association*,9(3) (1993), 325-329.
77. **Saik JE, Lacey LA, Lacey CM.** Safety of microbial insecticides to vertebrates – Domestic animals and wildlife, in *Safety of Microbial insecticides* ,Eds., Laird Marshall , Lacey, L. A., and Davidson, E. W. (1990).
78. **Saxena KN, Sharma RN.** Embriyonic Inhibition and Oviposition Induction in *Aedes aegypti* by Certain Terpenoids, *J.Ent.*, 65, (1972),1588- 1591.
79. **Schaefer CH.** Development and field evaluation of *B. thuringiensis* H-14 against mosquitose; Review of research activities outside of the special program (1980-84).WHO,TDR/BCV-SWG-7/84. (1984).

80. **Sebastian RJ, Brust RA.**1981.The evaluation of two formulations of *B.thu. var. israelensis* for larval mosquito control in sod .- lined simulated pools. *Mosq. News* 41(1981), 508.
81. **Sellioğlu B, Şahin İ.** Biyolojik kontrol ajanları, vektörlerin biyolojik kontrolü ve bu alanda son 10 yılda kaydedilen ilerleme.T.P. XIII (2) : (1989), 201-208.
82. **Shcherbina VP, Novitskaya LS.** Discovery of an anthropophilous population of *Culex pipiens* L. ( Diptera ,Culicidae) . *Entomol Obozr* .43,(1964), 389- 392 .
83. **Siegel HP, Shaddock JA.** Mammalian safety of *Bacillus thuringiensis var. israelensis* in Bacterial Larvicides for Control of Mosquitoes and Blackflies ,de Barjac, H. and Sutherland, O. J., Eds., Rutgers University Press, New Brunswick, New Jersey, in Press.
84. **Singer S.** Potential of *Bacillus sphaericus* and related sporoferring bacteria for pest control pp. 283-98 in Burges ,HD, ed. *Microbial control of pests .and plant diseases 1970-1980* Academic press N.Y. (1981),
85. **Smith RA, Ulrich TT.** Enzym–linked immunosorbent assay quantitative detection of *Bacillus thuringiensis* crystal protein. *Appl. Environ. Microbiol.* 45, (1983), 586- 590 .
86. **Sneller VP, Dadd RH.** Interaction of amino acids and glucose on growth of *Aedes aegypti* in a synthetic rearing medium.*J med.Ent* 18(3), (1981),235-239.
87. **Spielman A, Williams CM.** Lethal Effect of Synthetic Juvenile Hormone on larvae of the Yellow Fever Mosquito, *Aedes aegypti*, *Science*, 154, (1966),1043-1044.

88. **Suleman M.** The effects of intraspecific competition for food and space on the larval development of *Culex quinquefasciatus*. Mosq. News. 42(3), (1982), 347-356.
89. **Sweeney AW, Becnel JJ.** 1991. Potential of Mikrosporidia for the Biological Control of Mosquitoes. Parasitology Today. vol.7. no.8., (1991), 217-219.
90. **TDR Progress 1995-96**, Thirteenth programme report of the UNDP/World Bank/WHO Geneva. 147-53, (1997). TDR/BVC/ICMC/81.3.
91. **Thomas M.** 1950 : The reactions of mosquito larvae to regular repetitions of shadows as stimuli. Aust. J. Sci. Res. (B ). 3: (1), (1950), 113-123 .
92. **Tinelli R, Bourgoin C.** Larvicidal toxin from *Bacillus sphaericus* spores Isolation of toxic components . Fed. Eur. Biochem. Soc. Lett, (1982), 142-155.
93. **Trager W.** On the nutritional requirements of mosquito larvae (*Aedes aegypti*). Amer. J. Hyg 22, (1935), 475-493.
94. **Trpis M, Horsfall WR.** Development of *Aedes sticticus* in relation to temperature, diet density and depth. Ann. Zool Fennici 6, (1969), 156-160.
95. **Unat EK.** *Tıp Parazitolojisi*. İÜ Cerrahpaşa Tıp Fak Yayınları, İstanbul No: 3044/113, 1982.
96. **Van Essen EW, Hembree SC.** Simulated field studies with four formulations of *Bacillus thuringiensis* var . israelensis against Mosquitoes residual activity and effect of soil constituents Mosq. News 42, (1982) 66.

97. **Van Handel E.** Determination and significance of suspended protein in wastewater. *J.Am.Mosq.Cont Ass* 2(2),(1986),146-149.
98. **Vasuki V.** Adult longevity of certain mosquito species after larval and pupal exposure to sublethal concentration of an insect growth regulator, hexaflumuron. *Southeast Asian J.Trop Med.Public Health.* 23 (1) ,(1992),121-4.
99. **Vinogradova YEB.** Blood – sucking mosquitoes of the *Culex pipiens* L. complex ( *Diptera,Culicidae* ) , their practical importance ,taxonomy and biology. *Entomol.Obozr.*45,(1996),131-138 .
100. **WHO.**Guidelines for Denque Surveillance and mosquito control-(1995).
101. **WHO.** Manual on larval control operations in malaria programmes, (1973).
102. **WHO.** Resistance of vectors of disease to pesticides.Technical report series 655, (1980).
103. **WHO.** Informal consultation on the use of fish for mosquito control,(1981)
104. **WHO.** Report of the sixth meeting of the scientific working group on biological control of vektörs.TDR/VEC- SWG (6)/ 82.3, (1982).
105. **WHO.** Data sheet on the biological control agent. WHO/WBC/80.766/ Add.1, (1983).
106. **WHO.** Technical report series 720.Save useof pesticides, (1985).
107. **WHO.** Report of an informal consultation on the use of biological control agents in vektör control programmes.WHO/VBC/TDR/87.938, (1987).

108. WHO. Chemical Methods For the Control of Arthropod Vectors and Pests of Public Health Importace WHO, Geneva , (1984),18-24.
109. WHO. Chemical methods for t he control of arthropod vectörs and pests of public halth importanc, (1984).
110. Wilton DP, Fetzer LE, Fay RW. Quantitative determination of feeding rates of *Anopheles albimanus* larvae. Mosq.News 32 (1) , (1972), 23-27.
111. Yalvaçer C. Antomolojik Notlar. İsmail Akgün matbaası .İstanbul, (1952), 50-85 .
112. Yaman M, Dik B. Aethropodlarla mücadele metodları II.Biyolojik mücadele. T.P. Derg.21 (2), (1997), 203-211.
113. Yaşarol Ş. Medikal Parazitoloji.Ege Üniv. Tıp Fak. Yay.No:93. 2.Baskı.Bornova-İzmir, (1984), 291-296
114. Zamburlini R, Bellantone P. Resistance to the organophosphate insecticides temephos and malathion in *Culex pipiens* L (Diptera,Culicidae) from the Adriatic coast near Friuli . Parasitologia 35: (1993),11- 5.

## ÖZGEÇMİŞ

1951 yılında Aydın'da doğdum. İlkokul ve ortaokulu Aydın'da tamamladım. Lise öğrenimimi Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Laboratuvar teknisyenliği bölümünde bitirdikten sonra Üniversite sınavını kazanarak Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji bölümünden 1978 yılında mezun oldum. 1979 senesinde Ege Üniversitesi Tıp fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalında göreve başladım. Askerlik görevimi İstanbul'da tamamlayıp Anabilim Dalı'ndaki görevime döndüm. Daha sonra bilim uzmanlığımı alarak doktora eğitimime devam ettim. Orta derecede İngilizce bilmekteyim. Evli ve bir çocuk babasıyım.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ