

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Culiseta longiareolata (Macquart, 1838) ve *Culex pipiens* L.
(DIPTERA: CULICIDAE) LARVALARINA KARŞI *Bacillus*
sphaericus ve *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*'in
ETKİLERİ

Taylan DOĞAROĞLU

Biyoloji Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 401.04.00.

Sunuş Tarihi: 25/01/2008

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Önder DEVECİ

Bornova – İZMİR

Sayın **Taylan DOĞAROĞLU** tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak sunulan “*Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838) ve *Culex pipiens* L. (DIPTERA: CULICIDAE) LARVALARINA KARŞI *Bacillus sphaericus* ve *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*’in ETKİLERİ” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ve E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş/bulunmamış ve// 2008 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oy birliği/oy çokluğu ile başarılı bulunmuştur/bulunmamıştır.

Jüri Üyeleri**İmza**

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Önder DEVECİ

.....

Raportör Üye : Doç. Dr. Mustafa ATEŞ

.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Erdal BALCAN

.....

ÖZET

***Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838) ve *Culex pipiens* L.
(DIPTERA: CULICIDAE) LARVALARINA KARŞI *Bacillus*
sphaericus ve *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*'in
ETKİLERİ**

DOĞAROĞLU, Taylan

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Önder DEVECİ

Ocak 2008, 50 Sayfa

Çalışmada *Culex pipiens* ce *Culiseta longiareolata* türü sivrisineklerin birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü evre larvaları kullanılmıştır. Yüzey alanı 0.25 m² olan tankların içine 20 cm derinliğinde su, 4 cm yüksekliğinde kum ve toprak karışımı konmuş, her bir tanka da 25'er gram hayvan yemi eklenerek sivrisineklerin doğal üreme ortamları taklit edilmiştir. Orta kirlilikte ve çok kirli su ortamları oluşturmak için, tanklara farklı oranlarda sıgır gübresi ve çeşitli organik maddeler eklenmiştir. Uygulamada *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) içeren VectoBac[®] 12 AS ve *Bacillus sphaericus* (*Bs*) içeren VectoLex[®] WDG ticari formülasyonları firmaların önerdiği dozlarda sırası ile 1L/ha ve 400 g/ha oranlarında kullanılmıştır. Doğal ortamlardaki tanklardan alınan larvalar iki gruba ayrılarak laboratuvardaki deneme kaplarına (190 cm²) alınmıştır. İlk grup birinci ve ikinci evre (genç) larvalardan, ikinci grup ise üçüncü ve

dördüncü evre (yaşlı) larvalardan oluşmuştur. Bu şekilde gruplandırılan *Culex* ve *Culiseta* larvalarına temiz, orta kirli ve çok kirli ortamlarda her biri için ayrı ayrı *Bti* ve *Bs* uygulanmıştır.

Uygulama sonunda *Bti*'nin orta kirli ve çok kirli ortamların hepsinde birden etkisini yedinci günün sonunda büyük ölçüde kaybettiği gözlenmiştir. Birinci grup larvalarda (L_1 ve L_2) *Bti*'nin öldürücü etkisi *Culex* ve *Culiseta* türleri üzerine, her üç ortam içinde, birinci gün itibarı ile %100'den başlayıp giderek azalan bir etki ile yedinci günün sonunda %15-30 arasına düşmüştür. Aynı şekilde ikinci grupta da ölüm oranı %100'den başlayıp giderek azalan bir etki ile yedinci günün sonunda %15-30 arası bir değere ulaşmıştır.

Bs'nin kalıcı etkisi her iki tür için üç farklı ortamda da 21 gün boyunca etkinliğini sürdürmüştür. *Bs*'nin birinci grup ve ikinci grup larvalar üzerindeki etkisi bu 21 günlük süreç boyunca temiz, orta ve çok kirli ortamların hepsi için de birbirine yakın değerler vermiştir. Larva ölüm oranları %100'den başlamış ve 21. günün sonunda %75-85 arası bir orana gerilemiştir.

Sonuçta *Bti*'nin akut etkisinin ilk üç gün içerisinde yüksek olduğu ve yedinci günün sonunda bu etkiyi kaybettiği, *Bs*'nin ise 21 günlük süreç boyunca etkisini koruduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*

ABSTRACT

The effects of *Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against the larvae of *Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838) and *Culex pipiens* L. (DIPTERA: CULICIDAE)

DOĞAROĞLU, Taylan

M.Sc in Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Önder DEVECİ

January 2008, 50 pages

The first, second, third and fourth larval instars of *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata* are used in this study. Productive larval habitat for mosquitoes prepared in 0.25 m² tanks with 4 cm depth soil, 20 cm depth water and 25 gr. fodder. Some kind of organic materials and manure added to different tanks in different rates for making moderate polluted and highly polluted water. VectoBac 12 AS containig *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) and VectoLex WDG containing *Bacillus sphaericus* (*Bs*) commercial formulations used 1 L/ha and 400 g/ha, respectively according to recommended doses. The larvae collected from tanks in natural environment divided into two groups in laboratory and replaced into 190 cm² dishes. First group consist of first and second instars (juvenile), the second group was consist of third and fourth instars (old) of larvae. These classified *Culex* and *Culiseta* larvae treated to *Bti* and *Bs*.

At the end of the treatment it is seen that the *Bti* has lost its residual activity after seven days in both moderate polluted and highly polluted water. The lethal effect of the *Bti*, in the larvae of the first group (L₁ and L₂) of *Culex* and *Culiseta* species in three environments, get lower from 100 % to % 10-15 from the first day to seventh day. Also same effect was observed for the second group. The lethal effect started from % 100 and after seven day it was % 5-30.

The permanent effect of *Bs* was continued for both species in three different environments for 21 days. The effect of *Bs* in first and second groups was very close between the clean, polluted and high polluted environments for 21 day durations. The lethal percentage started from % 100 and at the end of the 21th day it retrograde to % 75-85.

According to this study it is seen that the acute effect of *Bti* was high in the first three days and then lost its activity after seven days. On the other hand *Bs* kept its activity all along the 21 days.

Key Words: *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*.

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu alıŐma konusunun belirlenmesinde ve alıŐmalarım sırasında bana her konuda yardımcı olan sayın hocam Do. Dr. Önder DEVECİ'ye teŐekkürlerimi sunarım. Tez çalıŐmam süresince bir çok açıdan yardım ve desteklerini gördüğüm sayın hocalarım Prof. Dr. Sabire KARAÇALI'ya ve Yrd. Doç. Dr. Remziye DEVECİ'ye teşekkür ederim. ÇalıŐmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Mehmet Salih YIKILMAZ'a, arkadaşlarım Dilek ÜNAL ve İnci TÜNEY'e teŐekkürü borç bilirim. Ayrıca çalıŐmalarım süresince bana yardım eden ve burada adı geçemeyen tüm arkadaşlarıma ve tez çalıŐmam süresince beni destekleyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VII
TEŞEKKÜR	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XV
1.GİRİŞ	1
2.MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
2.1. Larvaların Yetiştirilmesi	14
2.2. Uygulamalar	14
2.2.1. Ön Denemeler.....	15
2.2.2. Denemeler.....	16
2.3. Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	16
3. BULGULAR.....	17
4. SONUÇLAR	29
5. TARTIŞMA.....	34
KAYNAKLAR DİZİNİ	41
ÖZGEÇMİŞ	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1: Sivrisineklerde yaşam döngüsü.....	1
1.2: <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>israelensis</i> bakterisinde δ -endotoksinin kısımları.....	7
1.3: <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>israelensis</i> bakterisinde sporulasyon ve tipik bir parasporal yapı.....	8
1.4: <i>Bacillus sphaericus</i> bakterisinin elektron mikrografı.....	10

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1: Temiz su ortamında <i>Bti</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.....	18
3.2: Orta kirli su ortamında <i>Bti</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.....	19
3.3: Çok kirli su ortamında <i>Bti</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.....	19
3.4: Temiz su ortamında <i>Bti</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.....	21
3.5: Orta kirli su ortamında <i>Bti</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.....	22
3.6: Çok kirli su ortamında <i>Bti</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.....	22
3.7: Temiz su ortamında <i>Bs</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.....	24
3.8: Orta kirli su ortamında <i>Bs</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.....	25
3.9: Çok kirli su ortamında <i>Bs</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.....	25
3.10: Temiz su ortamında <i>Bs</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.....	27
3.11: Orta kirli su ortamında <i>Bs</i> uygulanan <i>Culex pipiens</i> ve <i>Culiseta longiareolata</i> 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.....	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge

Sayfa

- 3.12: Çok kirli su ortamında *Bs* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.....28

KISALTMALAR

Kısaltmalar

Açıklama

Bs

Bacillus sphaericus

Bt

Bacillus thuringiensis

Bti

Bacillus thuringiensis var. *israelensis*

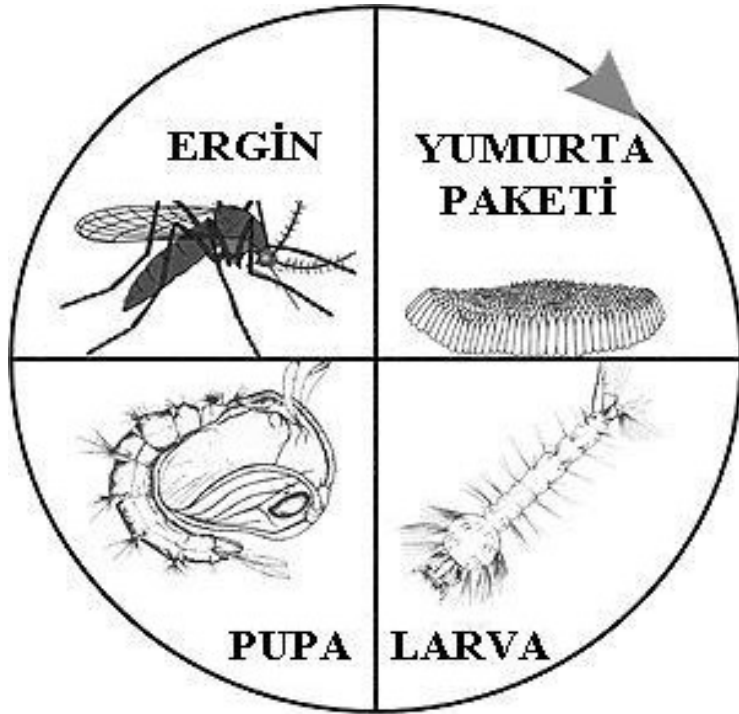
WHO

World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.

1. GİRİŞ

Sivrisinekler insan sağlığı açısından çok büyük bir öneme sahiptirler. Dünyada 3357, yurdumuzda ise 67 sivrisinek türü bulunmaktadır (Alten ve ağlar, 1998). Sivrisinekler Insecta sınıfının, Pterygota alt sınıfının, Diptera takımının, Nematocera alt takımına ait olan Culicidae ailesinin üyeleridir. Tam başkalaşım geçiren (holometabol) böceklerdir. Yaşam döngülerinde yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere toplam dört evre görülür (şekil 1.1).



şekil 1.1: Sivrisineklerde yaşam döngüsü (www.nobite.ca'dan değiştirilerek)

Dişi sivrisinekler türe bağlı olarak, bir seferde 30-300 arası yumurta bırakabilirler (Rozendaal, 1997). Özellikle sıcaklığa bağlı olarak birkaç gün içerisinde yumurtalardan birinci evre larvalar çıkarlar. Birinci evre larvalar yaklaşık olarak 1.5 mm, son evre larvalar ise ortalama olarak 8-10 mm boyundadırlar (Rozendaal, 1997). Larvalar özellikle filtrasyon yolu ile, sucul ortamda bulunan bakteriler, algler, çürümüş bitki kısımları, diğer böceklerin kalıntıları ve dipteki döküntüler gibi besinler ile beslenirler. Larval dönemde toplam dört evre görülmektedir. Her evreden sonra deri değiştiren larva dördüncü evreden sonra pupa evresine geçer (Clements, 2001). Dördüncü evrelerin sonuna doğru beslenme aktivitesi yavaşlar ve pupal evrede beslenme durur (Alten ve Çağlar, 1998). Sivrisinek yumurtaları ideal koşullar altında, 7-13 gün arasında ergin hale geçerler (Rozendaal, 1997).

Ergin sivrisinekler sıvı besinler ile beslenirler. Dişi ve erkek sivrisinekler enerji kaynağı olarak bitkilerin şekerli öz sularını kullanırlar (Rozendaal, 1997; Clements, 2001). Dişi sivrisinekler yumurta bırakabilmek için gereken proteinleri kandan sağlarlar. Vücut kokusu ve karbondioksit, rüzgar ile taşınarak dişi sivrisineğin antenlerindeki duyu reseptörleri ile algılanırlar ve sivrisineğin harekete geçirirler. *Anopheles melas* türü sivrisineklerin dişilerinin 36 metre mesafeden sığır kokusunu algıladıkları görülmüştür (Clements, 2001).

Sivrisinekler insan ve hayvanlara yaklaşık 120 çeşit hastalık etmenini bulaştırır. Sivrisineklerin insan ve hayvan vücudunda oluşturdukları etkilerin başında sokma aktivitesiyle oluşan yanma, ödem

ve alerji durumları gelmektedir. Günümüzde bilinen ve sayıları sürekli artış gösteren 182 arboviral (eklembacaklılar aracılığı ile bulaşan virüsler) enfeksiyondan 147'sine sivrisinekler vektörlük yapmaktadır. Sivrisinekler Sıtma (malaria), Sarıhumma (yellow fever), Dank humması (denque) ve Filarya (Filariasis) olmak üzere dört önemli hastalığın vektörlüğünü yapmaktadırlar. Ayrıca sivrisinekler mekanik olarak tularemi ve frambozi hastalıklarını bulaştırırlar (Alten ve Çağlar, 1998). Yurdumuzun Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde baskın sivrisinek türü olan *Culex pipiens*, Fil Hastalığı' na (Elephantiasis) neden olan *Wuchereria bancrofti* mikroflarianın en önemli vektörlerindedir (Herms, 1956; Demirsoy, 1997).

Dünyanın en önemli bulaşıcı hastalıklarından biri olan sıtma ülkemiz açısından da büyük bir sorundur. Hastalığın etmeni olan *Plasmodium* türleri, sadece *Anopheles* türü sivrisineklerin dişileri tarafından insanlara bulaştırılır (McGavin, 2001). Dünya genelinde Vivax, Malariae, Ovale ve Falciparum olmak üzere dört tip sıtma enfeksiyonu tespit edilmiştir. *Plasmodium falciparum* insan plasmodiumları arasında en tehlikeli olanıdır ve yetersiz tedavi sonucunda insanları ölüme götürebilmektedir. Yurdumuzda görülen sıtma vakalarına *Plasmodium vivax* türü neden olmaktadır. Öldürücü olmayan bu tür insanları yıpratır ve iş gücü kaybına neden olur. Hızlı nüfus artışının getirdiği sosyo-ekonomik dengesizlik ve insan göçleri sonucunda sıtma hastalığı yurdumuzda kontrol altına alınması gereken ciddi bir sorun haline gelmiştir (Alten ve Çağlar, 1998).

Günümüzde giderek artan küresel ısınma sonucunda gerçekleşen iklimsel değişiklikler sivrisineklerin yayılım alanlarını genişletmekte ve sivrisineklerin insanlar üzerinde oluşturduğu riskin boyutlarını arttırmaktadır. Bu riskin ortadan kaldırılması için çeşitli kontrol programları uygulanmaktadır. Kontrol programları çerçevesinde yapılacak mücadele yönteminin niteliği, canlılar arasındaki doğal denge açısından büyük önem taşımaktadır. Dünya genelinde zararlı böceklerle karşı kullanılan savaşım yöntemleri mekanik mücadele (bataklıkların kurutulması, akarsuların ıslahı, çeşitli tuzakların kullanımı), kimyasal mücadele (insektisitlerin kullanımı) ve biyolojik mücadele (steril erkeklerin doğaya salınımı, böceklerin kendi hormonlarının kullanımı, kitin sentez inhibitörlerinin kullanımı, parazit, parazitoid ve predatör kullanımı) olmak üzere üç grupta toplanabilir (WHO, 1973).

Kimyasal mücadele yöntemleri, maliyetin düşük oluşu, uygulama kolaylığı ve çok uzun süre kalıcı etki göstermesi gibi özellikleri nedeni ile dünyanın bir çok ülkesinde uzun yıllar boyunca tercih edilen yöntem olmuştur. Ancak pestisitlerin zararlarının insan sağlığı ve çevre açısından tehlikeli boyutlara varması üzerine pek çok ülke ve kuruluş soruna titizlikle eğilirken, ülkemizde konuya gereken önem verilmemektedir. Pestisitlerin yaygın olarak kullanılmasından kısa süre sonra 1950'li yıllarda önce DDT' nin daha sonrada kullanılan diğer ilaçların insanlar ve hedef olmayan canlılara zararlı etkileri ortaya konmaya başlanmıştır (Çömelekoğlu ve ark., 2000). Kullanılan pestisitler yüzey ve yer altı sularına bulaşmakta ve toprakta birikmektedirler. Doğada birikim sonucunda besin zincirine dahil olan kimyasallar, hedef dışı organizmaları etkilemektedir. Bunun yanında

aynı kimyasal maddenin uzun süreli kullanımı ile, savaşılan zararlı organizmalarda seleksiyon sonucu dirençli populasyonlar ortaya çıkmaktadır. Bu olay sonucunda daha yüksek oranda kimyasal kullanımı veya daha etkili maddelerin kullanımı gerekmektedir. Böylece doğada biriken kimyasal madde miktarı sürekli olarak artmaktadır.

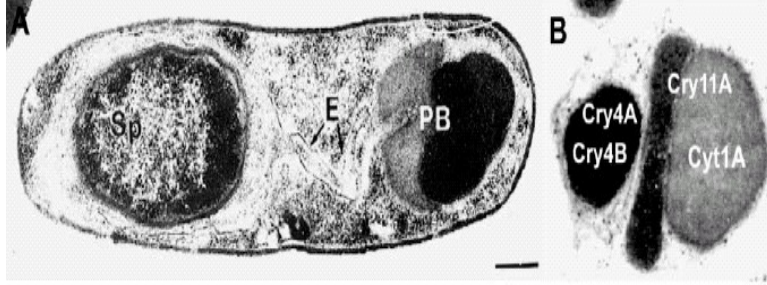
Kimyasal mücadelenin getirdiği tüm bu olumsuzluklar sebebiyle, dünyanın bir çok ülkesinde biyolojik mücadelenin önemi anlaşılmış ve bu doğrultuda yapılan çalışmalar sonucunda sivrisinek kontrolünde *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) ve *Bacillus sphaericus* (*Bs*) bakterilerinin biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılabilirlikleri farkedilmiştir. Sivrisinek larvaları üzerine öldürücü etki gösteren bu bakteriler minimum çevresel riskleri (Seleena ve ark., 1996), hedef türe spesifik oluşları (Seleena ve ark., 1996; Pauchet ve ark., 2005; Prabakaran ve ark., 2007) ve yüksek etki oranı gibi özellikleri ile sivrisinek kontrol çalışmalarında kullanılan pestisitlerin alternatifi olarak görülmektedirler. Aynı zamanda bu bakterilerin sporlarını ve toksinlerini içeren ticari formülasyonların uzun raf ömürleri ve kolay uygulama koşulları sayesinde, günümüzde dünyanın bir çok ülkesinde sivrisineklere karşı yapılan kontrol çalışmalarında *Bs* ve *Bti* bakterileri yaygın olarak kullanılmaktadır (Bhattacharya, 1998; Su ve Mulla, 1999; Mulla ve ark., 2001; Juarez-Perez ve ark., 2002; Lacey, 2007).

Bacillus thuringiensis (*Bt*), fakültatif anaerobik, gram-pozitif bakterilerdir (Bhattacharya, 1998; Lacey, 2007). *Bt* ilk olarak 1901

yılında Japonya’da hastalıklı ipek böceği larvalarından izole edilmiştir. *Bt* bakterileri uygun olmayan koşullarda elipsoidal sporlar ve karakteristik parasporal kristaller (δ -endotoksin) oluştururlar (Hofte and Whiteley, 1989; Swadener and Carrie, 1994; Lacey, 2007). Bu kristaller birçok böcek türü üzerinde öldürücü etki gösterirler (El-Bendary, 2006). *Bt* kristalleri bipiramidal, kübik, yassı veya bunların birleşimi şeklindedir (El-Bendary, 2006). Kristal toksinler (δ -endotoksin) iki yapısal gruba ayrılırlar; Cry toksinleri (Cry 1Aa1, Cry 1Ba1, Cry 2Aa1, Cry 4A, Cry 4B, Cry 11A) ve Cyt toksinleri (Cyt1Aa1, Cyt2Aa1) (Wirth ve ark., 2001; Juarez-Perez ve ark., 2002; El-Bendary, 2006).

Bacillus thuringiensis var. israelensis (Bti), ilk olarak 1976 yılında İsrail’ de bulunmuş (Federici ve ark., 2003; Lacey, 2007), sivrisinek mücadelesinde yaygın olarak kullanımı ise 1980’li yıllarda başlamıştır. Bu bakterilerin hedef dışı organizmalar ve çevre üzerine zararlı etkisi olmadığı gözlenmiştir (Moazami, 1995). *Bti* uygulanan alanlarda, uygulamadan hemen sonra spor sayısında önemli ölçüde azalmalar olmaktadır (Hajaj ve ark., 2005). *Bti* sporları ölü sivrisinek larvaları üzerinden çoğalmazlar ve uygulama ortamındaki kalıcılıkları çevresel faktörlere bağlıdır. Bu nedenle *Bti* uygulamalarının belirli periyotlar ile (yaklaşık olarak 10 gün) tekrarlanması gerekmektedir (Glare ve O’Callaghan, 1998).

Bti toksinlerinden protein parasporal kristal olarak bilinen δ -**endotoksin**, yapısal olarak üç kısma ayrılır. **Domain I** kısmı ile toksin, larval orta bağırsak epitel hücresinin zarını geçerek delikler açar,

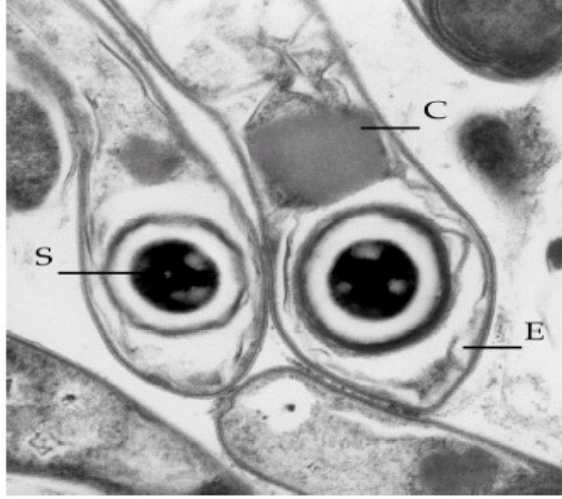


Şekil 1.3: (A) *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* bakterisinde sporulasyon ve (B) tipik bir parasporal yapı. Sp, spor; E, ekzospore; PB, parasporal yapı (Federici ve ark., 2003).

Bacillus sphaericus (*Bs*)'lar, aerob, gram pozitif (Silva-Filha ve Peixoto, 2003) çubuk şekilli bakterilerdir (Bhattacharya, 1998). Larvisidal etkisi olduğu 1960'lı yıllarda öğrenilmiştir (Medeiros ve ark., 2005). Yaygın olarak toprakta ve sucul çevrelerde bulunurlar. *Bs* bakterileri sporlaşma esnasında kristal proteinler üretirler. Bu kristal proteinler sivrisinek larvaları üzerinde öldürücü etkiye sahiptirler (Mulla ve ark., 1999; El-Bendary, 2006). Sivrisinek kontrol çalışmalarında *Bs* kullanılmasının minimum çevresel etki, türe özel oluşu, yüksek etki oranı ve uzun kalıcılık süresi gibi birçok avantajı vardır (Nielson-LeRoux ve ark., 2001; Merrit ve ark., 2005). *Bs*'nin aquatik böcekler ve invertebratlar üzerine zararlı bir etkisinin olmadığı bilinmektedir (Davidson, 1989). Farelere ve balıklara, üzerlerinde *Bs* sporları bulunan ölü sivrisinek larvaları yedirilmiş ve hiçbir zararlı etkisinin olmadığı gözlenmiştir (Narsaiah ve Jamil, 1986). *Bs* uygulamalarının çevresel faktörlere bağlı olarak yaklaşık dört haftalık rezidüel etkiye sahip olduğu

bilinmektedir. *Bs* uygulamalarının *Bti* uygulamalarına göre daha uzun süre kalıcı etki göstermesinin nedeni, *Bs* sporlarının ölü sivrisinek larvaları üzerinde çoğalabilmeleridir (Davidson, 1984; Karch ve Coz, 1986; Skovmand ve Bauduin, 1996; Yoshimura ve ark., 1996; Mulla ve ark., 1999; Pei ve ark., 2002; Merrit ve ark., 2005). Bu yetenek uygulamadan birkaç hafta sonra dahi yumurtadan yeni çıkan sivrisinek larvalarının enfekte edilmesini ve rezidüel etkinin artmasını sağlar (Yoshimura ve ark., 1996). *Culex quinquefasciatus* türü sivrisinek larvalarının kadvraları üzerinde ortalama olarak 10^5 - 10^6 arası *Bs* sporu olduğu belirtilmiştir (Davidson, 1984). *Bs* Özellikle *Culex* ve bazı *Anopheles* türleri üzerine çok etkilidir (Davidson, 1989; Ludwig ve ark., 1994; Moazami, 1995; Mulla ve ark., 1999; Klein ve ark., 2002; Mederios ve ark., 2005; Smith ve ark., 2005; Boonserm ve ark., 2006).

Bs toksinleri iki gruba ayrılabilir, Btx toksinleri (kristal protein veya binary toksin) ve Mtx toksinleri (sivrisinek öldürücü toksin). Btx toksinleri sporlaşma sırasında üretilirken, Mtx toksinleri vejetatif büyüme esnasında üretilirler. Mtx toksinleri üç tiptedirler, Mtx1, Mtx2 ve Mtx3 (Reinert ve ark., 2006). Sivrisinek larvaları üzerinde yüksek öldürücü etki gösteren *Bs* ırkları çoğunlukla Btx toksinlerini ve Mtx toksinlerini aynı zamanda üretirler. Bununla birlikte düşük etkili ırklar ise sadece Mtx toksinlerini sentezlerler (El-Bendary, 2006).



Şekil 1.4: *Bacillus sphaericus* bakterisinin elektron mikrografı. S, spor; C, kristal; E, ekzospor (Klein ve ark., 2002).

Bs kristalleri sporlaşma evresinde sitoplazmada görülmeye başlar (Davidson, 1984; Davidson, 1989; Skovmand ve Bauduin, 1996; Klein ve ark., 2002; Cetin ve ark., 2007; Prabakaran ve ark., 2007). Kristal toksin iki kısımdan oluşur, 42-kDa' luk BinA (P42) ve 51-kDa' luk BinB (P51) (Klein ve ark., 2002; Silva-Filha ve Peixoto, 2003; Pauchet ve ark., 2005; Smith ve ark., 2005; Boonserm ve ark., 2006). Bu iki kısım **binary toksin** adı verilen toksini oluşturur (Klein ve ark., 2002; Boonserm ve ark., 2006). Binary toksin orta bağırsak epiteline bağlanınca mitokondriyum ve endoplazmik retikulumlarda şişmelere, vakuollerde büyümeye (Silva-Filha ve Peixoto, 2003; Pauchet ve ark., 2005) ve sonuçta epitel hücrelerinin erimesine neden olur. Epitel hücreleri eriyen larval orta bağırsak delinir ve larva ölür (Klein ve ark., 2002). Binary toksin *Culex* larvalarına karşı çok yüksek toksik etki gösterirken, *Anopheles* larvalarına karşı orta derecede toksik etki gösterir. Bununla

birlikte Binary toksin *Aedes* larvalarına karşı çok az etki gösterir ya da hiç etki göstermez (Boonserm ve ark., 2006; Zhang ve ark., 2006).

***Bti* ve *Bs* bakterilerinin etki mekanizması**, bu bakterilerin patojeniteleri, ürettikleri toksik proteinler ile açıklanmaktadır. Bu toksik proteinler, sivrisinek larvaları tarafından beslenme yolu ile alınır ve larval orta bağırsak epitel hücrelerinin yıkımı sonucunda larvanın ölümüne neden olurlar (Davidson, 1984; Nielson-LeRoux ve ark., 2001; El-Bendary, 2006).

Kristal toksinlerinin çalışma mekanizması şöyle açıklanabilir; sivrisinek larvası kristal proteini beslenme yolu ile sudan alır, kristal protein yüksek pH (alkalin) ortamındaki orta bağırsakta çözünür, proteazların etkisi ile aktif hale geçer, aktif toksin ortabağırsak hücresinin apikal mikrovilluslarındaki reseptörlere bağlanır, toksinin özel bir kısmı reseptöre bağlandıktan sonra, toksin hücre zarını geçer ve zarda delikler açar. Bu durumda bağırsak epitel hücresinin iyon dengesi bozulur ve larva ölür (Nielson-LeRoux ve ark., 2001; Wirth ve ark., 2001; Smith ve ark., 2005; Boonserm ve ark., 2006; El-Bendary, 2006).

Sivrisinek larvalarına *Bti* ve *Bs* uygulanmasından yaklaşık olarak bir saat sonra larvanın beslenmesi durmaktadır, iki saat içerisinde larval aktivitede azalmalar gözlenmekte ve altı saat sonunda ise larva paralize olmaktadır (Glare ve O'Callaghan, 1998).

***Bs* ve *Bti* uygulamalarının kalıcılık süresine etki eden faktörler**, yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda bu bakterilerin etkinliklerinin sıcaklık, su kalitesi ve su derinliği, vejetasyon zamanı ve pH gibi faktörler ile değişkenlik gösterdiği gözlenmiştir (Lacey ve ark., 1988; Stevens ve ark., 2004). *Bti* bakterisinin insektisidal toksinlerinin mikroorganizmalar tarafından inaktive edildiği bilinmektedir. Dalgaboyu 300-700 nm arasındaki güneş ışınları *Bti* spor ve kristallerini 3 gün içerisinde inaktive ederken *Bs* sporları çok daha kısa sürelerde etkisini kaybetmektedirler (Clark ve ark., 2007). Düşük su sıcaklığı, hem bakterilerin toksik etkisini hem de larvanın beslenme oranını azalttığından mücadele çalışmalarında başarı oranını düşürür. *Bti* için ideal gelişim ve toksin üretim sıcaklığı 25-30 °C arasındadır. *Bs* 25-40 °C arasında yaşayabilirken, 35 °C'den yüksek sıcaklıklarda toksin üretimi inhibe olmaktadır. *Bti* 5.5-8.5 pH aralıklarında yaşayabilirken, ideal pH aralığı 6.8-7.2'dir. *Bs* için ise pH 7 idealdir (El-Bendary, 2006). Sulardaki atık madde oranı ve bakterinin maruz kaldığı güneş ışınlarının şiddeti arttıkça rezidüel etki azalmaktadır. Aynı zamanda larva yoğunluğu ve etki oranı arasında ters ilişki vardır. Çok miktarda larva bulunan sularda, larva başına düşecek bakteri sayısı azalacağından kullanılan formulasyonun dozu artırılmalıdır (Yoshimura ve ark., 1996). Aynı şekilde, larva mücadelesi yapılacak olan sularda filtrasyon ile beslenen diğer canlıların miktarı da bakteri oranını etkilemektedir (Glare ve O'Callaghan, 1998).

Son yıllarda sivrisinek kontrol çalışmalarında *Bti* ve *Bs* bakterilerinin etkileri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu

çalışmalarda söz konusu bakterilerin farklı sivrisinek larvaları üzerine olan rezidüel etkinlikleri araştırılmıştır. *Bacillus sphaericus* içeren **VectoLex CG** (50 ITU/mg) formülasyonu *Culex quinquefasciatus* türüne karşı 28 günün üzerinde rezidüel etki göstermiştir (Mulla ve ark., 1997). *Bs* ve *Bti* kullanılan bir başka çalışmada, *Culex* larvalarına karşı *Bs* üç haftanın üzerinde rezidüel etki göstermiş, *Bti* ise yaklaşık yedi günlük kontrol sağlamıştır (Mulla ve ark., 1999). Bir başka saha çalışmasında *Bs* içeren **VectoLex CG** (50 ITU/mg) formülasyonunun 11.2 kg/ha'lık dozu ile *Culex* larvaları üzerine 30 günün üzerinde kontrol sağlanmıştır (Ali ve ark., 2000). *Bs* ile yapılan denemelerde uygulama ortamında 31 gün boyunca dördüncü evre larvaya rastlanmamıştır (Yoshimura ve ark., 1996). *Bs* içeren **VectoLex WDG** formülasyonu ile *Bti* içeren **VectoBac WDG** formülasyonunun birlikte kullanıldığı saha çalışmasında, 988 g/ha VectoLex + 490 g/ha **VectoBac** oranındaki karışım *Culex pipiens* türü larvalar üzerinde 28 günlük kontrol sağlamıştır (Cetin ve ark., 2007).

Bütün bu bilgiler ışığında **tezin amacı**; *Bti* ve *Bs* bakterilerini içeren ticari formülasyonların etiket (önerilen) dozlarını kullanarak söz konusu bakterilerin *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* türleri üzerine olan etkilerini araştırmaktır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Larvaların Yetiştirilmesi

Çalışma materyali, *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* türü sivrisineklerin larvalarıdır. Yüzey alanı 0.25 m² olan tanklara yaklaşık olarak 20 cm derinliğinde su konularak doğal ortam oluşturulmuştur. Sivrisinekler için çekici bir ortam sağlamak amacı ile tankların tabanı 4 cm yüksekliğinde kum ve toprak karışımı ile kaplanmıştır. Sivrisinek larvalarına besin sağlaması amacı ile tanklara 25'er gram civciv yemi eklenerek sivrisineklerin doğal olarak yumurta bırakmaları sağlanmıştır. Bırakılan yumurtalardan çıkan larvalar deneme kaplarına aktarılarak *Bs* ve *Bti* uygulamalarına alınmışlardır.

Yetiştirme işlemleri Ege Üniversitesi Botanik Bahçesi'nde doğal koşullarda, uygulamalar ise 27±2 °C sıcaklık, 14 saat aydınlık-10 saat karanlık fotoperiyodu ve %60-70 orantılı nem içeren laboratuvar koşullarında yapılmıştır.

2.2 Uygulamalar

Uygulamalarda BAYER firmasının *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) içeren **VectoBac® 12 AS** (1200 ITU/mg) isimli ticari formülasyonu ve VALENT firmasının *Bacillus sphaericus* (*Bs*) içeren **VectoLex WDG** (650 BTU/mg) isimli ticari formülasyonu kullanılmıştır. VectoBac® 12 AS formülasyonunun etkin maddesi

Bacillus thuringiensis'in H-14 suşu (ırk)'nın endosporları ve delta endotoksinlerinin karışımıdır ve ticari formülasyonda *Culex* türleri için önerilen doz 1lt/Ha olarak verilmiştir. VectoLex WDG formülasyonunun etkin maddesi ise *Bacillus sphaericus*'un H5a5b suşunun Btx ve Mtx toksinlerinin karışımıdır ve ticari formülasyonda uygulama dozu 200-400 g/Ha olarak verilmiştir. Denemelerde kullanım tanklarının yüzey alanları dikkate alınmıştır. Her bir formülasyon için 0.25 m² yüzey alanına ve 20 cm su derinliğine sahip tanklarda temiz, orta kirli ve çok kirli su ortamları hazırlanmıştır. Çok kirli su ortamı toprak, civciv yemi (yemta) ve sığır gübresi kullanarak hazırlanmıştır. Ticari formülasyonların uygulandığı stok tankları Ege Üniversitesi Botanik Bahçesi'nde doğal koşullar altında bırakılarak rezidüel etki gözlenmiştir.

2.2.1. Ön denemeler

Ticari formülasyondan dereceli pipet ile çekilen 0.025 ml *Bti* süspansiyonu 0.25 m² yüzey alanına sahip stok tanklarına eklenmiştir ve bu işlem temiz, orta kirli ve çok kirli su ortamları için tekrarlanmıştır. *Bs* uygulaması için ise aynı işlemler ticari formülasyondan 0.01 gram tartılarak gerçekleştirilmiştir. 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 14. ve 21. günlerde stok tanklardan alınan ilaçlı sular laboratuvara getirilerek 19 x 10 cm ölçülerindeki plastik kaplara 4 cm derinlikte su bulunacak şekilde eklenmiştir. Larva üretim tanklarından toplanan sivrisinek larvaları iki gruba ayrılarak deneme kaplarına alınmışlardır. Birinci grup 1. ve 2. evrelerden (genç evreler), ikinci grup ise 3. ve 4. evrelerden (yaşlı

evreler) oluşmaktadır. Deneme kaplarına 30 adet larva konulmuştur. Her günün sonunda sayımlar yapılarak ölüm (mortalite) oranları belirlenmiştir.

2.2.2. Denemeler

Ön denemeler sonucunda VectoBac® 12 AS ve VectoLex WDG isimli ticari formülasyonların etiket dozlarının etkili oldukları saptanmıştır. Ön denemelerdeki yöntem ve düzenekler kullanılarak söz konusu dozlar sivrisinek larvalarına uygulanmıştır. Ön denemelerde olduğu gibi 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 14. ve 21. günlerde, formülasyon uygulanmış stok tanklarından alınan sular deneme kaplarına aktarılmış ve her kaba 30 adet larva konulmuştur. Yapılan uygulamalar sonucundaki larval ölümler belirlenmiştir.

2.3. Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Uygulamalar sonucunda elde edilen larval ölüm değerleri, SPSS programı ile bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA), LSD ve Tukey testi ile elde edilen sonuçlarda F değerleri önem seviyelerine (P) göre değerlendirilmiş ve $p < 0.05$ olduğu durumlarda deney grupları arasında fark olduğu saptanmıştır. Elde edilen grafiklerin yorumlanması ile birden fazla grup arasında benzerlik ve farklılıklar belirlenmiştir.

3. BULGULAR

3.1. *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*'in Farklı Kirlilikteki Su Ortamlarında *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* Türleri Üzerine Etkisine Ait Bulgular

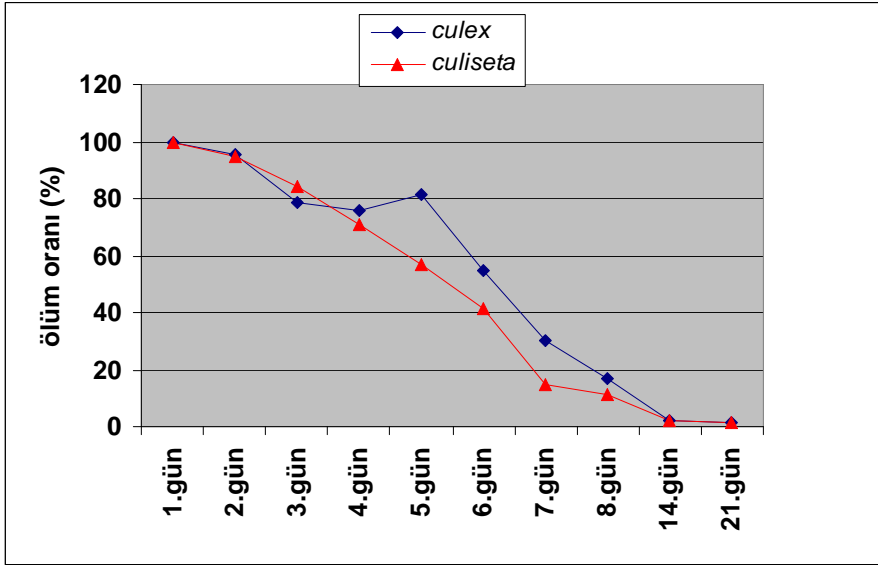
3.1.1. Birinci ve İkinci Evre Sivrisinek Larvalarına Ait Bulgular

Bti içeren ticari formülasyonun önerilen konsantrasyonunun temiz su ortamında *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* türlerinin birinci ve ikinci evre larvaları üzerindeki etkisi, uygulamadan 24 saat sonra azalmaya başlamıştır. Ölüm oranı, *Culex pipiens* türünde beşinci günden sonra, *Culiseta longiareolata* türünde ise 3. günden sonra % 80'in altına düşmüştür (Çizelge 3.1). Yedinci günden itibaren etkisini önemli ölçüde kaybeden *Bti* formülasyonu daha sonraki günlerde birinci ve ikinci evre larvaları üzerine % 20'nin altında ölüm oranı göstermiştir (Çizelge 3.1). Söz konusu iki sivrisinek türünün larvalarının özellikle 5., 6. ve 7. günlerdeki ölüm oranları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

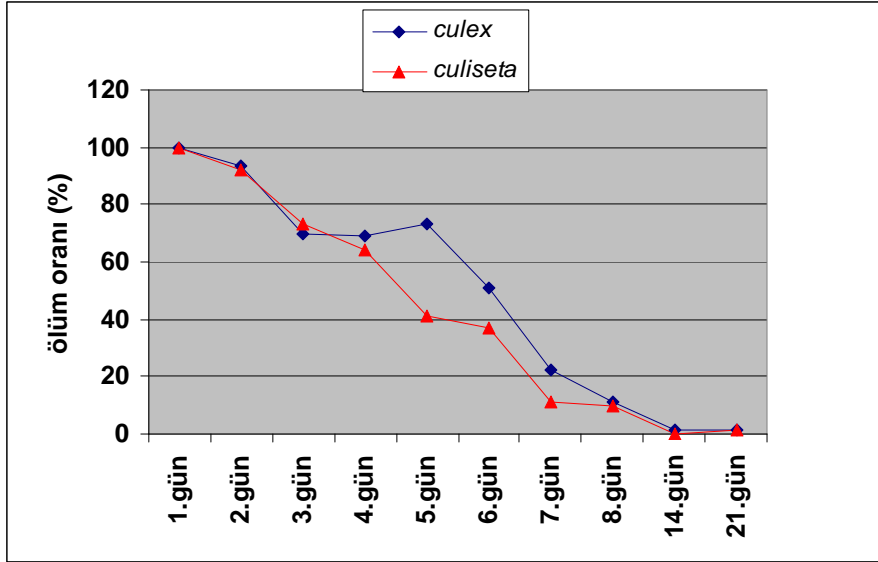
Orta ve çok kirli su ortamlarında yapılan *Bti* uygulamalarındaki larval ölüm oranları arasında ise paralellik gözlenmiştir (Çizelge 3.2-3.3). Orta kirlilikteki sularda 3., 4., 5. ve 6. günlerde *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* türlerinin birinci ve ikinci evre larvalarının ölüm oranları arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır ($P<0.05$). Orta ve çok kirli su ortamlarında 1. ve 2. evre larval ölüm oranları her iki

sivrisinek türü içinde ikinci günden itibaren % 80'in altına düşerken (Çizelge 3.2-3.3), temiz sularda özellikle *Culex* türünde ölüm oranının 5. günde % 80'in üstünde olduğu gözlenmiştir.

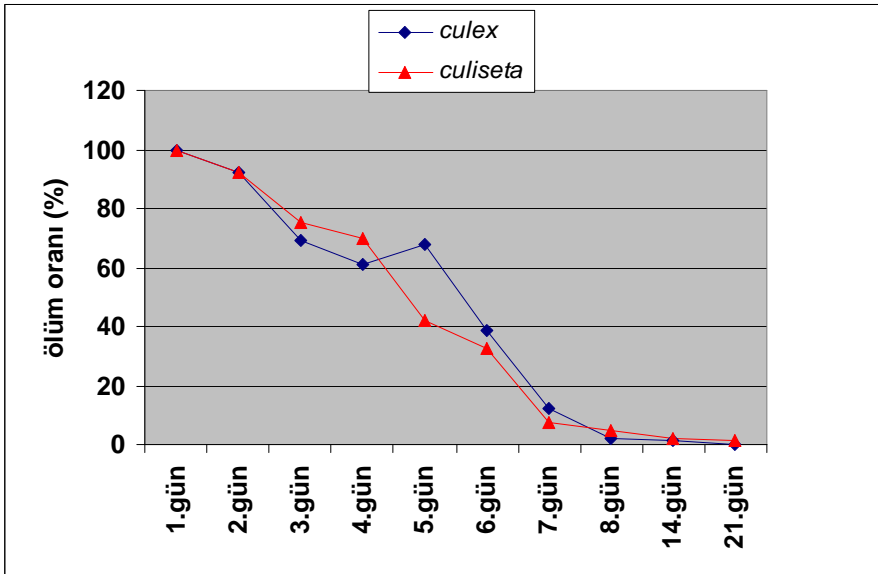
Çizelge 3.1: Temiz su ortamında *Bti* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.



Çizelge 3.2: Orta kirli su ortamında *Bti* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.



Çizelge 3.3: Çok kirli su ortamında *Bti* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.



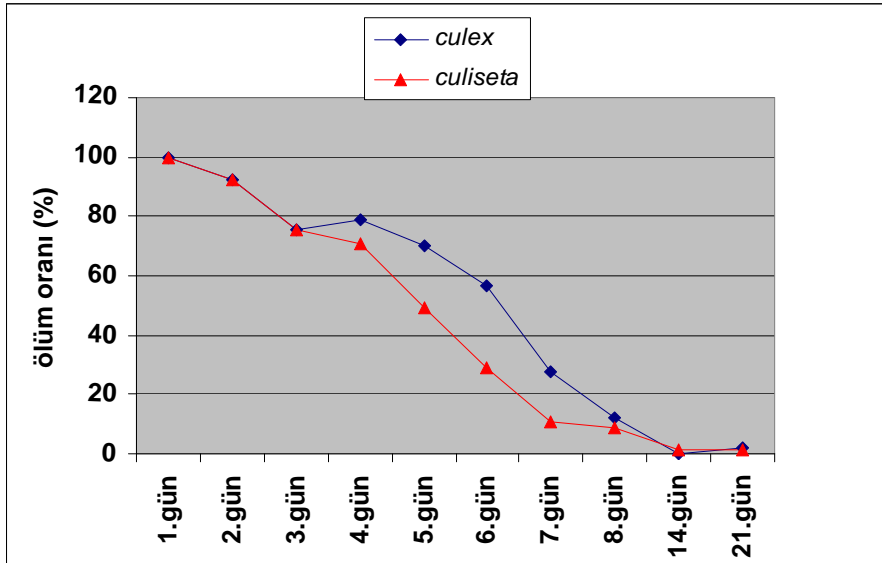
3.1.2. Üçüncü ve Dördüncü Evre Sivrisinek Larvalarına Ait Bulgular

Uygulamadan 24 saat sonra *Bti* içeren ticari formülasyonun her iki sivrisinek türü üzerine olan etkisinde hızlı bir düşüş gözlenmektedir (Çizelge 3.4). Ölüm oranındaki bu düşüş 8. güne kadar devam etmekte ve 8. günden sonra formülasyonun öldürücü etkisi bulunmamaktadır. *Bti* formülasyonu temiz su ortamında *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 3. ve 4. evre larvalarına karşı 3. güne kadar aynı etkiyi göstermiş, 4., 5., 6. ve 7. günlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 3.4). Temiz su ortamında *Culex pipiens* larvalarının *Bti* formülasyonuna *Culiseta longiareolata* larvalarından daha hassas oldukları gözlenmiştir. Ölüm oranı, *Culex pipiens* türünde 5. günden sonra, *Culiseta longiareolata* türünde ise 4. günden sonra % 60'ın altına düşmüştür (Çizelge 3.4). *Bti* formülasyonu 7. günden itibaren etkisini önemli ölçüde kaybetmiş ve daha sonraki günlerde 3. ve 4. evre larvaları üzerinde % 20'nin altında bir ölüm oranı göstermiştir (Çizelge 3.4).

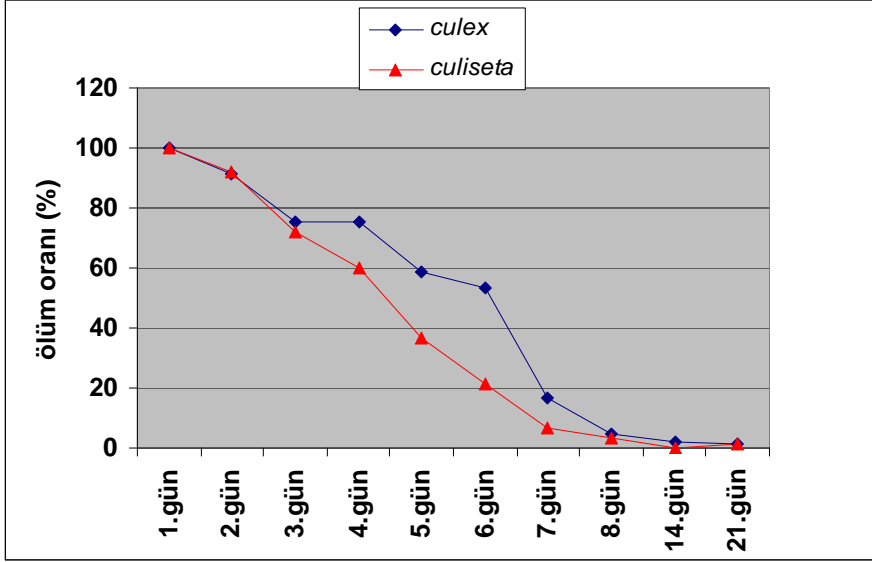
Orta kirli su ortamında yapılan *Bti* denemeleri sonucunda *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* üçüncü ve dördüncü evre larvalarının ölüm oranları arasında 4., 5., 6., ve 7. günlerde fark olduğu gözlenmiş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 3.5). *Culex* türü larvaları *Bti* içeren formülasyondan daha çok etkilenmişler ve her iki türün larvaları üzerine olan öldürücü etki 7 günden sonra % 10'un altına düşmüştür (Çizelge 3.5).

Çok kirli su ortamında *Bti* içeren ticari formülasyon etkisini yine 24 saat içerisinde kaybetmeye başlamış, *Culex* ve *Culiseta* türü larvalar üzerine olan etkide 5., 6. ve 7. günlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 3.6).

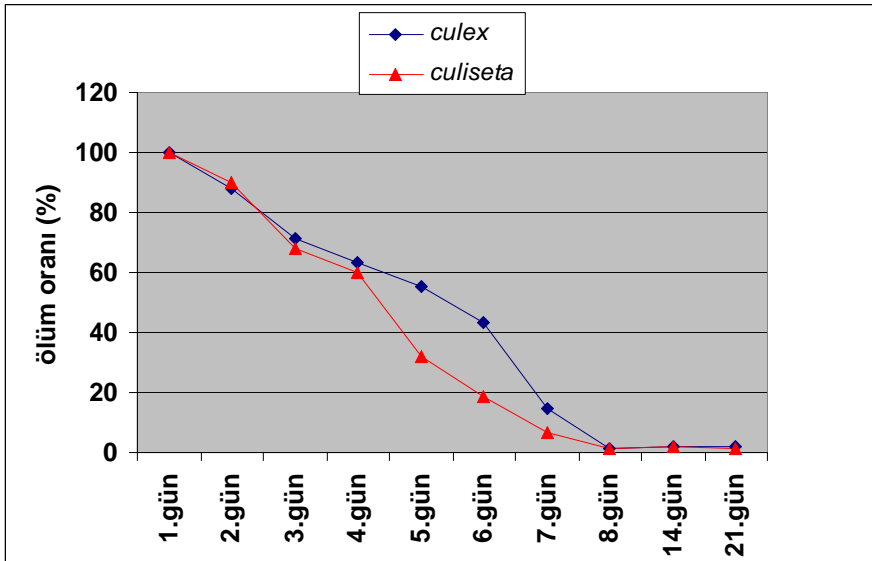
Çizelge 3.4: Temiz su ortamında *Bti* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.



Çizelge 3.5: Orta kirli su ortamında *Bti* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.



Çizelge 3.6: Çok kirli su ortamında *Bti* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.



3.2. *Bacillus sphaericus*'un Farklı Kirlilikteki Su Ortamlarında *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* Türleri Üzerine Etkisine Ait Bulgular

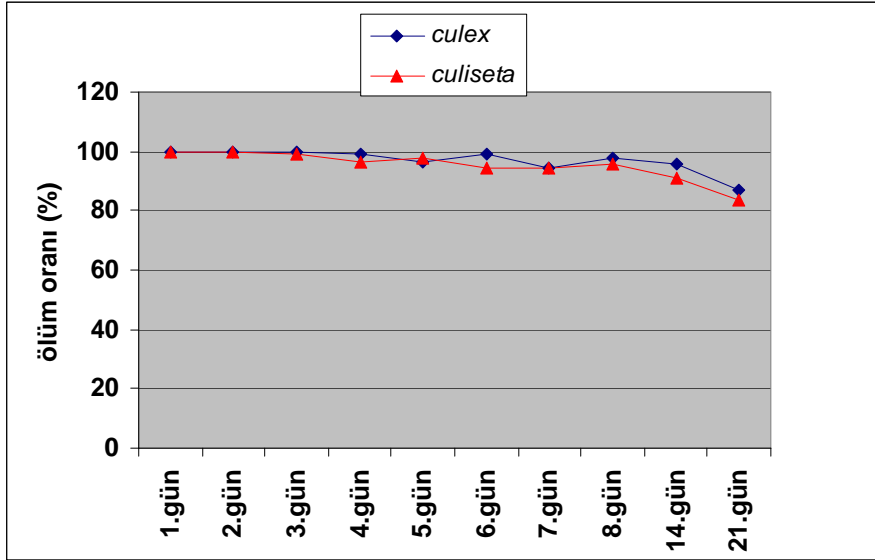
3.2.1. Birinci ve İkinci Evre Sivrisinek Larvalarına Ait Bulgular

Bs içeren ticari formülasyon temiz, orta kirli ve çok kirli su ortamlarında *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 1. ve 2. evre larvaları üzerinde yaklaşık olarak iki hafta boyunca %90'ın üzerinde ölüm oranı sağlamıştır (Çizelge 3.7-3.8-3.9). *Bs*'nin 21. gün sonunda 1. ve 2. evre larvalar üzerindeki ölüm oranı temiz sularda %90'ın altına inerken, bu oran orta kirli ve çok kirli sularda her iki sivrisinek türünün larvaları için %80'in altına inmiştir (Çizelge 3.7-3.8-3.9).

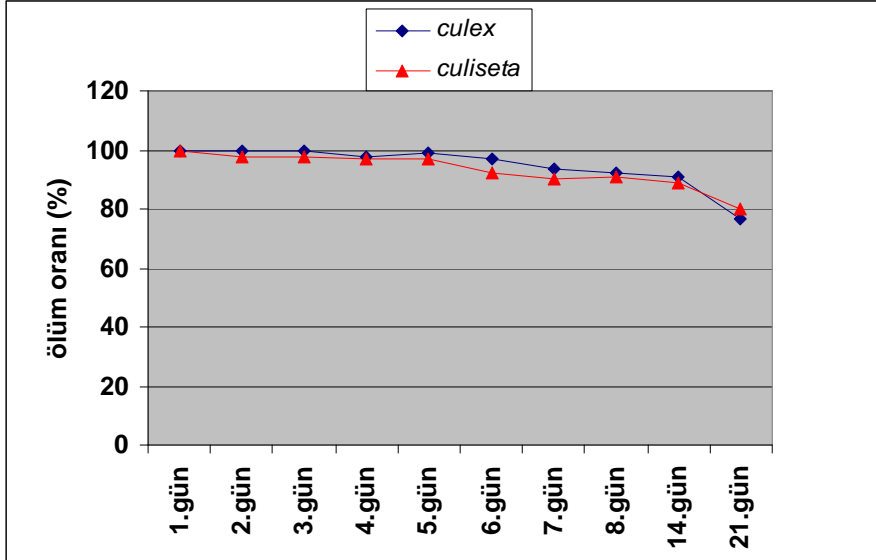
Temiz sularda *Bs*'nin *Culex* ve *Culiseta* larvaları üzerine olan etkisi 6., 14. ve 21. günlerde farklılık göstermiş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Orta kirli sularda 6., 7. ve 21. günlerde de anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$). Çok kirli su ortamında ise 3., 4., 5., 7. ve 21. günlerdeki larval ölüm oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 3.7-3.8-3.9).

Bs'nin temiz ve çok kirli su ortamlarında *Culex pipiens* türü 1. ve 2. evre larvaları üzerindeki ölüm oranlarının *Culiseta longiareolata* türüne oranla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. *Culex* larvalarının ölüm oranı sadece orta kirli su ortamında 21. günde *Culiseta* larvalarının ölüm oranının altına düşmüştür (Çizelge 3.8).

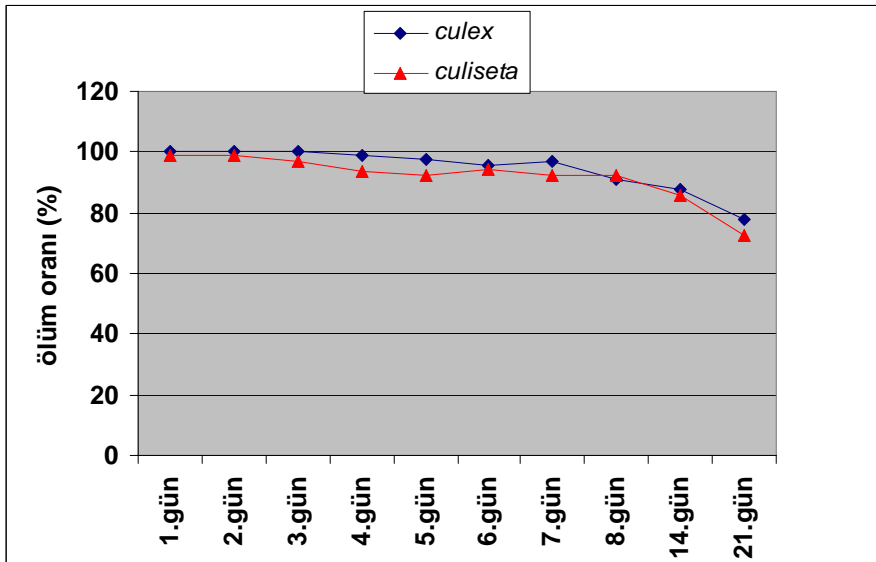
Çizelge 3.7: Temiz su ortamında *Bs* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.



Çizelge 3.8: Orta kirli su ortamında *Bs* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.



Çizelge 3.9: Çok kirli su ortamında *Bs* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 1. ve 2. evre larvalarının ölüm oranları.



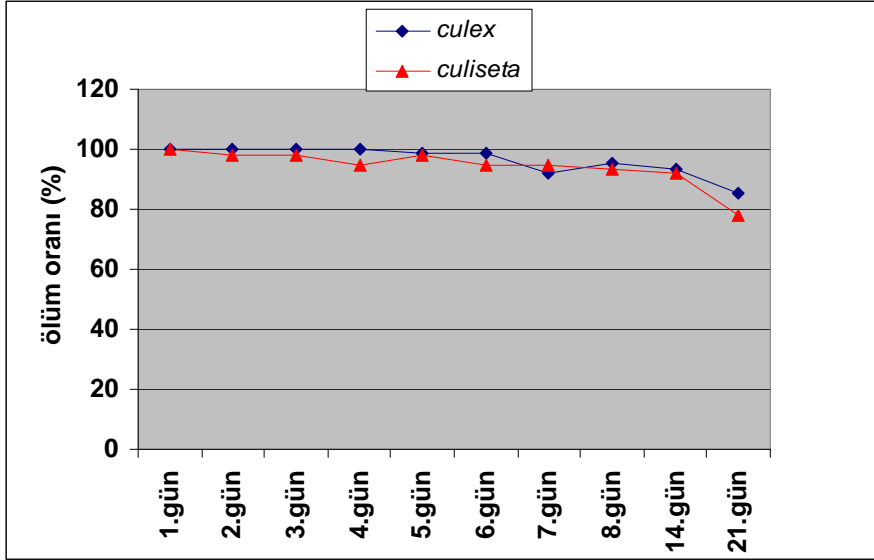
3.2.2. Üçüncü ve Dördüncü Evre Sivrisinek Larvalarına Ait Bulgular

Temiz sularda *Bs* içeren ticari formülasyon uygulanan 3. ve 4. evre *Culex* ve *Culiseta* larvalarının ölüm oranları arasında 4., 6. ve 21. günlerde anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 3.10). *Bs* formülasyonu *Culex* larvaları üzerinde ilk hafta boyunca %100'e yakın bir ölüm oranı sağlamış, 21 gün sonunda bu oranın %85 civarında olduğu gözlenmiştir. *Culiseta* larvaları üzerindeki ölüm oranı ise 21. gün sonunda %80'in altına düşmüştür (Çizelge 3.10).

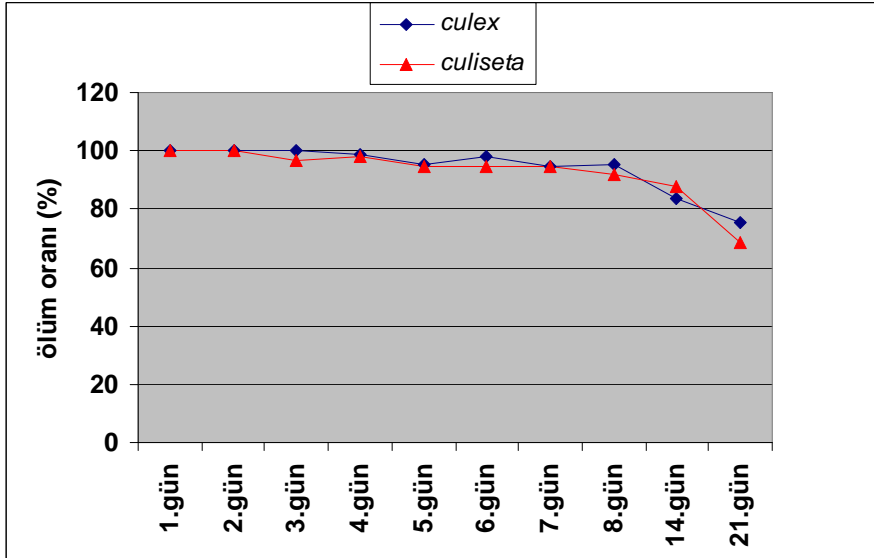
Orta kirli sularda *Culex* ve *Culiseta* üçüncü ve dördüncü evre larvalarının ölüm oranları arasında 3., 6., 8., 14. ve 21. günlerde fark gözlenmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 3.11). Orta kirlilikteki sularda larval ölüm oranı 21. günde her iki sivrisinek türünün larvaları için %80'in altına inerken özellikle *Culiseta* larvaları için bu oranın %70 civarı olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3.11).

Çok kirli su ortamında *Bs* ticari formülasyonu uygulanan *Culex* ve *Culiseta* larvaları arasında 7. ve 14. günlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 3.12). Orta kirlilikteki su ortamında olduğu gibi çok kirli su ortamında da 21. gün sonunda gözlenen ölüm oranı %80'in altına düşmüştür.

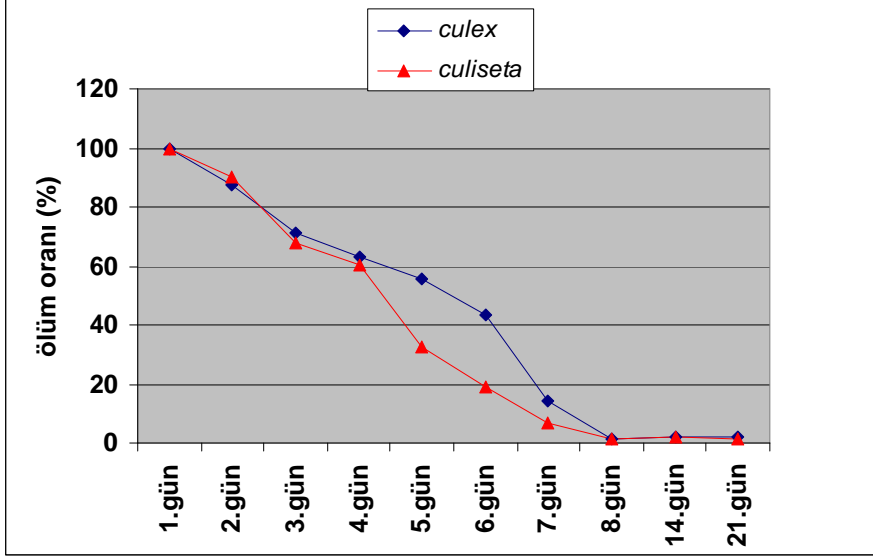
Çizelge 3.10: Temiz su ortamında *Bs* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.



Çizelge 3.11: Orta kirli su ortamında *Bs* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.



Çizelge 3.12: Çok kirli su ortamında *Bs* uygulanan *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* 3. ve 4. evre larvalarının ölüm oranları.



4. SONUÇLAR

Culex ve *Culiseta* larvaları üzerinde, temiz, orta kirli ve çok kirli ortamlarda yapılan *Bti* ve *Bs* uygulamalarının sonuçları 21 günlük süreçte gözlenmiştir. Uygulamalar sonucunda *Bti* içeren ticari formülasyonun **önerilen dozunun** söz konusu sivrisinek larvaları üzerine bir haftadan sonra öldürücü etki göstermediği, bununla birlikte *Bti*'nin temiz sulardaki ölüm oranının diğer ortamlara göre daha yüksek olduğu, *Bti*'nin *Culex* türünü, *Culiseta* türüne oranla daha çok etkilediği, *Culex* türü birinci ve ikinci evre larvalarının diğer evrelere oranla %10 daha hassas olduğu gözlenmiştir.

Bs içeren ticari formülasyonla yapılan denemelerde *Culex* türü larvaların *Bs*'den daha çok etkilendikleri gözlenmiştir. Farklı kirlilikteki su ortamlarında *Bs* içeren ticari formülasyon, *Culex* türünün farklı larval evreleri arasında çok yakın değerlerde ölüm oranları sağlamıştır. *Bs*, *Culex* türü üzerindeki en yüksek etkiyi temiz sularda göstermiştir. Deneme periyodu sonunda formülasyonun önerilen dozundan en çok etkilenen türün *Culex* türü olduğu gözlenmiştir. Birinci ve ikinci evre *Culiseta* larvalarının temiz ve orta kirlilikteki ölüm oranları birbirine yakın değerler göstermiştir. *Culiseta* türünün üçüncü ve dördüncü evre larvalarının temiz sulardaki ölüm oranları ile orta ve çok kirli sulardaki ölüm oranları arasında yaklaşık olarak %10'luk bir fark gözlenmiş, en yüksek ölüm oranlarının temiz sularda meydana geldiği gözlenmiştir.

4.1. *Bti*'nin Etkilerinin İstatistiksel Sonuçları;

Birinci ve ikinci evre *Culex* larvaları üzerine *Bti*'nin etkileri;

21 günlük deneme süreci içerisinde ardışık olarak yapılan gözlemlere göre *Bti* içeren ticari formülasyonun önerilen dozu, birinci ve ikinci evre larvalar üzerine en yüksek öldürücü etkiyi temiz sularda göstermiştir. Birinci gün sonunda larval ölüm oranları tüm su ortamları için %100 olmakla birlikte, ikinci günden itibaren *Bti*'nin öldürücü etkisinde azalma başlamıştır. Beşinci gün sonunda temiz sularda %80'in üzerinde, kirli sularda %70-75 arası, çok kirli sularda ise %65-70 arası ölüm oranları gözlenmiştir. Sadece 4. ve 5. günler arasında tüm su ortamları için *Bti*'nin etkisinde yaklaşık olarak %5'lik bir artış gözlenmiş, formülasyon ilerleyen günlerde etkisini kaybetmeye devam etmiştir. *Bti*'nin etkisindeki azalma beşinci günden itibaren artış göstermiş ve formülasyon sekizinci gün sonunda öldürücü etkisini tamamen kaybetmiştir. *Bti* içeren ticari formülasyon *Culex* türü birinci ve ikinci evre larvalara karşı en yüksek etkiyi temiz sularda göstermiştir.

Üçüncü ve Dördüncü evre *Culex* larvaları üzerine *Bti*'nin etkileri;

Bti içeren ticari formülasyon, uygulamadan 24 saat sonra üç farklı su ortamındaki öldürücü etkisinde yaklaşık olarak %10'luk bir azalma göstermiştir. Birinci gün sonunda tüm su ortamlarında %100 olan larval ölüm oranı, üçüncü günün sonunda tüm su ortamlarında %80'in altına düşmüştür. Üçüncü günden itibaren çok kirli su ortamında *Bti*'nin etkisi çok hızlı bir şekilde azalmaya başlamıştır. Üçüncü ve dördüncü günler arasındaki larval ölüm oranlarında, temiz sularda %5'lik, orta kirli sularda %2'lik bir artış olmuştur. Dördüncü günde

temiz sularda %80 ölüm oranına sahip olan *Bti* formülasyonu, aynı gün çok kirli sularda yaklaşık olarak %60 ölüm oranı sağlamıştır. *Bti* formülasyonu sekizinci günden itibaren, temiz sularda %10-15 arası ve orta kirli sularda %5-10 arası larval ölüm oranı sağlamıştır. Formülasyonun kirli sulardaki etkisi sekizinci günden sonra tamamen bitmiştir. *Culex* türü üçüncü ve dördüncü evre larvalarının, söz konusu formülasyondan en çok temiz sularda etkilendikleri gözlenmiştir.

Birinci ve ikinci evre *Culiseta* larvaları üzerine *Bti*'nin etkileri; temiz, orta kirli ve çok kirli su ortamlarında uygulamadan 24 saat sonra *Bti* bakterisinin *Culiseta* larvaları üzerine olan öldürücü etkisinde azalmalar gözlenmiştir. Birinci gün sonunda her üç su ortamı için %100 olan ölüm oranı üçüncü günde temiz sularda %80-85'e, orta kirli ve çok kirli su ortamları için ise %75'e düşmüştür. Beşinci ve altıncı günler arasında larval ölüm oranı temiz sularda %60 iken orta ve çok kirli sularda %40 olarak gözlenmiştir. altıncı ve yedinci günler arasında yaklaşık olarak %15'lik ölüm oranı sağlayan *Bti* formülasyonu sekizinci günden sonra etkisini kaybetmiştir. *Bti* uygulanan *Culiseta* türü birinci ve ikinci evre larvalarının ölüm oranlarında 21 günlük periyotta bir artış gözlenmemiştir. *Bti* uygulamaları *Culex* larvalarında olduğu gibi *Culiseta* birinci ve ikinci evre larvaları üzerine en yüksek öldürücü etkiyi temiz sularda göstermiştir.

Üçüncü ve Dördüncü evre *Culiseta* larvaları üzerine *Bti*'nin etkileri; uygulamanın birinci gününde tüm su ortamları için %100 olan larval ölüm oranında ikinci gün tüm ortamlarda yaklaşık olarak %10'luk

bir azalma gözlenmiştir. Uygulamadan sonraki dördüncü günde temiz sularda %70-75 oranında larval ölüm gözlenirken, orta ve çok kirli ortamlarda ölüm oranı %60'a düşmüştür. *Bti* uygulamasının ilk gününden itibaren uygulama süresince *Bti*'nin etkisinde bir artış gözlenmemiştir. Formülasyonun etkisi sürekli azalmış, altıncı günden itibaren ölüm oranları tüm ortamlarda %20 nin altına düşmüştür. *Bti* içeren ticari formülasyonun önerilen dozu, *Culiseta* üçüncü ve dördüncü evre larvalarına karşı en yüksek etkiyi temiz sularda göstermiştir.

4.2. *Bs*'nin Etkilerinin İstatistiksel Sonuçları;

Birinci ve ikinci evre *Culex* larvaları üzerine *Bs*'nin etkileri;

Bs içeren ticari formülasyonun önerilen dozu, *Culex* birinci ve ikinci evre larvalarına karşı, 21. gün sonunda temiz sularda %85, orta ve çok kirli sularda ise yaklaşık olarak %80 oranında ölüm oranı sağlamıştır. Formülasyonun tüm ortamlarda ilk üç gün boyunca %100 oranında etki gösterdiği gözlenmiştir. *Bs* birinci ve ikinci evre *Culex* larvalarına karşı en yüksek etkiyi temiz sularda göstermiştir.

Üçüncü ve dördüncü evre *Culex* larvaları üzerine *Bs*'nin etkileri;

Temiz, orta kirli ve çok kirli ortamlarda yapılan *Bs* uygulamaları sonucunda *Culex* larvaları üzerine ilk üç gün boyunca %100 ölüm oranı gözlenmiştir. Uygulamanın yedinci gününde temiz sulardaki ölüm oranı diğer iki ortamdaki ölüm oranlarının altına düşmüştür. Yedinci günden sonra temiz sulardaki larval ölüm oranları tekrar artmaya başlamış ve 21. gün sonunda temiz sularda %85-90, orta ve çok kirli sularda %75-80 larval ölüm oranı gözlenmiştir. *Bs* birinci ve

ikinci evre *Culex* larvalarına karşı en yüksek etkiyi temiz sularda göstermiştir.

Birinci ve ikinci evre *Culiseta* larvaları üzerine *Bs*'nin etkileri; *Bs* içeren ticari formülasyonun önerilen dozu 21 gün sonunda temiz ve orta kirlilikteki sularda %80 üzerinde, çok kirli sularda ise %70-75 larval ölüm oranı sağlamıştır. Temiz sulardaki ölüm oranı uygulama süresince diğer iki ortamın ölüm oranlarının altına düşmemiştir.

Üçüncü ve Dördüncü evre *Culiseta* larvaları üzerine *Bs*'nin etkileri; Uygulamanın birinci gününde tüm ortamlar için %100 olan ölüm oranı 21. gün sonunda temiz sular için %75-80'e, orta kirli sular için %70-75'e ve çok kirli sular için %70'e düşmüştür. İkinci ve dördüncü günlerde temiz sulardaki ölüm oranı orta kirli sulardakinin altına düşmüştür. Deneme boyunca *Bs*'nin *Culiseta* üçüncü ve dördüncü evre larvaları üzerine en az etkiyi kirli sularda gösterdiği gözlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Bacillus sphaericus (*Bs*) ve *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) bakterileri farklı ticari formülasyonlar halinde, dünyanın bir çok ülkesindeki sivrisinek kontrol çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Denemelerimizde kullanılan **VectoBac® 12 AS** (1200 ITU/mg) ve **VectoLex WDG®** (650 ITU/mg)'nin doğal ortam için önerilen dozları sırası ile **1.0 L/ha** ve **200-400 g/ha**'dır. Bu nedenle formülasyonların uygulanacağı tanklarda su miktarı yerine yüzey alanı dikkate alınmıştır. Yüzey alanı **0.25 m²** olan deneme tanklarına **0.025 ml** VectoBac® 12 AS (1.0 L/ha) ve **0.01 g** VectoLex WDG (400 g/ha) formülasyonları eklenmiştir.

Culex pipiens ve *Aedes trivittatus* türü sivrisinek larvalarına karşı yapılan saha çalışmalarında *Bs* ve *Bti* bakterilerini içeren farklı ticari formülasyonların etkileri araştırılmıştır. *Bti* içeren farklı ticari formülasyonlar ile yapılan çalışmalar sonucunda, *Culex* türü sivrisinek larvalarının *Aedes* türü larvalara oranla *Bti* bakterisine karşı daha dayanıklı oldukları gözlenmiştir. Aynı çalışmada *Bs* içeren ticari formülasyonlar *Culex* türü larvalara karşı çok yüksek ölüm oranları sağlarken, *Aedes* türü larvaların çok daha dayanıklı oldukları gözlenmiştir (Berry ve ark., 1987). Aynı formülasyona karşı, farklı sivrisinek türlerinin larvaları arasında gözlenen ölüm oranları arasındaki bu değişkenlik larvaların beslenme stratejileri ile ve bakterilerin sudaki partiküllere tutunmaları ile açıklanabilir. *Culex* türü larvalar su sütununun tamamında beslenebilirlerken, *Anopheles* türü sivrisinekler

yüzeyden beslenirler. Aynı şekilde *Aedes* türlerinin larvaları da genellikle dipten beslenirler. Bu beslenme stratejisine göre uygulamadan kısa bir süre sonra hemen dibe batan *Bti* bakterisi en çok *Aedes* türlerini etkileyecektir. Suda daha homojen dağılım gösteren *Bs* bakterisi ise *Culex* türleri için daha iyi sonuçlar verecektir (Glare ve O'Callaghan, 1998).

Bacillus sphaericus içeren **VectoLex CG** (50 ITU/mg) formülasyonu ile yapılan saha çalışmalarında, uygulama dozu **2 g/m²** olarak alınmış ve kirli sularda *Culex quinquefasciatus* türüne karşı 28 gün boyunca %80 üzerinde kontrol sağlanmıştır. Aynı çalışmada **VectoLex WDG[®]** (350 ITU/mg) formülasyonunun 0.10 g/m² dozu ile kirli sularda *Culex quinquefasciatus* türüne karşı 28 gün boyunca %70 oranında kontrol sağlanmıştır. Bu saha çalışmasına göre *Bs* formülasyonları kirli sularda sivrisinek larvalarına karşı mükemmel kontrol sağlamaktadır (Mulla ve ark., 1997).

Thailand'da yapılan saha çalışmalarında *Culex quinquefasciatus* türüne karşı *Bs*'nin 350 ITU/mg ve 630 ITU/mg'lık iki WDG formülasyonu ve *Bti*'nin 4000 ITU/mg'lık WDG formülasyonlarının etkileri karşılaştırılmıştır. *Bs*'nin 350 ITU/mg'lık formülasyonunun 250 mg/m²'lik dozu ile yapılan çalışmada larvalar üzerine 21 günlük kontrol gözlenirken, 100 mg/m²'lik dozun 28-35 gün arası kontrol sağladığı gözlenmiştir. Bu formülasyonlardan çok daha güçlü olan 630 ITU/mg'lık *Bs* formülasyonunun 106 mg/m²'lik dozu 26 gün kontrol sağlamıştır. *Bti*'nin 4000 ITU/mg'lık WDG formülasyonunun

28mg/m²'lik ve 42 mg/m²'lik iki dozu ile yaklaşık yedi günlük kontrol sağlanırken aynı ortam şartlarında *Bs*'nin 630 ITU/mg'lık WDG formülasyonunun 50 mg/m²'lik dozu ile yaklaşık 27 günlük kontrol sağlanmıştır (Mulla ve ark., 1999).

Bti ile yapılan saha çalışmalarında **Teknar** isimli formülasyonun 1.8 lit/ha'lık dozunun uygulamadan 24 saat sonra, *Cx. malayi*, *An. crawfordi* ve *Cx. quinquefasciatus* türlerine karşı sırası ile %97, %100 ve %88'lik ölüm oranı sağladığı gözlenmiştir. Aynı formülasyon *Cx. gelidus* türüne karşı 1.0 lit/ha ve 1.5 lit/ha'lık iki ayrı dozda uygulanmış sırası ile %87 ve %95 oranında kontrol gözlenmiştir. Bu sonuçlar aynı formülasyonun aynı dozunun farklı sivrisinek türleri üzerine farklı etkiler meydana getirebileceğini ve aynı tür üzerine farklı dozların farklı etkileri olabileceğini göstermiştir (Baruah ve Das, 1994).

Bti bakterisi ile yapılan saha çalışmalarında **BACTIMOS WP**[®], **VECTOBAC TP**[®], **TEKNAR HP-D**[®] isimli ticari formülasyonlar *Anopheles* türü sivrisinek larvalarına karşı kullanılmıştır. Uygulamalar sonucunda **BACTIMOS WP**[®] isimli formülasyonun 2 kg/ha'lık dozunun birinci gün sonunda %82.3 ve 7.gün sonunda %0.0 oranında, 1 kg/ha'lık dozunun birinci gün sonunda %69.8 ve 7. gün sonunda %11.1 oranında larval ölüm gerçekleştirdiği gözlenmiştir. **VECTOBAC TP**[®] isimli formülasyonla yapılan çalışmalarda 1 kg/ha'lık dozun birinci gün sonunda %88.2 ve yedinci gün sonunda %0.0 oranında, 0.5 kg/ha'lık dozunun ise yedinci günde %13.0 oranında kontrol sağladığı saptanmıştır. **TEKNAR HP-D**[®] formülasyonu 2 lt/ha'lık dozu ile birinci

gün sonunda %97.7 oranında larval ölüm sağlamış ve yedinci gün sonunda bu oran %26.62'ya düşmüştür. Aynı formülasyonun 1lt/ha'lık dozu yedinci gün sonunda %15.3 oranında larval kontrol sağlarken 0.5 l/ha'lık doz birinci gün %85.2 olan larval ölüm oranını yedinci gün sonunda %0.0'a düşürmüştür. Bu çalışma *Bti*'nin *Anopheles* türüne karşı mücadele çalışmalarında yaklaşık olarak bir haftalık rezidüel etkisi olduğunu göstermiştir (Kroeger ve ark., 1995). *Bti*'nin *Anopheles* türlerine karşı kısa süreli rezidüel etki göstermesi, *Anopheles* larvalarının genellikle su yüzeyinden beslenmelerine ve *Bti* bakterilerinin uygulamadan sonra çok hızlı bir şekilde dibe batmalarına bağlanmaktadır (Glare ve O'Callaghan, 1998). Aynı zamanda *Bti* toksininin protein yapısının sucul ortamda bulunan diğer mikroorganizmalar ile parçalanması rezidüel etkiyi kısaltmaktadır (Clark ve ark., 2007; Kroeger ve ark., 1995).

Bir başka saha çalışmasında *Bs* içeren **VectoLex CG** (50 ITU/mg) formülasyonunun 11.2 kg/ha'lık dozu iki ayrı bölgedeki *Culex quinquefasciatus* türü larvaları üzerinde denenmiştir. Birinci bölgede 31. gün sonunda %68 oranında larval ölüm gözlenmiştir. Bu çalışmanın 24. günündeki larval ölüm oranı %82 olarak saptanmıştır. İkinci bölgedeki ölüm oranları çok daha yüksek olmakla beraber 31. gün sonunda %93 oranında larval ölüm oranı saptanmış ve bu oran 24. gün için %89 olarak belirlenmiştir. İkinci bölgedeki ölüm oranlarının daha yüksek oluşu bu bölgedeki uygulama alanı sularının daha temiz ve sığ oluşuna bağlanmıştır (Ali ve ark., 2000). İkinci bölgedeki uygulamalarda 10. gün %98 olan larval ölüm oranının 17. gün %58 ve 24. gün %89

olduğu görülmüştür (Ali ve ark., 2000). Uygulama sırasında 10. günden sonra formülasyonun etkisinin %40 oranında azaldığı ve 24. günde yaklaşık olarak %30 oranında arttığı görülmüştür. *Bs*'nin gerçekleştirdiği ölüm oranları arasındaki bu iniş çıkışlar, bakterinin sporlarının ölü larvalar üzerinden tekrar çoğalabilmelerine bağlanmaktadır (Davidson, 1984; Karch ve Coz, 1986; Skovmand ve Bauduin, 1996; Yoshimura ve ark., 1996; Mulla ve ark., 1999; Pei ve ark., 2002; Merrit ve ark, 2005). Aynı çalışmada *Bti* içeren **VectoBac G** (200 ITU/mg) formülasyonu *Culex quinquefasciatus* türü üçüncü ve dördüncü evre larvalarına karşı **A**, **B** ve **C** bölgelerinde sırasıyla 22.4 kg/ha, 11.2 kg/ha ve 22.4 kg/ha'lık dozlarda kullanılmıştır. **A** bölgesinde birinci gün %78 olan ölüm oranı, yedinci gün %80 olarak belirlenmiştir. **B** bölgesindeki larval ölüm oranı birinci gün %76'dan yedinci gün %3'e düşmüştür. **C** bölgesindeki ölüm oranı ise birinci gün %84 iken yedinci gün %24'e düşmüştür. Bu çalışmada kullanılan en düşük *Bti* dozu olan 11.2 kg/ha'lık doz yedinci günden sonra etkisini tamamen kaybetmiştir (Ali ve ark., 2000). Sivrisinek kontrol çalışmalarında kirli sulara karşı çok daha yüksek toleransa sahip olan ve ölü larvalar üzerinden çoğalabilen *Bs*'nin kullanımı, kısa süreli rezidüel etkiye sahip olan *Bti* kullanımından daha avantajlıdır (Ali ve ark., 2000).

Bti içeren ticari formülasyonun önerilen dozu ile yaptığımız denemelerde *Culex* ve *Culiseta* larvaları üzerine yaklaşık bir haftalık rezidüel etki gözlenmiştir. Uygulamanın yedinci gününde *Culex* türü üzerine %20 oranında, *Culiseta* türü üzerine ise %10 oranında larval ölüm gözlenmiştir. *Culex* türü üzerindeki ölüm oranınının daha yüksek

olması, *Culex* larvalarının çok daha aktif olmaları ve su sütununun her bölgesinden beslenebilmeleri sonucunda, dibe batan *Bti* sporlarına ulaşabilmeleri ile açıklanabilir. Aynı zamanda temiz sulardaki ölüm oranlarının iki tür içinde orta kirli ve kirli ortamlardaki ölüm oranlarından daha yüksek olduğu saptanmıştır. *Culex* türü üzerine olan etkinin daha yüksek oluşu *Culex* türü larvaların su sütunu boyunca suyun her seviyesinden beslenebilmeleri ile açıklanabilir. *Bti*'nin kirli su ortamlarında daha az etkili olması, uygulamadan kısa bir süre sonra dibe batmasına, sudaki partiküllere tutunma eğiliminde olmasına bağlanmaktadır (Glare ve O'Callaghan, 1998). Denemelerimizin sonuçlarına göre birinci ve ikinci evre larvalar *Bti* içeren formülasyona karşı üçüncü ve dördüncü evre larvalara göre daha hassastırlar. Bunun nedeni dördüncü evrenin sonundaki larvaların pupaya geçmeden önce beslenmelerini durdurmaları ve genç evrelerin çok daha aktif olmaları ile açıklanabilir (Alten ve Çağlar, 1998).

Bs içeren formülasyonun önerilen dozu ile yaptığımız uygulamalarda *Bs*'nin larval evreler arası farklılıklardan etkilenmediği, 21. günün sonunda genç ve yaşlı evrelerin ölüm oranlarının birbirine çok yakın olduğu gözlenmiştir. *Culex pipiens* türü genel olarak *Culiseta longiareolata* türüne oranla daha yüksek ölüm oranları vermiştir. *Bs*'nin uygulamadan sonraki ilk hafta, suyun kirlilik oranından etkilenmediği ancak ilerleyen günlerde etkisindeki azalmanın kirli sularda daha fazla olduğu gözlenmiştir. denemelerimizin sonunda 21. günlük ölüm oranlarının yapılan saha çalışmaları ile yakın değerlerde olduğu gözlenmiştir. Denemelerimizin sonuçlarına göre, *Bs* üç hafta sonunda

Culex larvaları üzerine %80-85, *Culiseta* larvaları üzerine %75-80 oranında kontrol sağlamıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma konusunun belirlenmesinde *Bs* ve *Bti* bakterilerinin, günümüzde dünyanın bir çok ülkesindeki sivrisinek eradikasyon çalışmalarında çok yaygın olarak kullanılmaları etkili olmuştur.

Ülkemizde sivrisinek kontrol çalışmalarında kimyasal kullanımı halen tercih edilen yöntemlerin başında gelmekte ve biyolojik savaşa gereken önem tam olarak verilmemektedir. Bunun nedenleri, **biyolojik kontrol ajanlarının** biyolojilerinin ve işlevlerinin yeterince bilinmemesi ve pestisitlere oranla daha yüksek fiyatlara pazarlanmalarıdır. *Bs* ve *Bti* içeren ticari formülasyonların kimyasallara oranla pahalı olmaları, bilinçli bir yaklaşımı gerektirir.

Bs ve *Bti* bakterilerinin aralarındaki işlevsel ve yapısal farklılıkların iyi bilinmesi sonucunda doğru zamanda, doğru biyolojik ajanın yeterli miktarda kullanımı sağlanabilir. Aynı zamanda biyopestisitlerin yetersiz kaldıkları durumlar saptanabilirse bu doğrultuda çevreye karşı daha duyarlı, mücadele edilen türe karşı daha etkili ve daha ekonomik biyopestisitler üretilebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ali, A., Chowdhury, M. A., Aslam, A. F., Ul-Ameen, M., Hossain, M. I., and Habiba, D. B.,** 2000, Field Trials With *Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* serovar. *israelensis* Commercial Formulations Against *Culex quinquefasciatus* Larvae in Suburban Dhaka, Bangladesh, Med. Entomol. Zool., 51 (4): 257-264.
- Alten, B. ve Çağlar, S. S.,** 1998, Vektör Ekolojisi ve Mücadelesi, T. C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatör., Bizim Büro Basımevi, Ankara. 242 s.
- Baruah, I., and Das, S. C.,** 1994, Laboratory and Field Evaluation of *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus sphaericus* Against Mosquito Larvae, J.Com. Dis., 26 (2):82-87.
- Beltrao H. B. M., Silva-Filha M. H. L.,** 2007, Interaction of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Cry Toxins with Binding Sites from *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Larvae Midgut, FEMS Microbiol Lett. 266: 163-169.
- Berry J. W., Novak G. M., Khounlo S., Rowley A. W., Melchior L. G.,** 1987, Efficacy of *Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* For Control of *Culex pipiens* and Floodwater *Aedes* Larvae In Iowa, Journal of the American Mosquito Control Association, 3(4): 579-582.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Bhattacharya P. R.**, 1998, Microbial Control of Mosquitoes With Special Emphasis on Bacterial Control, *Indian J. Malariol.* 35 (4): 206-24.
- Boonserm P., Moonsom S., Boonchoy C., Promdonkoy B., Partasarathy K., Torres J.**, 2006, Association of the Components of the Binary Toxin from *Bacillus sphaericus* in Solution and with Model Lipid Bilayers, *Biochemical and Biophysical Research Communications* 342: 1273-1278.
- Cetin H., Dechant P., Yanikoglu A.**, 2007, Field Trials With Tank Mixtures of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* and *Bacillus sphaericus* Formulations Against *Culex pipiens* Larvae in Septic Tanks In Antalya, Turkey, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 23(2): 161-165.
- Clark D. J., Devisetty N. B., Krause C. S., Novak J. R., Warrior P.**, 2007, Anovel Method For Evaluating the Particle Distributional Behavior of A Spray-Dried Technical Concentrate and A Water-Dispersible Granule Formulation of *Bacillus thuringiensis* Subsp. *israelensis* In An Aqueous Column, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 23(1): 60-65.
- Clements, A. N.**, 2000, *The Biology of Mosquitoes, Volum I: Development, Nutrition and Reproduction*, CABI Publishing, pp 511.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Çömelekoğlu Ü., Mazmancı B. ve Arpacı A.,** 2000, Pestisitlerin Kronik Etkisine Maruz Kalan Tarım İşçilerinde Karaciğer Fonksiyonlarının İncelenmesi, *Türk J. Biol.*, 24: 461-466.
- Davidson W. E.,** 1984, Microbiology, Pathology And Genetics of *Bacillus sphaericus*: Biological Aspects Which Are Important to Field Use, *Mosquito News*, 44(2): 147-151.
- Davidson W. E.,** 1989, The Present Status of *Bacillus sphaericus*, *Israel Journal of Entomology*, 23: 9-15.
- Demirsoy, A.,** 1997, Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar/Böcekler, Entomoloji Cilt II/Kısım II; Hacettepe Üniv. Fen Fak. Biyol. Böl. Beytepe-ANKARA.
- El-Bendary M. A.,** 2006, *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus sphaericus* biopesticides production, *J. Basic Microbiol.*, 46 (2): 158-170.
- Federici B. A., Park H. W., Bideshi D. K., Wirt M. C., Johnson J. J.,** 2003, Recombinant Bacteria For Mosquito Control, *The Journal of Experimental Biology*, 206: 3877-3885.
- Glare, T. R., O'Callaghan, M.,** 1998, Environmental and Health Impacts of *Bacillus thuringiensis israelensis*, Report for the Ministry of Health, Biocontrol and Biodiversity, Grasslands Division, Lincoln, pp 58.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Hajaj M., Carron A., Deleuze J., Gaven B., Sertier-Rio M., Vigo G., Thierry I., Nielsen-LeRoux C., Lagneau C., 2005,** Low Persistence of *Bacillus thuringiensis* Serovar *israelensis* Spores in Four Mosquito Biotopes of a Salt Marsh in Southern France, *Microbial Ecology*, 50: 475-487.
- Hermes, W.B., 1956,** *Medical Entomology*. Fourth Edition. The Macmillon Comp. New York, pp.643.
- Hofte, H., Whiteley, H. R., 1989,** Insecticidal Crystal Proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiol. Rev.* 53: 242-55.
- Juarez-Perez V., Guerschicoff A., Rubinstein C., Delecluse A., 2002,** Characterization of Cyt2Bc Toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *medellin*, *Applied and Environmental Microbiology*, 68 (3): 1228-1231.
- Karch S., Coz J., 1986,** Recycling of *Bacillus sphaericus* in Dead Larvae of *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae), *Ent. Med. et Parasitol.*, 24(1): 41-43.
- Klein D., Uspensky I., Braun S., 2002,** Tightly Bound Binary Toxin in the Cell Wall of *Bacillus sphaericus*, *Applied and Environmental Microbiology*, 68 (7): 3300-3307.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- Kroeger, A., Horstick, O., Riedl, C., Kaiser, A., and Becker, N.,** 1995, The Potential for Malaria Control With the Biological Larvicide *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) in Ecuador, *Acta Tropica* 60: 47-57.
- Lacey L. A., Ross D. H., Lacey C. M., Inman A., Dulmage H. T.,** 1988, Experimental Formulations of *Bacillus sphaericus* for the Control of Anopheline and Culicine Larvae, *Journal of Industrial Microbiology*, 3: 39-47.
- Lacey L. A.,** 2007, *Bacillus thuringiensis* Serovariety *israelensis* and *Bacillus sphaericus* for Mosquito Control, *American Mosquito Control Association*, 23 (2):133-151.
- Ludwig M., Beck M., Zgomba M., Becker N.,** 1994, The Impact of Water Quality on the Persistence of *Bacillus sphaericus*, *Bull. Soc. Vector Ecol.*, 19(1): 43-48.
- McGavin, G. C.,** 2001, *Essential Entomology*, Oxford University Press, pp 318.
- Mederios F. M., Melo Santos M., A., V., Regis L., Rios E. M. M., Neto P. J. R.,** 2005, Development of *Bacillus sphaericus* Tablet Formulation and Its evaluation a Larvicide in the Biological Control of *Culex quinquefasciatus*, *mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 100 (4): 431-434.

Merrit R. W., Lessard J. L., Wessel K. J., Hernandez O., Berg M. B., Wallace J. R., Novak J. A., Ryan J., Merrit B. W., 2005,
Lack Of Effects Of *Bacillus sphaericus* (Vectolex) on nontarget

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Organisms in a Mosquito- Control Program in Southeastern Wisconsin : a 3-Year Study, Journal of the American Mosquito Control Association, 21 (2): 201-212.

Moazami, N., 1995, Biological Insecticide Research and Production in the Islamic Republic of Iran, Combating Malaria, Proceedings of a UNESCO/WHO Meeting of Experts Helds, Paris, 97-112.

Mulla, M. S., Rodcharoen, J., Ngamsuk, W., Tawatsin, A., Pan-Urai, P., and Thavara, U., 1997, Field Trials With *Bacillus sphaericus* Formulations Against Polluted Water Mosquitoes in a Suburban Area of Bangkok, Thailand, Journal of the American Mosquito Control Association, 13(4): 297-304.

Mulla M. S., Su T., Thavara U., Tawatsin A., Kong-ngamsuk W., Pan-Urai, 1999, Efficacy of New Formulations of the Microbial Larvacide *Bacillus sphaericus* Against Polluted Water Mosquitoes in Thailand, Journal of Vector Ecology, 24 (1): 99-110.

Mulla M. S., Thavara U., Tawatsin A., Kong-ngamsuk W., Chompoonsri J., and Su T, 2001, Mosquitolarval control with *Bacillus sphaericus*: reduction in adult populations in low-income communities in Nonthaburi Province, Thailand, Journal of Vector Ecology 26 (2): 221-231.

Narsaiah J., Jamil K., 1986, Preliminary Studies on Biological Control of Mosquito Larvae Using *Bacillus thuringiensis* And *Bacillus sphaericus*, Entomo., 11 (3): 187-192.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Nielson-LeRoux C., Rao D. R., Murhy J. R., Carron A., Mani T. R., Hamon S., Mulla M. S., 2001, Various Leves of Cross-Resistance to *Bacillus sphaericus* Strains in *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) Colonies Reistant to *Bacillus sphaericus* Strain 2362, Applied and Environmental Microbiology, 67 (11): 5049-5054.

Pauchet Y., Luton F., Castella C., Charles J. F., Romey G., and Pauron D., 2005, Effects of a Mosquitocidal Toxin on a Mammalian Epithelial Cell Line Expressing its Target Receptor, Cellular Microbiology, 7 (9): 1335-1344.

Pei G., Oliveira C. M. F., Yuan Z., Nielson- LeRoux C., Silva-Filha M. H., Yan J., Reigs L., 2002, A strain of *Bacillus sphaericus* Causes Slower Development of Resistance in *Culex quinquefasciatus*, Applied and Environmental Microbiology, 68 (6): 3003-3009.

Prabakaran, G., Balaraman, K., Hoti, S. L., and Manon Mani, A. M., 2007, A Cost-Effective Medium for the Large-Scale Production of *Bacillus sphaericus* H5a5b (VCRC B42) for Mosquito Control, Biological Control, 41: 379-383.

Reinert, D. J., Carpusca I., Aktories K., Shulz G. E., 2006, Structure Of The Mosquitocidal Toxin From *Bacillus sphaericus*, J. Mol. Biol., 357: 1226-1236.

Rozendaal, J. A., 1997, Vector Control Methods for Use By Individuals and Communities, WHO, Geneva, pp 412.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Seleena, P., Lee, H. L., Nazni, W. A., Rohani, A., and Kadri, M. S., 1996, Microdroplet Mosquitocidal *Bacillus thuringiensis* Using Ultra-Low-Volume Generator For the Control of Mosquitoes, Southeast Asian J. Trop Med. Public Health, Vol: 27, No: 3 628-632.

Skovmand O., Bauduin S., 1996, Efficacy of a Granular Formulation of *Bacillus sphaericus* Against *Culex quinquefasciatus* and *Anopheles gambiae* in West African Countries, Journal of Vector Ecology, 22 (1): 43-51.

Swadener and Carrie, 1994, *Bacillus thuringiensis* (Bt). Journal of Pesticide Reform. Vol. 14, No., Fall, pp 13-27.

Smith, A. W., Camara-Artigas, A., Brune, D. C., and Allen, J. P., 2005, Implications of High Molecular Weight Oligomers of the Binary Toxin from *Bacillus sphaericus*, Journal of Invertebrate Pathology, 88: 27-33.

Silva-Filha M. H., and Peixoto A. C., 2003, Immunocytochemical Localization of the *Bacillus sphaericus* Binary Toxin Components

in *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) Larvae Midgut, Pesticide Biochemistry and Physiology, 77: 138-146.

Stevens M. M., Akhurst R. J., Clifton M. A., Hughes P.A., 2004,
Factors Affecting the Toxicity of *Bacillus thuringiensis* var.
israelensis and *Bacillus sphaericus* to Fourth Instar Larvae of

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

Chironomus teperi (Diptera: Chironomidae), Journal of Invertebrate Pathology, 86: 104-110.

Su T., Mulla M. S., 1999, Field Evaluation of new Water-Dispersible Granular Formulations of *Bacillus Thuringiensis* ssp. *israelensis* and *Bacillus sphaericus* Against *Culex* Mosquitoes in Microcosms, J. Am. Mosq. Control Assoc., 15 (3): 356-65.

Wirth M. C., Delecluse A., Walton W. E., 2001, Cyt1Ab1 and Cyt2Ba1 from *Bacillus thuringiensis* subsp. *medellin* and *B. thuringiensis* subsp. *israelensis* Synergie *Bacillus sphaericus* against *Aedes aegypti* and Resistant *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae), Applied and Environmental Microbiology, 67 (7): 3280-3284.

Yoshimura G., Wright S., Towzen J., 1996, Efficacy of *Bacillus sphaericus* at the Sacramento Regional Wastewater Treatment Plant Demonstration Wetlands, Proc. Mosq. And Vector Control Assoc. of CA, 64: 124-129.

Zhang, B., Liu, M., Yang, Y., and Yuan, Z., 2006, Cytolytic Toxin Cyt1Aa of *Bacillus thuringiensis* synergizes the Mosquitocidal Toxin Mtx1 of *Bacillus sphaericus*, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 70(9): 2199-2204.

1973, Manuel on Larval Control Operations in Malaria Programmes, **WHO** Offset Publ. 1.1-199, Geneva.

ÖZGEÇMİŞ

21 Nisan 1979 tarihinde Adana’da doğdu. 2001 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü’ne giren Taylan DOĞAROĞLU, 2005 yılında biyolog olarak lisans diplomasını aldı. 2006 yılının Şubat ayında E.Ü. Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Zooloji Anabilim Dalı’nda Doç. Dr. Önder DEVECİ danışmanlığında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Yüksek Lisans eğitimi sırasında görev aldığı projeler; **Tübitak Projesi:** “Embriyoda Cinsiyetin Belirlendiği Süreçte Antimüller Hormonda Sialik Asit Değişiklikleri ile Müller Kanalı Apoptozis İlişkinin Araştırılması” (Bursiyer) 2007-Devam ediyor, **DPT Projesi:** “Doğal Genç-Yaşlı ve Deneysel Yaşlandırılmış-Gençleştirilmiş Böcek Model Sisteminde Hücre ve Organizma Düzeyinde Yaşlanmanın Moleküler Mekanizması”. (06-DPT-003, Bursiyer) 2006-Devam ediyor. Ayrıca **T.C. Sağlık Bakanlığı** tarafından 2000 yılında Ege Üniversitesi’ ne verilen yetki doğrultusunda “**İnsektisitlerin Biyolojik Etkinlik ve Doz Tespit Denemeleri**” nin açık ve kapalı alan uygulamalarında çalışmaktadır.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.