

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI SİVRİSİNEK LARVASITLERİNİN SİVRİSİNEK LARVA PREDATÖRÜ
NOTONECTA SP. ÜZERİNDE TOKSİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Önder SER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

2013

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI SİVRİSİNEK LARVASITLERİNİN SİVRİSİNEK LARVA PREDATÖRÜ
NOTONECTA SP. ÜZERİNDE TOKSİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Önder SER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez 17/12/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Hüseyin ÇETİN
Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU
Yrd. Doç. Dr. Fatih DAĞLI



ÖZET

BAZI SİVRİSİNEK LARVASİTLERİNİN SİVRİSİNEK LARVA PREDATÖRÜ *NOTONECTA SP.* ÜZERİNDE TOKSİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Önder SER

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hüseyin ÇETİN

Aralık 2013, 51 sayfa

Sivrisineklerin 3500'ün üzerinde türü vardır ve bunların birçoğu insan ve hayvan hastalıklarının vektörüdür. Kan emme sırasında bazı türler sıtma, sarı humma ve dank humması gibi son derece zararlı hastalıkları bulaştırırlar. Dünya genelinde her yıl bir milyunun üzerinde insan sivrisinek kaynaklı hastalıklardan ölmektedir.

Biyolojik, fiziksel (mekanik) ve kültürel metotların kimyasallarla birleştirilerek kullanıldığı "Entegre Zararlı Mücadele Programları" sivrisineklerin kontrolü için daha güvenli yaklaşımlardır. Kontrol yöntemleri içinde en etkili olanlar sivrisineklerin yaşam döngüsündeki larval evreleri hedefleyenlerdir.

Sivrisineklerin üreme alanlarında sivrisinek larva ve pupaları ile beslenen sivrisinek balıkları, kız böcekleri (yusufçuklar) ve sırtüstü yüzenler gibi etkili predatör organizmalar yaşamaktadır. Sivrisinek larvalarını kontrol etmek için kullanılan bazı insektisit spreyler hedef dışı bu böcekler ve ilgili canlılar üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilmektedir.

Bu tez çalışmasında; yaygın olarak kullanılan bazı sivrisinek larvasitlerinin (*Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis*, Spinosad, Diflubenzuron ve Pyriproxyfen) Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği dozlarda, hedef dışı canlı sırtüstü yüzen *Notonecta* sp. nimfleri üzerindeki toksisitesini belirlemek için laboratuvar testleri gerçekleştirilmiştir. Böcekler Antalya, Konyaaltı ilçesi Çakırlar mevkiindeki sera sulama havuzlarından 2013'ün Nisan-Haziran periyodunda, denemelerden birkaç gün önce toplanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, 7 günlük maruziyet süresinde Spinosad (500 g ai/ha, %68,75 ölüm) ve Diflubenzuron'un (100 g ai/ha, %44,32 ölüm) en yüksek dozları hariç, kullanılan 4 larvasit *Notonecta* sp. nimfleri üzerinde düşük toksik etki göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Larvasit, *Notonecta*, Sivrisinek, Toksisite

JÜRİ: Doç. Dr. Hüseyin ÇETİN (Danışman)

Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Fatih DAĞLI

ABSTRACT

INVESTIGATION OF TOXIC EFFECTS OF SOME MOSQUITO LARVICIDES ON MOSQUITO LARVAE PREDATOR *NOTONECTA* SP.

Onder SER

MSc Thesis in Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin CETİN

December 2013, 51 pages

There are over 3500 species of mosquito, most of which are vectors of human and animal diseases. In feeding on blood, some of them transmit extremely harmful diseases, such as malaria, yellow fever and dengue fever. Over one million people worldwide die from mosquito-borne diseases every year.

Integrated Pest Management Programs that use biological, physical (mechanical) and cultural methods in combination with chemicals to more safely control mosquitoes. The most effective control methods are those targeted against the larval stage of the life cycle.

Effective predator organisms e.g. mosquito fishes, dragonflies and backswimmers feed on mosquito larvae and pupae live in breeding areas of mosquitoes. Some insecticide sprays to control larval mosquitoes may have negative effects on these non-target insects and related organisms.

In this thesis, laboratory bioassays were conducted with some common mosquito larvicides (*Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis*, Spinosad, Diflubenzuron and Pyriproxyfen), at World Health Organization recommended doses, to determine their relative toxicities for non-target organism; backswimmer (*Notonecta* sp.) nymphs. These insects were collected several days prior to the experiment from greenhouse irrigation pools in Cakırlar, Konyaalti, Antalya, period in April and June of 2013.

According to the results, tested four larvicides were showed low toxic effect to *Notonecta* sp. nymphs in 7-day exposure time except for the highest doses of Spinosad (500 g ai/ha, 68,75% mortality) and Diflubenzuron (100 g ai/ha, 44,32% mortality).

KEYWORDS: Larvicide, Mosquito, *Notonecta*, Toxicity

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin CETİN (Supervisor)

Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

Asst. Prof. Dr. Fatih DAGLI

ÖNSÖZ

Sivrisinekler, başta memeliler ve kuşlar gibi sıcakkanlı canlılar olmak üzere birçok omurgalı canlı grubundan kan emmektedirler. Kan emme davranışları ve geniş ekolojik toleranslarıyla sivrisinekler birçok hastalık etmenine vektörlük yapmaktadırlar. Bu vektör özellikleri nedeniyle her yıl dünya genelinde milyonlarca insanın hastalanmasına ve bir kısmının ölmesine yol açarlar.

Sağlık açısından oldukça önemli bir canlı grubu olan sivrisineklerin popülasyonlarının kontrol altında tutulması bir zorunluluktur. Bu amaçla farklı yöntemler uygulanmaktadır. Özellikle sucul ortamlarda larvalarla yapılan mücadele çalışmaları hem mücadelenin temelini oluşturmakta hem de başarıyı arttırmaktadır. Ancak sivrisinek larva mücadele çalışmaları sırasında kullanılan ürünler zaman zaman sivrisinek larva ve pupalarıyla aynı sucul ortamlarda bulunan hedef dışı canlılara zarar verebilmektedir.

Ülkemizde birçok kurum ve kuruluş sivrisinek mücadele çalışması yapmaktadır. Bu sebeple tez çalışmamızda, Türkiye'de sivrisinek larva mücadelesinde yaygın olarak kullanılan ürünlerin hedef dışı canlı sivrisinek larva predatörü *Notonecta* sp. nimfleri üzerindeki toksik etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışmanın ülkemizde sivrisinek mücadelesi yapan kurum ve kuruluşların, mücadele çalışmalarında kullandıkları ürünlerin hedef dışı faydalı canlılara olumsuz etkileri hakkındaki bilgilerine katkı sağlamasını dilerim.

Bana bu çalışmayı yapma olanağı tanıyan başta danışman hocam Doç. Dr. Hüseyin ÇETİN'e (Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü), *Notonecta* sp. örneklerinin toplanmasındaki yardımlarından ötürü Kemal YALMAN, Ercan OKUR ve Veli GEZER (Antalya Büyükşehir Belediyesi, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü) ile sivrisinek larva ve pupalarının toplanmasındaki yardımlarından ötürü Raşit KÜÇÜKBAŞKAN'a (Antalya Halk Sağlığı Müdürlüğü, Kepez Toplum Sağlığı Merkezi, Sıtma Birimi) ve laboratuvar imkânlarını kullandığım Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Başkanlığı'na teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER.....	4
2.1. Sivrisineklerin Genel Özellikleri.....	4
2.2. Sivrisineklerin Vektörlüğünü Yaptığı Önemli Bazı Hastalıklar.....	5
2.2.1. Sıtma (malaria).....	5
2.2.2. Batı nil virüsü enfeksiyonu	6
2.3. Sivrisineklerle Mücadelede Kullanılan Yöntemler	7
2.3.1. Mekanik (fiziksel) mücadele.....	7
2.3.2. Kültürel mücadele.....	8
2.3.3. Kimyasal mücadele.....	8
2.3.3.1. Organik klorlu (OK) insektisitler.....	8
2.3.3.2. Organik fosforlu (OF) insektisitler.....	8
2.3.3.3. Karbamatlı insektisitler.....	9
2.3.3.4. Sentetik piretroitler (SP)	9
2.3.3.5. Böcek gelişim düzenleyiciler (BGD).....	10
2.3.3.5.1. Kitin sentez inhibitörleri (KSİ).....	10
2.3.3.5.2. Jüvenil hormon analogları (JHA).....	11
2.3.4. Biyolojik mücadele.....	11
2.3.4.1. Bakteri toksinleri.....	12
2.3.4.1.1. <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp. <i>israilensis</i> (Bti) toksini.....	12
2.3.4.1.2. <i>Bacillus sphaericus</i> (Bs) toksini.....	13
2.3.4.2. Bakteri fermentasyon ürünü (Spinosa).....	14
2.4. <i>Notonecta</i> sp. Bireylerinin Genel Özellikleri.....	15
2.4.1. <i>Notonecta</i> sp.'nin sınıflandırmadaki yeri.....	15
2.4.2. <i>Notonecta</i> sp. bireylerinin biyolojik ve ekolojik özellikleri.....	15
2.4.3. <i>Notonecta</i> sp. bireylerinin yaşam döngüsü.....	17
2.4.4. <i>Notonecta</i> sp. bireylerinin ekonomik açıdan önemleri.....	18
3. MATERYAL ve METOT	20
3.1. <i>Notonecta</i> sp. Örneklerinin Toplanması	20
3.2. <i>Notonecta</i> sp. Örneklerinin Toplandığı Habitatların Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi	21
3.3. Deney Düzeneklerinin Kurulması.....	21
3.4. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	23
4. BULGULAR	24
4.1. <i>Notonecta</i> sp. Örneklerinin Toplandığı Havuzların Fizikokimyasal Bazı Özellikleri.....	24
4.2. <i>Notonecta</i> sp. Nimflerine İsektisitlerin Toksik Etkileri	24
4.2.1. <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp. <i>israilensis</i> (Bti) toksinlerinin <i>Notonecta</i> sp. nimflerine toksik etkisi.....	24

4.2.2. Pyriproxyfen'in <i>Notonecta</i> sp. nimflerine toksik etkisi.....	25
4.2.3. Diflubenzuron'un <i>Notonecta</i> sp. nimflerine toksik etkisi.....	25
4.2.4. Spinosad'ın <i>Notonecta</i> sp. nimflerine toksik etkisi	26
5. TARTIŞMA	28
6. SONUÇ	34
7. KAYNAKLAR	35
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

α	Alfa
γ	Gama
<	Küçük
λ	Lamda
μ s	Mikrosiemens
°C	Santigrat derece
&	Ve

Kısaltmalar

A.	<i>Anisops</i>
Ae.	<i>Aedes</i>
ai	Aktif içerik
An.	<i>Anopheles</i>
B.	<i>Bacillus</i>
BGD	Böcek Gelişim Düzenleyici
BHC	Benzen Hekza Klorür
Bin	Binary toksin
BNV	Batı Nil Virüsü
Bs	<i>Bacillus sphaericus</i>
Bti	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>
Bu.	<i>Buena</i>
Cl.	<i>Culiseta</i>
cm	Santimetre
Cry	Crystal delta-endotoxins
Cx.	<i>Culex</i>

Cyt	Cytolisins
DDT	Dikloro Difenil Trikloretan
DDVP	Dimethyl 2,2-dichlorovinyl phosphate
Deet	Dietiltoluamid
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
EC	Emulsifiable Concentrate (Emülsiyon Konsantre)
EC ₅₀	Effective Concentration, 50% (Etkili Konsantrasyon, %50)
EPA	Enviromental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
G	Granule (Granül)
GABA	Gama amino bütirik asit
<i>G.</i>	<i>Gambusia</i>
g	Gram
g ai/ha	Gram aktif içerik/hektar
g for/ha	Gram formülasyon/hektar
h	Saat
ha	Hektar
JH	Jüvenil Hormon
JHA	Jüvenil Hormon Analogu
kDa	Kilo Dalton
kg	Kilogram
KSİ	Kitin Sentez İnhibitörü
L	Litre
LC ₅₀	Lethal Concentration, 50% (Letal Konsantrasyon, %50)
LC ₈₀	Lethal Concentration, 80% (Letal Konsantrasyon, %80)
LD ₅₀	Lethal Dose, 50% (Letal Doz, %50)
mg	Miligram

Mtx	Mosquitocidal toxins
<i>N.</i>	<i>Notonecta</i>
No	Numara
OF	Organik Fosforlu
OK	Organik Klorlu
P	Probability
<i>P.</i>	<i>Plasmodium</i>
PBO	Piperonil Bütoksit
pH	Power of Hydrogen
ppm	Parts per million (milyonda bir kısım)
RNA	Ribonükleik asit
<i>S.</i>	<i>Saccharopolyspora</i>
SC	Suspension Concentrate (Süspansiyon Konsantre)
SP	Sentetik Piretroit
sp.	Species (tür)
ssp.	Subspecies (alt tür)
<i>T.</i>	<i>Tropisternus</i>
vb.	Ve benzeri
vd.	Ve diğerleri
WDG	Water Dispersible Granule (Suda Dağılabilir Granül)
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
WHOPES	World Health Organization Pesticide Evaluation Scheme
WP	Wettable Powder (Islanabilir Toz)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Sivrisineklerin yaşam döngüsü.....	4
Şekil 2.2.a) <i>N. maculata</i> dorsal görünüm.....	17
b) <i>N. maculata</i> baş kısmı.....	17
c) <i>N. glauca</i> lateral görünüm.....	17
Şekil 2.3.a) <i>Notonecta</i> sp. nimfi dorsal görünüm.....	18
b) <i>Notonecta</i> sp. nimfi ventral görünüm.....	18
Şekil 3.1. Çakırlar mevkii sera sulama havuzu.....	20
Şekil 3.2. Sera sulama havuzundan <i>Notonecta</i> sp. örneklerinin toplanması.....	20
Şekil 3.3.a) PH metre cihazının hazırlanması.....	21
b) Sulama havuzunun fizikokimyasal değerlerinin ölçülmesi.....	21
Şekil 3.4.a) Denemelerin yapıldığı polietilen kaplar.....	21
b) Deney düzenekleri.....	21
Şekil 3.5.a) <i>Notonecta</i> sp. nimflerini beslemek için araziden toplanan sivrisinek larva ve pupaları.....	22
b) <i>Notonecta</i> sp. nimflerini beslemek için sivrisinek larva ve pupalarının seçilmesi.....	22
c) <i>Notonecta</i> sp. nimflerini beslemek için seçilmiş sivrisinek larva ve pupaları.....	23
d) Deneme kaplarındaki <i>Notonecta</i> sp. nimflerine sivrisinek larva ve pupalarının verilmesi.....	23

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. <i>Notonecta</i> sp. sistematığı.....	15
Çizelge 3.1. DSÖ tarafından sivrisinek larvalarına karşı önerilen larvasitler ve kullanım dozları.....	22
Çizelge 4.1. <i>Notonecta</i> sp. nimflerinin toplandığı havuzların fizikokimyasal bazı özellikleri.....	24
Çizelge 4.2. <i>Bacillus thuringiensis</i> ssp. <i>israilensis</i> toksinlerinin <i>Notonecta</i> sp. nimflerine toksik etkileri (%Ortalama ölüm±Standart hata).....	25
Çizelge 4.3. Pyriproxyfen'in <i>Notonecta</i> sp. nimflerine toksik etkileri (%Ortalama ölüm±Standart hata).....	26
Çizelge 4.4. Diflubenzuron'un <i>Notonecta</i> sp. nimflerine toksik etkileri (%Ortalama ölüm±Standart hata).....	26
Çizelge 4.5. Spinosad'ın <i>Notonecta</i> sp. nimflerine toksik etkileri (%Ortalama ölüm±Standart hata).....	27

1. GİRİŞ

Dünya genelinde 3500'ün üzerinde türü bulunan sivrisinekler (Anonim 1, Tolle vd 2009) (Diptera: Culicidae) ülkemizde 50'den fazla tür ile temsil edilmektedir. (Muslu vd 2011). Sivrisinekler olumsuz çevre koşullarında uzun süre canlı kalabilmeleri, üreme potansiyellerinin yüksek olması, larvalarının dünyanın tüm zoocoğrafik bölgelerinde farklı sucul habitatlarda gelişebilmesi ve kan emme davranışları nedeniyle böcekler arasında hem sağlık açısından hem de ekonomik yönden önemli bir yere sahiptirler (Muslu vd 2011). Sivrisinekler tarafından vektörlüğü yapılan önemli hastalıklar arasında sıtma, sarı summa, batı nil virüsü enfeksiyonu, dank humması, lenfatik flariasis, chikungunya ateşi ve Japon ensefaliti bulunmaktadır (Tolle vd 2009, Becker vd 2010).

Sivrisinekler holometabol (tam başkalaşım geçiren) böcekler olup, yaşam döngülerinde yumurta, larva, pupa ve ergin evreleri bulunmaktadır. Su yüzeyine veya daha sonra su içinde kalabilecek nemli ortamlara bırakılan yumurtalardan çıkan larvalar 3 kez gömlek değiştirdikten sonra pupa evresine geçerler ve pupadan birkaç gün içinde erginler açığa çıkar. Sivrisineklerin gelişim süresini üreme habitatlarındaki suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri, besin durumu, gün uzunluğu ve iklimsel değişimler gibi faktörler etkilemektedir. Yumurtadan ergin birey oluşumuna kadar geçen süreç yaz aylarında yaklaşık 2 haftadır. Yosunlarla kaplanmış durgun sular, su sarnıçları, havuzlar, çeltik üretim tarlaları, sulama kanalları, foseptik çukurları vb. birçok alan sivrisineklerin üreme alanı (jit) olabilmektedir (Alten ve Çağlar 1998, Becker vd 2010).

Sağlık açısından oldukça önemli bu canlıların popülasyonlarının kontrol altında tutulması amacıyla mekanik (fiziksel), kültürel, biyolojik ve kimyasal mücadele yöntemlerinin bir arada kullanıldığı entegre mücadele çalışmaları yürütülmektedir (Alten ve Çağlar 1998, Becker vd 2010). Mekanik mücadele kapsamında; sivrisineklerin üreme alanlarının (doğal jitlelerin) kontrolü, yapay jit oluşturmanın önlenmesi ve çevre düzenlemesi çalışmaları yapılmaktadır (Akdur 1997). Kültürel mücadele kapsamında ise; vektör mücadelesinde görevli personele (sağlık ve belediye çalışanlarına), öğrencilere ve vatandaşlara yönelik gerek vektörler gerekse vektörel hastalıklar ve korunma yöntemleri hakkında bilgi vermek amacıyla eğitim programları ve seminerler düzenlenmekte, broşürler hazırlanmaktadır (Alten ve Çağlar 1998). Kimyasal mücadele çalışmalarında; larvasit olarak organik fosforlu (OF) insektisitler ile kitin sentez inhibitörleri (KSI) ve juvenil hormon analogları (JHA) gibi böcek gelişim düzenleyiciler (BGD) kullanılmaktayken; erginlere karşı genellikle sentetik piretroit (SP) grubu insektisitler kullanılarak açık ve kapalı alanlarda kalıcı (rezidüel) uygulamalar ile soğuk ve sıcak sisleme çalışmaları yapılmaktadır. Biyolojik mücadelede ise; predatör canlılar (*Gambusia affinis* (Baird&Girard, 1853) gibi) ve bakteri kökenli ürünler (*Bacillus thuringiensis* ssp. *israilensis* (Bti), *Bacillus sphaericus* (Bs) ve Spinosad gibi) yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca sivrisinek-insan temasını kesmek amacıyla evlerin kapı ve pencerelerine sineklik takılması, cibinlik ve sinek kovucu ürünlerin (Deet=Dietiltoluamid içerenler gibi) kullanılması da fayda sağlamaktadır (Becker vd 2010).

Özellikle larvalara karşı yürütülen mücadele çalışmalarına ağırlık verilmesi entegre sivrisinek mücadelesinin başarısını artırmaktadır. Sivrisinek üreme habitatlarında bulunan bazı predatör türler sivrisinek popülasyonlarını baskı altında tutabilmektedir. Sivrisinek larvalarıyla beslenen predatörlerin başında bazı balık türleri (*G. affinis*), kız böcekleri veya yusufluk olarak bilinen Odonata türleri ile sırtüstü yüzen (backswimmer) olarak da bilinen *Notonecta* cinsine ait türler gelmektedir (Kumar vd 2006, Becker vd 2010).

Notonecta cinsi böcekler Hemiptera takımının Notonectidae ailesinde yer alırlar (Hungerford 1933). Bu böcekler, sucul habitatlarda polifaj özellikte bir predatör olup küçük balıklar, kurbağa larvaları, salyangozlar, kabuklular ve sivrisinek larvaları gibi farklı canlıların vücut sıvılarıyla beslenirler (Hugerford 1933, Anonim 2, Anonim 3, Papáček 2001). Dikkatsiz davranıldığında insanları da sokabilirler ve oldukça acı verirler (Hungerford 1933, Demirsoy 2006).

Notonecta sp. bireyleri su içinde baş aşağı, ters şekilde durdukları için "sırtüstü yüzen" olarak adlandırılırlar. Bu böcek cinsi arka bacaklarının şekli ve bacaklar üzerinde bulunan yüzme setaları ile vücutlarının üst yüzeyinin (sırt kısmı) kavisli olması sayesinde su içinde hızla hareket edebilmektedirler. Ayrıca suya dönük olan üst yüzeylerinin açık renkte, dışarı dönük olan alt yüzeylerinin ise koyu renkte olması ve vücutlarının farklı bölgelerinde hava depolayarak su altında uzun süre kalabilmeleri suda yaşamalarına imkân veren önemli adaptasyonlardır. *Notonecta* sp. bireyleri suda yaşamalarına rağmen, ergin bireyler gerektiğinde su dışına çıkıp kanatlarını kuruttuktan sonra uçabilirler (Demirsoy 2006). Bu sayede ihtiyaç duyduklarında habitatlarını değiştirebilirler (McCauley ve Rowe 2010).

Notonecta sp. bireyleri hemimetabol (yarı başkalaşım geçiren) canlılar olup yaşam döngülerinde; yumurta, nimf ve ergin evreleri vardır. *Notonecta* sp. bireylerinin habitatlarını durgun sular, bataklıklar, göller, yavaş akan dere ve nehirler, pirinç tarlaları ve su kanalları oluşturur (Anonim 2, Papáček 2001).

Yapılan çalışmalarda *Notonecta* sp. bireylerinin farklı türlerden sivrisinek larvalarıyla beslendiği ve larva kontrolünde önemli oranda başarı sağladığı gösterilmiştir (Blaustein vd 1995, Aldemir ve Boşgelmez 2004). Ayrıca *Notonecta* sp. bireyleri tarafından salgılanan bazı kimyasalların bulunduğu habitatlara dışı sivrisineklerin yumurta bırakmayı tercih etmedikleri de gösterilmiştir (Silberbush vd 2010).

Sivrisinek larvalarıyla aynı sucul habitatları paylaşan *Notonecta* sp. bireyleri zaman zaman sivrisinek larvalarına karşı kullanılan insektisitlere maruz kalabilmektedirler. Sivrisinek larvalarına karşı kullanılan biyolojik bir larvasit olan Bti ile yapılan bir çalışmada, insektisit hedef dışı canlı *Notonecta* sp. üzerinde toksik etkisine rastlanmamıştır (Gunasekeran vd 2004). Ancak SP, OF, organik klorlu (OK) ve karbamat grubu bazı insektisitlerle yapılan çalışmalarda bu ürünlerin *Notonecta* sp. bireyleri üzerinde değişen oranlarda toksik etki gösterdiği tespit edilmiştir (Mills vd 1969, Federle ve Collins 1976, Miura ve Takahashi 1987).

Sucul ortamlarda yapılan sivrisinek larva mücadelesi sırasında kullanılan insektisitler su ekosistemlerine zarar verebilmekte, hedef dışı birçok canlı üzerinde toksik etki oluşturabilmektedir (Kumar vd 2006). Bu nedenle son yıllarda bazı insektisit gruplarının kullanımı kısıtlanmış veya yasaklanmış olup, alternatif yeni ürünler kullanılmaya başlanmıştır (Porter vd 1993, Poopathi ve Abidha 2010).

Ülkemizde belediyeler, Sağlık Bakanlığı'na bağlı sıtma mücadele ekipleri ve diğer bazı kuruluşlar tarafından farklı insektisit grupları kullanılarak sivrisinek larvalarına yönelik mücadele yapılmaktadır. Yaptığımız literatür taramalarında şu ana kadar Türkiye'de *Notonecta* sp. bireyleri üzerine insektisitlerin toksik etkilerinin belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada ülkemizde sivrisinek larvaları ile mücadelede yaygın olarak kullanılan insektisit gruplarının, Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) önerdiği sivrisinek doz aralıklarında hedef dışı canlı sivrisinek larva predatörü *Notonecta* sp. bireyelerine toksik etkilerinin olup/olmadığının ortaya koyulması amaçlanmıştır.

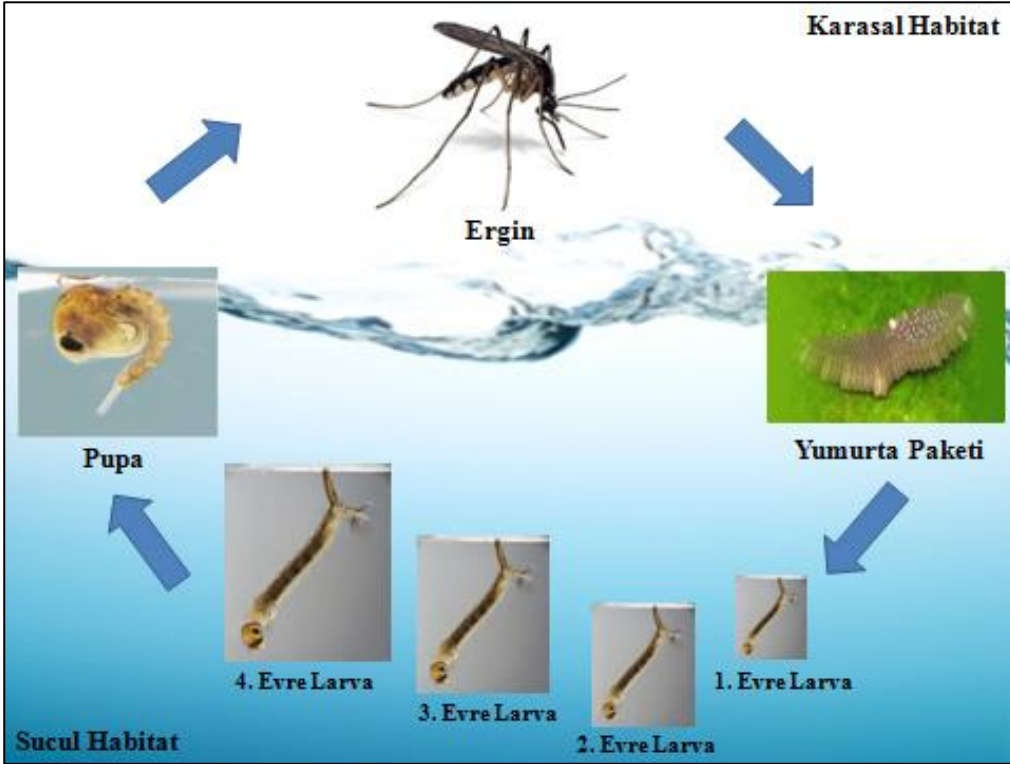
2. KURAMSAL BİLGİLER

2.1. Sivrisineklerin Genel Özellikleri

Dünya genelinde 3500'ün üzerinde türü bulunan sivrisinekler, Diptera takımının Culicidae ailesinde yer alırlar (Anonim 1, Tolle vd 2009).

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

Sivrisinekler holometabol (tam başkalaşım geçiren) böcekler olup, hayat döngülerinde; yumurta, larva, pupa ve ergin evreleri bulunmaktadır. Bu canlılar yumurta, larva ve pupa evrelerini sucul habitatlarda geçirirken, ergin evrelerini karasal habitatlarda geçirirler (Şekil 2.1) (Alten ve Çağlar 1998, Becker vd 2010).



Şekil 2.1. Sivrisineklerin yaşam döngüsü

Çiftleşmiş dişi sivrisinekler kan emdikten 2-4 gün sonra (bu süre soğuk iklimlerde daha uzundur) saniyedeki akış hızı 40 cm'yi geçmeyen sığ sulara, türlere göre değişmekle birlikte 50-500 arasında yumurta bırakırlar (Alten ve Çağlar 1998, Becker vd 2010).

Su içerisine veya daha sonra su altında kalacak nemli alanlara bırakılan yumurtalardaki embriyolar sivrisinek türüne ve suyun sıcaklığına bağlı olarak 2-7 gün içinde gelişmektedirler. Sudaki çözülmüş oksijen miktarının azalması ve su sıcaklığının artması ile yumurtalardan 1. evre larvalar açığa çıkar. Larvalar su içerisindeki mikroorganizmalar, algler, protozoonlar, omurgasızlar ve sudaki çeşitli organik döküntülerle beslenirler. Bazı istisnalar hariç sivrisinek larvaları 10-30 °C arasındaki sıcaklıktaki sulara gelişir ve sıcaklık arttıkça larval gelişim süresi kısalmır (Becker vd 2010). Larvalar 3 kez gömlek değiştirdikten sonra pupa evresine geçerler. Pupaya yandan bakıldığında virgüle benzemektedir (Alten ve Çağlar 1998). Diğer birçok böcek pupasının aksine sivrisinek pupaları çok hızlı hareket edebilirler. Su sıcaklığına bağlı olarak yaklaşık 2-3 günde bu evre tamamlanır ve erginler açığa çıkar (Becker vd 2010).

Hem dişi hem de erkek ergin sivrisinekler günlük enerji gereksinimlerini karşılamak için bitki yapraklarından, çiçeklerinden ve meyvelerinden doku özsuyu alarak beslenirler. Bazı istisnalar hariç sivrisineklerin dişileri yumurtalarının gelişimi için kan emerler. Sadece insanlardan kan emen sivrisineklere antropofil, hayvanlardan kan emenlere ise zoofil adı verilir. Konak ayrımı yapmadan hem insan hem de hayvanlardan kan emen türlere ise zoo-antropofil adı verilmektedir. Ayrıca kuşlardan kan emenlere ornitofil, kurbağa ve sürüngenlerden kan emenlere ise batrokofil türler denilmektedir (Alten ve Çağlar 1998, Becker vd 2010). Sivrisinekler genellikle kuş ve memeli gibi sıcakkanlı hayvanlardan kan emmelerine rağmen, türlerin yaklaşık %15'i konak olarak kurbağa ve sürüngenleri tercih ederler.

2.2. Sivrisineklerin Vektörlüğünü Yaptığı Önemli Bazı Hastalıklar

Sivrisinekler, kan emme davranışları nedeniyle çeşitli parazit ve arbovirüslerin insan ve hayvanlara bulaşmasından sorumlu önemli vektörlerdir (Alten ve Çağlar 1998). Sivrisinekler tarafından vektörlüğü yapılan önemli hastalıklar arasında sıtma, batı nil virüsü enfeksiyonu, sarı humma, dank humması, lenfatik flariasis, chikungunya ateşi ve Japon ensefaliti bulunmaktadır (Tolle vd 2009, Becker vd 2010). Dünya genelinde her yıl milyonlarca insan bu hastalıklara yakalanmakta ve bir kısmı da bu hastalıklar sebebi ile hayatını kaybetmektedir. Bu hastalıklardan sıtma ve batı nil virüsü enfeksiyonu ülkemizde ve yakın komşularımızda görülmekte ve zaman zaman salgınlara da yol açmaktadır. Ancak son yıllarda seyahat olanaklarının artması ile sivrisinekler aracılığıyla bulaşan diğer hastalıkların da ülkemizde görülme riski ortaya çıkmıştır.

2.2.1. Sıtma (malaria)

Sıtma (malaria) dünya genelinde böcekler tarafından vektörlüğü yapılan en önemli enfeksiyon hastalığıdır. Tropik ve subtropik bölgelerde yaygın olarak görülen hastalığa *Plasmodium* cinsi hücre içi parazitler neden olmaktadır (Duggan ve Çetin 2006). Hastalık parazit ile enfekte olmuş hasta insandan kan emen *Anopheles* cinsi dişi sivrisineğin sağlıklı bir insanı sokmasıyla bulaşır. Nadiren anneden bebeğe intrauterin bulaş, kan transfüzyonu, organ nakli ve parazit ile kontamine olmuş tıbbi malzemelerle bulaş da görülebilmektedir (Long vd 1996, Akdur 1997, Mejia vd 2006).

Sıtma hastalığı süresi ve şiddeti parazit türüne göre değişmekle birlikte, üşüme-titrete, yüksek ateş ve terleme şeklindeki nöbetlerle karakterizedir. Parazitin vücuda

alınmasından sonra 7-30 gün süren kuluçka dönemi ardından birkaç gün süren halsizlik, kırıklık, iştahsızlık, baş-kas-eklem ağrıları gibi non-spesifik belirtiler görülür. Bu evre sonunda tipik sıtma nöbetleri başlar (Akdur 1997).

Her yıl dünyanın farklı bölgelerinde on milyonlarca insan sıtma parazitleriyle enfekte olmakta ve bunların yaklaşık bir milyonu hayatını kaybetmektedir. 2010 yılında dünyanın 106 endemik ülke ve bölgesinde yaklaşık 216 milyon sıtma vakası tespit edilmiş olup, bunların 655 bin kadarı ölümle sonuçlanmıştır (WHO 2011). Ölümle sonuçlanan vakaların büyük çoğunluğu (%91) özellikle Afrika ülkelerinde ve ağırlıklı olarak 5 yaş altındaki çocuklarda görülmektedir (WHO 2008, 2011).

Dünya genelinde insanlarda hastalık oluşturan sıtma parazitleri *Plasmodium falciparum* (Welch, 1897), *P. vivax* Grassi&Feletti, 1890, *P. ovale* Stephens, 1922, *P. malaria* (Feletti&Grassi, 1889) ve *P. knowlesi* Sinton&Mulligan, 1932'dir. Bu parazitlerden *P. vivax* daha az tehlikeli fakat dünya genelinde en yaygın türdür. *P. falciparum* en ağır seyirli ve en ölümcül sıtma vakalarından sorumlu olup, Afrika'da yaygındır. *P. malaria*, *P. ovale* ve *P. knowlesi* ise daha seyrek rastlanan türlerdir. Türkiye'deki yerli sıtma vakalarının ana etmeni *P. vivax* olmakla birlikte son yıllarda yurt dışı kaynaklı *P. falciparum*'un neden olduğu sıtma vakaları da sıklıkla görülmektedir (WHO 2011). Ülkemizde sıtma vakalarına en fazla Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinin Çukurova yöresinde rastlanmaktadır. Türkiye'de 2010 ve 2011 yıllarında yerli sıtma vakası görülmemiş, ancak 2012 yılında Mardin ili Savur ilçesinde ortaya çıkan sıtma salgını ile hastalık tekrar gündeme gelmiştir (Eskiocak vd 2012).

Ülkemizde sıtma bulaşına neden olan en önemli vektör türler *Anopheles sacharovi* Favre, 1903 ve *An. superpictus* Grassi, 1899'dur (Alten ve Çağlar 1998, 2000, Ramsdale 2001).

2.2.2. Batı nil virüsü enfeksiyonu

Batı nil virüsü enfeksiyonu, batı nil virüsünün (BNV) neden olduğu, insanlarda hafif ateşli hastalık, menenjit, ensefalit ve ölüme yol açabilen bir hastalıktır (Anonim 4, Yazıcı 2005). BNV, Flaviviridae ailesinin "Japon ensefaliti virüsü antijenik kompleksi" alt grubuna ait, *Flavivirus* genusunda yer alan tek sarmallı bir RNA virüsüdür. Virüs ilk kez 1937 yılında Uganda'nın Batı Nil bölgesinde yaşayan ateşli bir kadın hastadan izole edilmiştir. BNV Afrika, Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Amerika ve Batı Asya'da yaygın olarak bulunmaktadır (Anonim 4).

Virüsün doğadaki kaynağı kuşlar olup, göçmen kuşlar virüsün yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Virüs, insanlara ve atlara enfekte kuşlardan kan emmiş sivrisinekler aracılığıyla bulaşmaktadır. Hastalığın bulaşmasından sorumlu ana vektör *Culex* cinsi (özellikle *Culex pipiens* Linnaeus, 1758) sivrisineklerdir (Anonim 4, Anonim 5).

Hastalığın inkübasyon periyodu genellikle 3-14 gündür (Anonim 4, Anonim 5). BNV ile enfekte olmuş kişilerin yaklaşık %80'i asemptomatik iken, yaklaşık %20'sinde ateş, baş ağrısı, retroorbital ağrı, kas ağrısı, bulantı, kusma, karın ağrısı ve döküntü gibi

semptomlar görülmektedir. Bu %20'lik kesimin %90'ında batı nil ateşi gelişirken, %10'luk kısmında ise ensefalit, menenjit vb. sinir sistemi tutulumu görülür. Şiddetli hastalık ve ölüm oranı yaşlı hastalarda daha yüksektir (Anonim 5, Yazıcı 2005).

Hastalığın spesifik bir tedavisi yoktur. Destek tedavisi uygulanmaktadır. Atları BNV enfeksiyonundan koruyan aşı geliştirilmesine rağmen, insanları koruyacak bir aşı henüz geliştirilememiştir (Anonim 5, Yazıcı 2005).

BNV enfeksiyonu ülkemizde son yıllarda önem kazanmış bir hastalıktır. Türkiye'de ilk vaka bildirimini 2010 yılında Manisa ilinden yapılmıştır. Türkiye genelinde 2010 yılında 47 vaka bildirilmiş, bunlardan 10'u ölmüş; 2011 yılında ise 5 vaka bildirilmiş, ölüm görülmemiştir (Kurtcebe 2012).

2.3. Sivrisineklerle Mücadelede Kullanılan Yöntemler

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

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

Özellikle larvalara karşı yürütülen mücadele çalışmalarına ağırlık verilmesi entegre sivrisinek mücadelesinin başarısını artırmaktadır. Sivrisinek larvalarının yaşama alanlarında bazı predatör canlılar da bulunabilmektedir. Bu canlılar, sivrisineklere karşı yürütülen entegre mücadelenin başarısı için oldukça önemlidir. Sivrisinek larvalarıyla beslenen predatörlerin başında bazı balık türleri (*G. affinis* gibi), kız böcekleri veya yusufçuk olarak bilinen Odonata türleri ile sırtüstü yüzen olarak da bilinen *Notonecta* cinsine ait türler gelmektedir.

2.3.1. Mekanik (fiziksel) mücadele

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

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

2.3.2. Kültürel mücadele

Kültürel mücadele kapsamında; vektör mücadelesinde görevli personele (sağlık ve belediye çalışanlarına), öğrencilere ve vatandaşlara gerek vektörler gerekse vektör kaynaklı hastalıklar ve korunma yolları hakkında bilgi verilmektedir. Bu amaçla eğitim programları ve seminerler düzenlenmekte, broşürler hazırlanarak dağıtılmaktadır. Radyo ve televizyon programları yapılarak toplumun bu konudaki bilgi düzeyi ve farkındalığı arttırılmaktadır (Alten ve Çağlar 1998).

2.3.3. Kimyasal mücadele

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

Sivrisinek mücadelesinde kullanılan kimyasal insektisitler başlıca 5 gruba ayrılır. Bunlar; OK, OF, karbamatlılar, SP ve özel bir grup olan BGD'dir.

2.3.3.1. Organik klorlu (OK) insektisitler

OK insektisitler yapılarında karbon, klor ve hidrojen bulunduran alifatik veya aromatik bileşiklerdir. Klorlanmış hidrokarbonlar, klorlanmış organikler ve klorlu insektisitler gibi farklı isimlerle de bilinmektedirler. Bu bileşikler 1940-1960 yılları arasında tarım ve ormancılık sektöründe yoğun olarak kullanılmıştır. Ancak çevrede uzun süre bozulmadan kalmaları; suda düşük, yağda yüksek düzeyde çözünmeleri, biyotransformasyonları ve biyolojik parçalanmalarının yavaş olması; geniş spektrumlu aktivite göstermeleri; zaman içinde hedef canlılarda bu bileşiklere karşı direnç gelişmesi önemli sorunlara yol açmıştır. Besin zincirine karışarak insana kadar ulaşan bu bileşikler, besin zincirinin en üstündeki canlılarda yoğun bir şekilde birikim göstermektedir. Bu gibi tehlikelerden ötürü Kuzey Amerika ve Avrupa'da (Türkiye dahil) kullanımları yasaklanmış veya sınırlandırılmıştır (Vural 2005, Becker vd 2010).

OK insektisitler böceklere temas yoluyla, kısmen de solunum yoluyla etki eder. Etkilerini sinir sistemi üzerinde gösterirler (Alten ve Çağlar 1998). Sensörük nöronlardaki sodyum ve potasyum dengesini bozarlar ve impulsun normal geçişini engellerler (Becker vd 2010).

OK insektisitler arasında DDT (Dikloro Difenil Trikloretan), BHC (Benzen Hekza Klorür), Aldrin, Chlordane, Dieldrin, Endrin ve Heptachlor bulunmaktadır (Alten ve Çağlar 1998, Vural 2005).

2.3.3.2. Organik fosforlu (OF) insektisitler

OF insektisitler fosforik asidin amid veya tiyol türevidirler (Vural 2005). OF insektisitler, organofosfatlar, fosforlu insektisitler, fosfor esterleri ve fosforik asit

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

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

OF insektisitler arasında Malathion, Naled, Dichlorvos (DDVP: Dimethyl 2,2-dichlorovinyl phosphate), Fenitrothion, Fenthion, Diazinon, Chlorpyrifos, Pirimiphos methyl, Temephos gibi bileşikler yer almaktadır (Alten ve Çağlar 1998, Becker vd 2010).

2.3.3.3. Karbamatlı insektisitler

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

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

Karbamatlı insektisitler arasında Propoxur, Bendiocarb, Carbaryl, Carbosulfan gibi bileşikler bulunmaktadır (Alten ve Çağlar 1998, Becker vd 2010).

2.3.3.4. Sentetik piretroitler (SP)

SP doğal piretrinlerin alkol ve asit köklerinde yapılan değişikliklerle geliştirilmiştir (Alten ve Çağlar 1998). Doğal piretrinler pire otu *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae) bitkisinin kurutulmuş çiçeklerinin ekstraksiyonundan elde edilmiştirler. Bu ekstraktlar insektisit etkisi gösteren en az 6 ester (Pretrin 1-2, Cinerin 1-2 ve Jasmolin 1-2) karışımıdır. Işık ve hava ile temasta kolayca bozulurlar (Alten ve Çağlar 1998, Vural 2005). SP, doğal piretrinlerin kimyasal stabilitelerini ve biyolojik aktivitelerini arttırmak amacıyla üretilmiştir (Becker vd 2010).

SP böcekler üzerinde nörotoksik etki gösterirler. Etki mekanizmaları OK bir insektisit olan DDT'ye benzemektedir. Sinir hücrelerinin membranlarındaki sodyum kapılarına etki ederler (Coats 1990).

SP'nin öldürücü, knock-down (düşürücü) ve repellent (kovucu) etkileri vardır. Ayrıca SP sinerjistik bileşiklerle (PBO: Piperonil Bütoksit gibi) birlikte kullanılarak aktiviteleri arttırılabilmektedir (Alten ve Çağlar 1998, Becker vd 2010).

SP geniş spektrumlu insektisitler olduğundan, bal arıları ve zararlı böceklerin predatörleri gibi faydalı bazı canlılara karşı da toksik olabilmektedir (Mueller-Beilschmidt 1990). SP'nin sivrisinek larvalarına karşı etkili olduğunu gösteren çalışmalar olmasına rağmen, balıklara karşı toksik etkilerinin olması nedeniyle sucul habitatlarda kullanımı tavsiye edilmemektedir (Mueller-Beilschmidt 1990, Aydın vd 2005, Sepici-Dinçel vd 2009).

SP, DSÖ tarafından sıtma kontrolü amacıyla özellikle Sahraaltı Afrika'da insektisit emdirilmiş cibinliklerde kullanılmaktadır. Ayrıca sivrisinek ve kan emen diğer birçok eklem bacaklıdan korunmak için yaygın bir şekilde giysilere uygulanmakta ve evlerimizde kullandığımız birçok insektisit aktif bileşenini oluşturmaktadır.

SP'ye karşı 1992'den beri en az 40 eklem bacaklı türünün direnç geliştirdiği bilinmekte olup, o tarihten beri bu sayı hızla artmaktadır (Becker vd 2010).

SP arasında; α -Cypermethrin, Bifenthrin, Cyfluthrin, Cyphenothrin, Deltamethrin, Etofenprox, λ -Cyhalothrin, Metofluthrin, Permethrin, Phenothrin, Resmethrin ve Tetramethrin gibi bileşikler bulunmaktadır (Alten ve Çağlar 1998, Becker vd 2010).

2.3.3.5. Böcek gelişim düzenleyiciler (BGD)

BGD, etki şekillerine göre KSİ ve JHA olmak üzere 2 ana gruba ayrılırlar. Bu tür insektisitler böceklerin normal büyüme ve gelişmelerini bozarak etkilerini gösterirler.

2.3.3.5.1. Kitin sentez inhibitörleri (KSİ)

KSİ benzoylurea bileşikleridir. Bu bileşiklerden yaygın olarak kullanılanlar arasında Diflubenzuron, Novaluron ve Triflumuron bulunmaktadır. KSİ böceklerin dış iskeletini oluşturan kütikulanın yapısında bulunan kitin tabakasının sentezi üzerine etki ederler. Kitin, N-asetilglukozamin polimeridir. Bu bileşikler kitin sentetaz enzimi tarafından katalizlenen N-asetilglukozaminin polimerizasyonunu inhibe ederler. İnsektisit uygulanmasından sonra deri değişimine kadar genellikle semptomlar görülmez. Deri değişimindeki bozulmanın derecesi kullanılan insektisite, doza ve böceğin türüne göre değişmektedir. Bu bileşikler deri değişimini genellikle 3 şekilde etkiler;

a) Deri değişimi tam olarak engellenir ve böcek eski derisinin içinde ölür.

b) Deri değişimi başlar fakat tamamlanamaz.

c) Bazen eski kütikula neredeyse tamamen vücuttan atılır fakat kalıntıları baş kapsülü ve mandibular bölgede kalarak daha sonraki beslenme ve gelişmeyi engeller (Becker vd 2010).

KSİ hedef organizma tarafından sindirim yoluyla alındığında toksik etkisini daha fazla göstermektedir.

KSİ zararlı böceklerle mücadelede larvasit olarak kullanılmaktadır. Uygulama sonrası böceklerdeki ölüm larva veya pupa evresinde, bazen de ergin çıkışı sırasında görülmektedir. İnsektisit uygulanmış erginlerde ölüm görülmezken, üreme kapasitelerinde düşüş görülmektedir (Becker vd 2010).

2.3.3.5.2. Jüvenil hormon analogları (JHA)

Doğal jüvenil hormon (JH) larva ve ergin evresinde olmak üzere 2 farklı biyokimyasal etkiye sahiptir. JH larval evrede metamorfozu baskılar. Ergin evrede ise ovaryumların ve yumurtaların gelişmesi, feromon üretimi ve aksesuar bezlerin gelişimi gibi üreme ile ilgili bazı fonksiyonlar için gereklidir. Bu nedenlerle böceklerin yaşam döngülerinin belirli zamanlarında JH titresinin değişmesi böceğin normal metamorfozunu olumsuz etkileyerek bozabilmektedir. Ayrıca JH titresinin indüklenmesi domino etkisi yaratarak, hormonal olarak kontrol edilen diğer fonksiyonları da bozabilmektedir (Becker vd 2010).

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

JHA'nın memeliler üzerindeki toksik etkileri oldukça düşüktür (Wright 1976). Omurgasız canlılar ile ilgili olarak ise; Levy ve Miller'in (1978) yaptığı çalışmada, bir JHA olan Methoprene'nin yüksek dozlarının sivrisinek larvalarıyla beslenen biyolojik kontrol ajanı *Dugesia dorotocephala* (Woodworth, 1897) üzerinde yan etkilerinin olmadığı gösterilmiştir. Ancak JHA'nın hedef dışı diğer omurgasız canlılar üzerinde toksik etkileri olabilmektedir. Miura ve Takahashi'nin (1975) yaptığı çalışmada, Methoprene'nin sivrisinek kontrolü için kullanılan dozlardan daha yüksek dozlarda uygulandığında su piresi *Dafnia magna* Stratus, 1820, yan yüzücü *Hyaella azteca* (Saussure, 1858) ve kurbağa karidesi *Triops longicaudatus* (LeConte, 1846) ve diğer bazı organizmalar üzerinde kısa süreli toksik etki gösterdiği tespit edilmiştir.

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

2.3.4. Biyolojik Mücadele

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

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

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

2.3.4.1. Bakteri toksinleri

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

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

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

2.3.4.1.1. *Bacillus thuringiensis* ssp. *israilensis* (Bti) toksini

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

B. thuringiensis'in alt türlerinin büyük çoğunluğunda belirlenmiş 2 ana insektisidal kristal protein grubu bulunmaktadır. Bunlar Cyt (cytolisins) ve Cry (crystal delta-endotoxins) toksinleridir. Bti kristal toksinleri farklı molekül ağırlığında 4 ana polipeptitten (Cry IVA: 125 kDa, Cry IVB: 135 kDa, Cry IVD: 68 kDa ve Cyt A: 28 kDa) oluşur (Poopathi ve Abidha 2010). Cry toksinleri larvaların orta bağırsağındaki epitel hücrelerinde bulunan spesifik glikoprotein reseptörlere bağlanarak toksik etki oluştururken, Cyt A proteinlerinin böyle bir bağlanma mekanizması olmayıp, bunlar lipidlere bağlanırlar (Becker vd 2010). Cyt A toksisitede anahtar faktör değildir fakat toksinlerin aktivitesi ve sinerjistik etkileşimleri sağlayabilmektedir (Poopathi ve Abidha 2010).

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

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

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

2.3.4.1.2. *Bacillus sphaericus* (Bs) toksini

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

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

2: 31 kDa ve Mtx 3: 36 kDa) ise kristal form oluşturmaz ve hızlıca bozulurlar (Becker vd 2010). Bunların aktiviteleri kristal proteinlerden daha düşüktür (Charles ve LeRoux 2000).

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

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

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

2.3.4.2. Bakteri fermentasyon ürünü (Spinosa)

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

Spinosa, bu bakterinin normal fermentasyon sırasında ürettiği insektisit etkili doğal bir üründür (Marina vd 2011, Hertlein vd 2011, Marina vd 2012). Spinosa, spinosin A ve spinosin D adlı nörotoksik etkili iki makrolid lakton molekülünün karışımıdır (Bond vd 2004, Marina vd 2011). Spinosa'nın yapısında oransal olarak yaklaşık %85 spinosin A ve %15 spinosin B bulunmaktadır (Hertlein vd 2011, Anonim 6).

Spinosa mide ve temas zehiri olarak hedef canlılara etki etmektedir (Marina vd 2011, Hertlein vd 2011). Spinosa γ -aminobütirik asit (GABA) reseptörleri ve nikotinik asetilkolin reseptörleriyle etkileşime girerek böceğin merkezi sinir sistemi üzerinde aktivite gösterir (Marina vd 2011, Anonim 6). Uygulama sonrası böceklerde geri dönüşümsüz olarak titreme, kasılma, paraliz gelişir ve ardından ölüm gerçekleşir (Anonim 6).

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

Spinosa'nın balıklara karşı düşük toksisite göstermesi, kuş ve memelilere toksik etkisinin olmaması ekotoksikolojik profilinin uygun olduğunu göstermektedir. Bu

özelliğinden dolayı Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından düşük riskli materyal olarak sınıflandırılmıştır (Marina vd 2012).

2.4. *Notonecta* sp. Bireylerinin Genel Özellikleri

2.4.1. *Notonecta* sp.'nin sınıflandırmadaki yeri

Notonecta sp. hayvanlar aleminin Arthropoda (eklem bacaklılar) şubesine dahil olan Insecta (böcekler) sınıfında yer almaktadır. Birçok takıma sahip olan Insecta sınıfının içinde ise Hemiptera (yarım kanatlılar) takımına dahildir. Hemiptera takımı üyeleri 4 kanatlı hemimetabol böcekler olup, başlarının ön kısmında bulunan rostrum (gaga) denilen sokucu-emici ağız yapısına sahiptirler. Hemiptera takımı içinde yer alan *Notonecta* sp., suda yaşamaya uyum sağlayacak bir takım değişikliklere sahip olup, sırtüstü yüzenler olarak da adlandırılan Notonectidae ailesinde yer alır (Çizelge 2.1) (Epler 2006, Fent vd 2011, Weirauch ve Schuh 2011).

Yapılan çalışmalarda Türkiye'de *Notonecta* cinsine dahil 6 türün olduğu belirlenmiştir. Bu türler *N. glauca* (*N. glauca* ssp. *glauca* Linnaeus, 1758 ve *N. glauca* ssp. *poissoni* Hungerford, 1934 alt türleri), *N. maculata* Fabricius, 1794, *N. meridionalis* Poisson, 1926, *N. obliqua* Thunberg, 1787, *N. reuteri* (*N. reuteri* ssp. *reuteri* Hungerford, 1928 alt türü) ve *N. viridis* Delcourt, 1909 olup, bunlardan *N. maculata* ve *N. viridis* türlerine ait bireyler Antalya ilinden de örneklenmiştir (Fent vd 2011).

Çizelge 2.1. *Notonecta* sp. sistematigi

Kingdom	Animalia
Phylum	Arthropoda
Classis	Insecta
Ordo	Hemiptera
Subordo	Heteroptera
Infraordo	Nepomorpha
Familia	Notonectidae
Subfamilia	Notonectinae
Genus	<i>Notonecta</i>

2.4.2. *Notonecta* sp. bireylerinin biyolojik ve ekolojik özellikleri

Notonecta sp. bireylerinin vücutları, böceklerin genel özelliği olarak baş (cephalon), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) olmak üzere 3 kısımdan oluşur. *Notonecta* sp. bireyleri diğer sucül böceklerden farklı olarak sırtüstü yüzerler. Vücutları

uzun ve silindir şeklinde olup, ventral (karın) kısmı düz iken dorsal (sırt) kısmı konvektir. Baş kısmında; iki büyük bileşik göz, iki anten ve rostrum (gaga) bulunur. Gözler başın büyük bir bölümünü kaplamıştır. Antenler dört segmentli ve baştan daha kısa olup, gözlerin altında gizlenmiş durumdadır ve üstten bakıldığında görünmezler. Başın ön kısmındaki rostrum ise uzun silindir şeklinde ve segmentli olup, sokucu-emici tiptedir. Ön ve orta bacaklar avlarını yakalamaya adapte olmuşken, arka bacaklar yüzmeye uyum sağlayacak biçimde üzerinde yüzmeye setaları bulunan, uzun kürek şeklindedir (Menke vd 1979). Ayrıca hemieliytral kommissür üzerinde eliptik çukurun olmaması, arka bacadaki tarsal pençelerin indirgenerek göze çarpmaması ve protoraksın anterolateral kenarlarında çukur olmaması gibi özellikleri de vardır (Burnhill 2006, Epler 2006). Bu gibi özellikleriyle yakın aile ve cinslerden ayırt edilebilmektedirler (Şekil 2.2a, b, c).

Notonecta sp. bireyleri sırtüstü yüzmeye davranışları nedeniyle genellikle backswimmer (sırtüstü yüzen) olarak adlandırılırlar. Bu canlılarda sırtüstü yüzmeye uyum sağlayacak şekilde vücutlarının üst yüzeyi (sırt kısmı) kavisli olup bir bota benzemektedir. Diğer çoğu canlının aksine bunların vücutlarının suya dönük olan üst yüzeyi (sırt kısmı) açık renkte, dışarı dönük olan alt yüzeyleri (karın kısmı) ise koyu renktedir. Böylece daha az dikkat çekmektedirler (Demirsoy 2006).

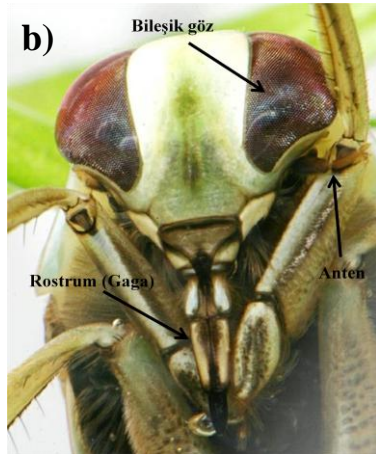
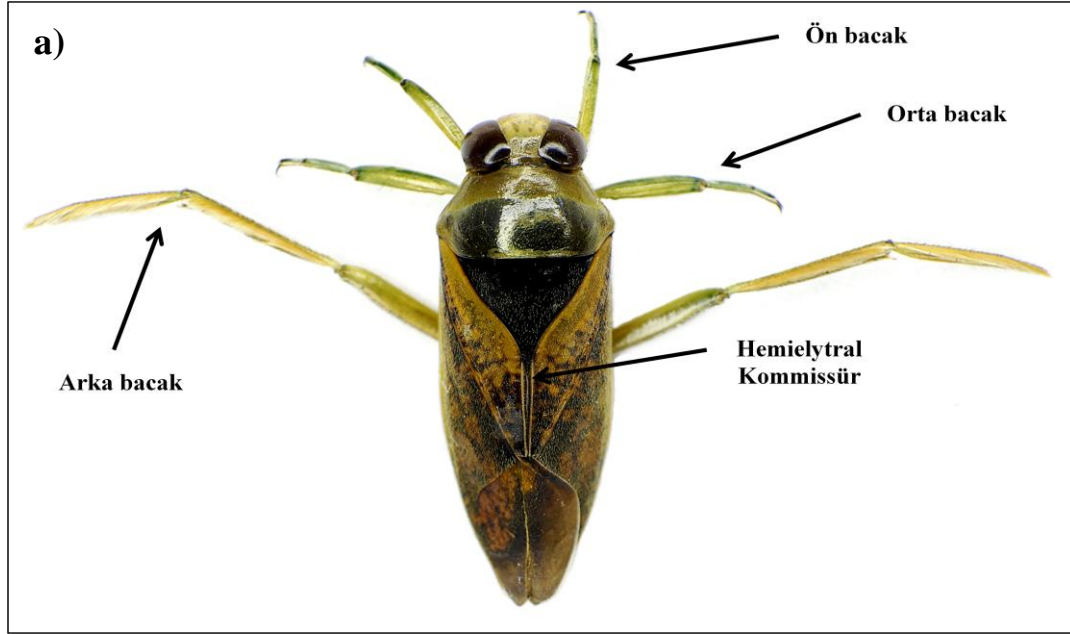
Notonecta sp. bireyleri mükemmel yüzücüler olup, farklı birçok tatlı su habitatında yaşayabilirler. Çoğunlukla durgun su birikintileri ve göllerde yaşamayı tercih ederler. Ancak az bir kısmı dere ve nehirlerin daha durgun kısımlarında yaşamaktadır (Menke vd 1979, Epler 2006). Genel anlamıyla *Notonecta* sp. bireylerinin habitatlarını durgun sular, bataklıklar, göller, yavaş akan dere ve nehirler, pirinç tarlaları ve su kanalları oluşturur (Anonim 2, Papáček 2001). *Notonecta* sp. bireylerine yüzmeye havuzlarında da sıklıkla rastlanılmaktadır (Epher 2006).

Notonecta sp. bireyleri atmosferik havanın yanı sıra sudaki çözünmüş oksijeni de kullanabilmektedir. *Notonecta* sp. bireyleri vücutlarının dış kısmında hava depolarlar. Bu hava depoları periyodik olarak abdomenin arka ucuyla su yüzeyinden atmosferik hava alınarak yenilenir. Ergin *Notonecta* sp. bireyleri toraks ve abdomen üzerinde bulunan büyük ventral hava depolarına ilaveten toraks ve abdomenin dorsal kısmında subalar ve supra-alar hava depolarına da sahiptirler. On çift spirakül bu hava depolarına açılır (Parsons 1971).

Notonecta sp. bireyleri güçlü yüzücüler olmasına rağmen genellikle kısa mesafelere yüzerler. Suda aktif olmadıkları zamanlarda vücutları baş aşağı, abdomen uçları hava ile temas edecek şekilde su yüzeyinde veya su altındaki objelerin üzerinde dinlenirler (Hungerford 1933, Menke vd 1979, Anonim 10).

Notonecta sp. bireyleri sucul habitatlarda polifaj özellikte predatörler olup küçük balıklar, kurbağa larvaları, salyangozlar, kabuklular ve sivrisinek larvaları gibi farklı canlıların vücut sıvılarıyla beslenirler (Hungerford 1933, Anonim 2, Anonim 3, Papáček 2001). Hatta kendi nimf ve erginlerine de saldırabilirler. Avlarını görsel uyarılar ve avların suda oluşturduğu titreşimler aracılığıyla algırlar (Papáček 2001). Avlarını ön ve orta bacaklarının yardımıyla yakalarlar. Yakalanan av ön bacağın tarsusundaki pençelerle tutulur ve rostrum ava saplanır. Avın vücudu sütümsü beyaz bir renk

alıncaya kadar avın vücuduna sindirim enzimlerini içeren sıvı salgılanır. Daha sonra rostrum aracılığıyla avın sindirilmiş dokuları emilir (Ellis 1969).



Şekil 2.2.a) *N. maculata* dorsal görünüm (Anonim 7)

b) *N. maculata* baş kısmı (Anonim 8)

c) *N. glauca* lateral görünüm (Anonim 9)

Notonecta sp. bireyleri birçok canlının predatörü olmasına rağmen bazı balık, amfibi ve kuş türlerinin doğal besinleri arasında bulunabilmektedir (Papáček 2001).

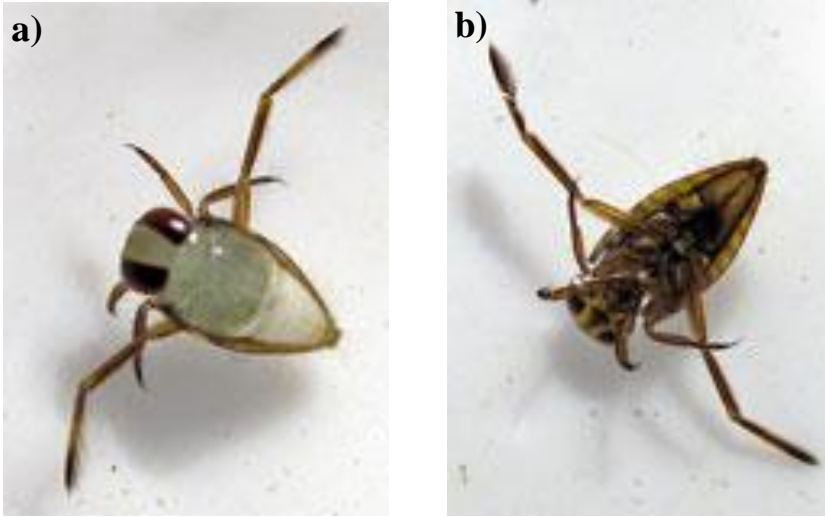
2.4.3. *Notonecta* sp. bireylerinin yaşam döngüsü

Notonecta sp. bireyleri hemimetabol (yarı başkalaşım geçiren) canlılar olup yaşam döngülerinde; yumurta, nimf ve ergin evreleri vardır (Anonim 2, Menke vd 1979). Ergin *Notonecta* sp. bireyleri su içinde çiftleşirler. Erkekler dişileri görsel olarak tespit eder ve çiftleşme sonrası döllenmiş dişiler genellikle sucul bitkilerin içine veya üzerine yumurtalarını bırakırlar. Ancak bazı türlerin kayaların veya su altındaki

kalıntıların üzerine de yumurta bıraktığı görülmüştür. Yumurtalar ilk bırakıldıkları zaman sarımsı beyaz renkte ve ince uzun oval şekildedir. Yumurtlama dönemi, inkübasyon periyodu ve yıllık jenerasyon sayısı böcek türüne ve iklime bağlı olarak değişmektedir (Hungerford 1933, Menke vd 1979). Yapılan bir çalışmada laboratuvar ortamında pH: 6,5-7,0 ve su sıcaklığının 25 ± 1 °C olduğu akvaryum içinde *N. undulata* Say, 1832 yumurtalarının 1-2 hafta içinde açıldığı görülmüştür. Aynı çalışmada laboratuvar ortamında bu *Notonecta* türünün yılda 4 jenerasyon, doğada ise 2 jenerasyon verdiği belirtilmiştir (Ellis 1969).

Açılan yumurtalardan nimfler çıkar. Nimfler erginler gibi güçlü predatörlerdir ve nimfler arasında kannibalizm davranışı da sıklıkla görülmektedir. Kanatsız olan nimfler yaklaşık bir-iki hafta arayla deri değiştirerek 5 nimf evresi geçirip ergin hale gelirler (Şekil 2.3a, b). Ömür uzunlukları yalnızca birkaç ay olan erginler, çiftleşip, yumurta bıraktıktan kısa bir süre sonra ölürler (Anonim 2, Anonim 10).

Türlerin çoğu kışı ergin olarak ya su birikintilerindeki çamur veya diğer kalıntıların içinde gizlenerek ya da koşulların izin verdiği ölçüde az veya çok aktif halde geçirirler. Bazı türler ise kışı yumurta evresinde geçirirler (Hungerford 1933).



Şekil 2.3.a) *Notonecta* sp. nimfi dorsal görünüm (Anonim 11)
b) *Notonecta* sp. nimfi ventral görünüm (Anonim 11)

Ergin *Notonecta* sp. bireyleri uçuş yetenekleri sayesinde yaşadıkları habitatteki oksijen konsantrasyonu ve besin maddelerinin miktarının azalması ve habitatlarının kirlenmesi gibi olumsuz şartlarda veya mevsimsel olarak habitatlarının kuruması ve kışlama öncesi daha uygun habitatlara göç edebilirler (Papáček 2001).

2.4.4. *Notonecta* sp. bireylerinin ekonomik açıdan önemleri

Notonecta sp. bireylerinin ekonomik açıdan önemli olan faydalı ve zararlı bazı özellikleri vardır (Papáček 2001). *Notonecta* sp. bireyleri dikkatsiz bir şekilde ellendiğinde sokucu-emici özellikteki rostrumları aracılığıyla insanları sokup, oldukça acı verebilmektedirler. Hatta bu kötü özelliklerinden ötürü eskiden Alman araştırmacılar

tarafından "su arısı" olarak adlandırılmışlar ve Medikal Entomoloji literatüründe kendilerine yer edinmişlerdir. Özellikle ticari yüzme havuzlarında yüzen kişilerin mayolarına tutunarak yüzücüleri sokabilmeleri işletmelerde zarara yol açmaktadır (Hungerford 1933). Polifaj özellikte karnivor bir predatör olan *Notonecta* sp. bireyleri balık yetiştiriciliği yapılan çiftliklerde balık yavrularının bulunduğu havuzlardaki balıklarla beslenerek ekonomik kayba yol açabilmektedir (Hungerford 1933, Papáček 2001).

Bu istenilmeyen özelliklerinin yanında *Notonecta* sp. bireylerinin faydalı bir takım özellikleri de vardır. *Notonecta* sp. bireyleri özellikle sivrisinek ve kan emen diğer bazı böceklerin suda yaşayan larva ve pupalarının predatörüdür (Papáček 2001). Yapılan bir araştırmada ergin bir *N. viridis* bireyinin günlük olarak ortalama 25,4 adet *An. sacharovi*, 28,1 adet *Culiseta annulata* (Schrank, 1776) ve 24,5 adet *Cx. pipiens* larvasını tükettiği tespit edilmiştir. Besin tercihinde öncelik sivrisineklerin geç larva evreleri (3. ve 4. evre) olmakla birlikte besin azlığında erken evrelerin (1. ve 2. evre) de tüketilmeye başlandığı bildirilmiştir (Aldemir ve Boşgelmez 2004). İsrail’de bulunan Negev Çölü’nde yapılan bir araştırmada ise bir adet *Notonecta* sp. ergin bireyinin 8-15 L su içeren havuzlarda yaygın sivrisinek türü olan *Cl. longiareolata* (Macquart, 1838)’in larva kontrolünde %100’e varan başarı sağladığı gösterilmiştir (Blaustein vd 1995). *Notonecta* sp. bireyleri sivrisinek popülasyon yoğunluğunu sadece predasyon yoluyla değil, dişi sivrisineklerin predasyondan kaçınma davranışına neden olarak da azaltabilmektedir (Papáček 2001). Predatörden salınan kairomonların bu predatörlerin avları tarafından belirlenebilmesiyle ilgili yapılan bir çalışmada; *N. maculata* tarafından salınan n-Heneicosane ve n-Tricosane adlı iki hidrokarbonun *Cl. longiareolata* türü sivrisineklerin dişileri tarafından algılandığı ve dişi sivrisineklerin bu *Notonecta* türünün olduğu su birikintilerine yumurtlamaktan kaçındığı tespit edilmiştir (Silberbush vd 2010). Fischer ve arkadaşlarının (2012) yaptığı çalışmada *N. sellata* Fieber, 1851’in *Cx. pipiens*’in erken evreleri üzerindeki predasyon dışı etkileri ve predasyon yeteneği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda ergin *N. sellata* bireylerinin *Cx. pipiens*’in 2. ve 3. evre larvalarını daha fazla tüketmesine rağmen tüm larval evreler üzerinde predasyon yeteneğine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca sivrisineklerin predatör varlığında daha yavaş gelişim gösterdiği ve pupadan çıkan erginlerin boyutlarının daha küçük olduğunu tespit etmişlerdir. Eitam ve Blaustein’in (2004) yaptığı çalışmada *Cl. longiareolata* ve *Cx. laticinctus* Edwards, 1913 türü sivrisineklerin, içinde *N. maculata* bireylerinin bulunduğu yapay havuzlara yumurtlamaktan kaçındıkları tespit edilmiştir. Sivrisineklerin bu davranışının predatör yoğunluğuna bağlı olmadığını bildirmişlerdir. Blaustein’in (1998) yaptığı çalışmada, *N. maculata*’nın doğal veya yapay su birikintilerinde omurgasız komünite yapısı üzerinde etkili bir organizatör olduğu belirtilmiştir. Bu araştırmacı, *N. maculata* bireylerinin daha büyük pelajik veya nöstonik türleri güçlü bir şekilde azalttığını veya elimine ettiğini fakat bentik veya küçük canlıların yoğunluklarını ise etkilemediğini bildirmiştir. Blaustein ve arkadaşlarının (2005) yaptığı çalışmada; sivrisinek larva predatörü *N. irrorata*’nın bulunduğu açık alandaki yapay havuzlara *Culex* cinsi dişi sivrisineklerin yumurta bırakmaktan kaçındığı tespit edilmiştir. *N. irrorata* bireylerinin havuzlardan uzaklaştırılmasından sonraki 2 gün boyunca da sivrisineklerin bu havuzlara yumurta bırakmaktan kaçındığını, bu davranışı ise predatörden salınan kairomonların sivrisinek tarafından algılanmasına bağlamışlardır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. *Notonecta* sp. Örneklerinin Toplanması

Notonecta sp. örnekleri Antalya ili merkez Konyaaltı ilçesi, Çakırlar mevkiindeki sera sulama havuzlarından Nisan-Haziran 2013 tarihleri arasında toplanmıştır. Örneklerin toplandığı sera sulama havuzlarında herhangi bir kurum veya kuruluş tarafından sivrisineklere yönelik insektisit uygulaması yapılmamaktadır. Örnekler balık ağı kullanılarak sulama havuzlarından toplanıp, içine habitat suyu konulmuş 15 L'lik polietilen bidonlara aktarılarak Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü insektaryumuna getirilmiştir (Şekil 3.1, Şekil 3.2).



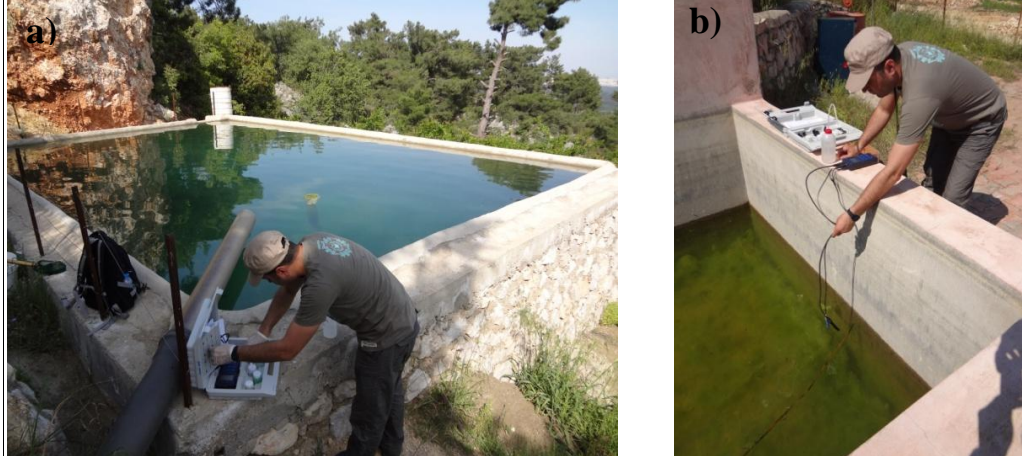
Şekil 3.1. Çakırlar mevkiinde sera sulama havuzu



Şekil 3.2. Sera sulama havuzundan *Notonecta* sp. örneklerinin toplanması

3.2. *Notonecta* sp. Örneklerinin Toplandığı Habitatlarnın Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

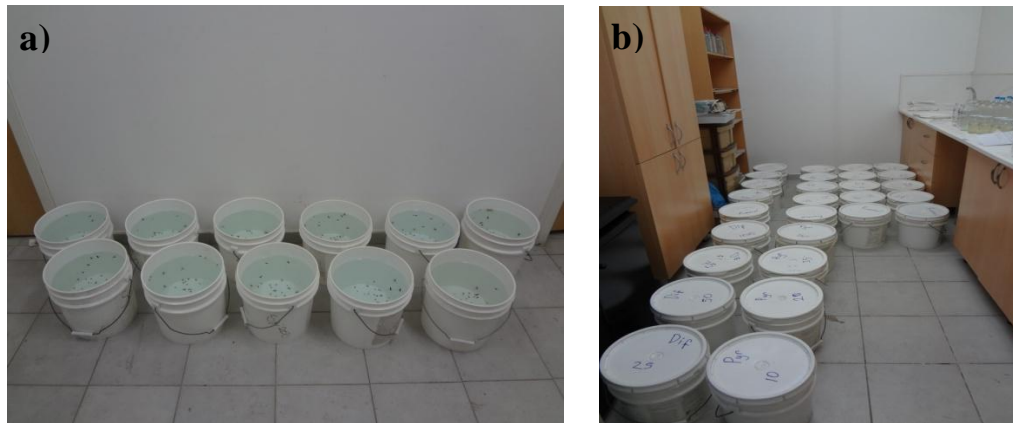
Notonecta sp. örneklerinin toplandığı sera sulama havuzlarındaki suyun sıcaklık, pH ve iletkenlik gibi fizikokimyasal bazı özellikleri pH/Cond 340İ/SET model arazi tipi pH metre kullanılarak, arazi ortamında ölçülmüştür (Şekil 3.3a, b).



Şekil 3.3.a) PH metre cihazının hazırlanması
b) Sulama havuzunun fizikokimyasal değerlerinin ölçülmesi

3.3. Deney Düzeneklerinin Kurulması

Habitat suyu içeren kaplarda insektaryuma getirilen *Notonecta* sp. örnekleri laboratuvarında 1 gece bekletilmiştir. Bu sırada deneylerin yapılacağı taban yarıçapı 29 cm, derinliği 25 cm olan 15 L'lik silindir şeklindeki polietilen kaplara yaklaşık 12 L musluk suyu konularak 1 gün dinlendirilmiştir. Ertesi gün kaplara testlerde kullanılan insektisitler uygulanmış ve her kaba en az 10 adet 3-4. evre *Notonecta* sp. nimfi ince gözenekli tül kepçe kullanılarak salınmıştır. Denemeler 26 ± 2 °C'de, 60 ± 10 nem ve 12:12 h (aydınlık:karanlık) fotoperiyodik ortamda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4a, b).



Şekil 3.4.a) Denemelerin yapıldığı polietilen kaplar
b) Deney düzenekleri

Denemelerde sivrisinek larva mücadelesinde yaygın olarak kullanılan BGD grubu insektisitlerden; JHA Pyriproxyfen (EC: Emülsiyon Konsantre formülasyonunda) ve KSİ Diflubenzuron (SC: Süspansiyon Konsantre formülasyonunda), bakteri kökenli *B. thuringiensis* ssp. *israilensis* toksini (WDG: Suda Dağılıbilir Granül formülasyonunda) ve bakteri fermentasyon ürünü Spinosad (SC: Süspansiyon Konsantre formülasyonunda) kullanılmıştır. Bu insektisitler DSÖ'nün sivrisinek larva mücadelesinde önerdiği doz aralıkları esas alınarak, her insektisit için en az dört farklı doz kullanılmıştır (Çizelge 3.1) (Anonim 12).

Çizelge 3.1. DSÖ tarafından sivrisinek larvalarına karşı önerilen larvasitler ve kullanım dozları

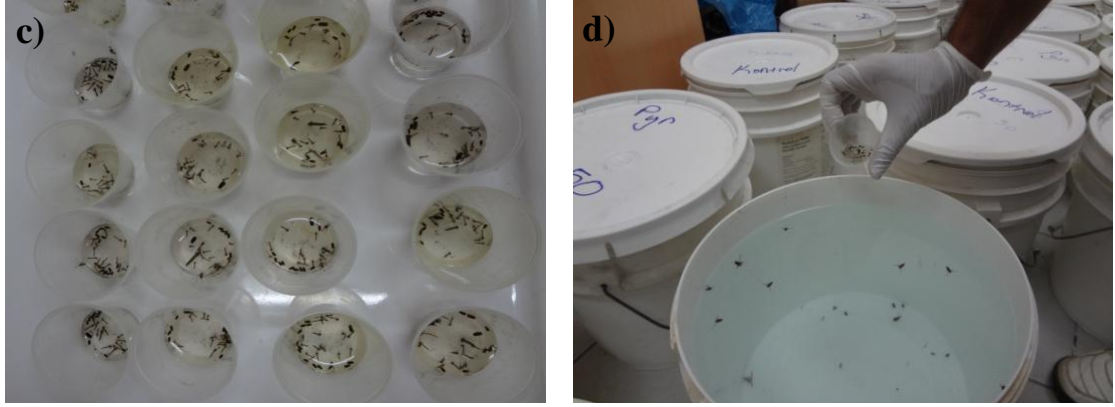
İnsektisit	Grubu	Önerilen Doz Aralığı	Kullanılan Dozlar
Pyriproxyfen	Jüvenil Hormon Analogu	*10-50	10, 20, 35, 50
Diflubenzuron	Kitin Sentez İnhibitörü	*25-100	25, 50, 75, 100
Spinosad	Nörotoksik	*20-500	20, 50, 100, 200, 250, 500
Bti	Bakteri preparatı	**125-750	125, 200, 300, 400, 750

*g ai/ha: Gram aktif içerik/hektar

**g for/ha: Gram formülasyon/hektar

Denemeler 4 tekrarlı olarak yapılmıştır. Her tekrarda 1 kontrol grubu kullanılmıştır. Kontrol gruplarının olduğu kaplara sadece musluk suyu ve en az 10 adet 3-4. evre *Notonecta* sp. nimfi konulmuştur. Denemeler 10 gün boyunca sürdürülmüş olup, nimflerdeki ölümler günlük olarak kayıt altına alınmıştır. Ölüm, nimflerin su içindeki doğal yüzme davranışını gösterememeleri, suyun dip kısmında hareketsiz kalmaları ve rahatsız edildiklerinde devinim gösterememeleri şeklinde gözlemlenmiştir. Deneme süresince nimflerin açlıktan ölmemesi ve nimfler arasındaki kannibalizmi önlemek için nimflere, nimf başına günlük 3 sivrisinek larva ve/veya pupası verilmiştir (Şekil 3.5a, b, c, d).





Şekil 3.5.a) *Notonecta* sp. nimflerini beslemek için araziden toplanan sivrisinek larva ve pupaları
 b) *Notonecta* sp. nimflerini beslemek için sivrisinek larva ve pupalarının seçilmesi
 c) *Notonecta* sp. nimflerini beslemek için seçilmiş sivrisinek larva ve pupaları
 d) Deneme kaplarındaki *Notonecta* sp. nimflerine sivrisinek larva ve pupalarının verilmesi

3.4. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Kontrol grubundaki nimf ölüm oranlarının %5-20 arasında olduğu günler belirlenerek, deney gruplarında aynı günlerdeki ölüm oranları, Abbott formülü kullanılarak düzeltilmiştir (Formül 3.1) (Abbott 1925). Abbott formülü aşağıdaki gibidir;

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

Düzeltilen ölüm oranları SPSS 19,0 istatistik programı kullanılarak zamanlar ve dozlar arasında istatistiksel fark olup olmadığı bakımından Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile analiz edilmiştir. P değeri <0,05 olarak alınmıştır. Verilerin sunulduğu çizelgelerde düzeltilmiş veriler kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. *Notonecta* sp. Örneklerinin Toplandığı Havuzların Fizikokimyasal Bazı Özellikleri

Notonecta sp. nimflerinin toplandığı 6 havuzda nisan ve mayıs aylarında arazi tipi pH metre ile yapılan ölçümlerde su sıcaklığının 20,5-27,4 °C, pH'ın 7,82-9,76, iletkenliğin ise 138-611 µs/cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Nisan ayında yapılan ölçümlerde (1, 2 ve 3 no'lu havuzlar) su sıcaklıkları ortalama 21,2 °C olarak belirlenmişken, mayıs ayında yapılan ölçümlerde ise (4, 5 ve 6 no'lu havuzlar) hava sıcaklığının artışına paralel olarak su sıcaklıkları ortalama 26,3 °C olarak bulunmuştur. Örnek toplanan havuzlar içinde en yüksek pH ve en düşük iletkenlik değeri 1 no'lu havuzda görülmüştür. Bu havuzdaki suyun pH'ı diğer havuzlardan farklı olarak 9,76 gibi yüksek bir değerde çıkarken, suyun iletkenliği ise diğer havuzlardan farklı olarak 138 µs/cm gibi düşük bir değerde çıkmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. *Notonecta* sp. nimflerinin toplandığı havuzların fizikokimyasal bazı özellikleri

Havuz No	Sıcaklık (°C)	pH	İletkenlik (µs/cm)
1	21,5	9,76	138
2	20,5	8,12	310
3	21,6	8,33	268
4	27,4	8,0	611
5	26,3	7,82	238
6	25,2	8,03	534

4.2. *Notonecta* sp. Nimflerine İnekstisitlerin Toksik Etkileri

Deneyler 10 gün boyunca sürdürülmüş olmasına rağmen, kontrol gruplarındaki ortalama ölüm oranları 8. gün %20'nin üzerine çıktığı için istatistiksel değerlendirmede 8, 9 ve 10. günlerdeki ölüm oranları kullanılmamıştır. Ayrıca kontrol gruplarındaki ortalama ölümler 4. gün %5'in üstüne çıktığı için, deney gruplarında 4, 5, 6 ve 7. günlerdeki ölüm oranları Abbott formülü ile yapılan düzeltmeden sonra istatistiksel değerlendirmede kullanılmıştır. Kontrol gruplarındaki ortalama ölüm oranları 1, 2 ve 3. günlerde %5'in altında olduğu için bu günlerde deney gruplarından elde edilen sonuçlar herhangi bir değişiklik yapılmadan istatistiksel değerlendirmeye alınmıştır.

4.2.1. *Bacillus thuringiensis* ssp. *israilensis* (Bti) toksinlerinin *Notonecta* sp. nimflerine toksik etkisi

Bti toksinlerinin kullanıldığı denemede 125, 200, 300, 400 ve 750 g for/ha olmak üzere 5 farklı doz uygulanmıştır. Bti toksinlerinin genel anlamda *Notonecta* sp. nimfleri üzerinde toksik etkisinin çok düşük olduğu belirlenmiştir. Denemelerde en

yüksek ölüm oranları 125 ve 200 g for/ha'lık dozlar hariç 7. günde gözlemlenmiştir. Denemelerin 7. gününde en yüksek ölüm oranının 400 g for/ha'lık dozda (%20,46), en düşük ölüm oranının ise 125 g for/ha'lık dozda (%6,25) olduğu gözlemlenmesine rağmen istatistiksel anlamda uygulanan 5 doz arasında herhangi bir fark olmadığı görülmüştür ($P<0,05$). 125, 200 ve 300 g for/ha'lık dozlarda günlere göre ölüm oranlarında istatistiksel bir farklılık görülmemesine rağmen, 400 ve 750 g for/ha'lık dozlarda günlere göre değişen oranlarda istatistiksel bir farklılık olduğu görülmüştür ($P<0,05$) (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. *Bacillus thuringiensis* ssp. *israilensis* toksinlerinin *Notonecta* sp. nimflerine toksik etkileri (%Ortalama ölüm±Standart hata)

Gün	Uygulama Dozu (g for/ha)					
	Kontrol	125	200	300	400	750
1	0,00±0,00 a ^x A ^y	0,00±0,00 aA	2,50±2,50 aA	4,58±2,66 aA	2,50±2,50 abA	2,50±2,50 abA
2	4,16±2,49 aA	2,50±2,50 aA	6,66±4,08 aA	11,24±5,15 aA	5,00±5,00 abcA	7,50±2,50 abA
3	4,16±2,49 aA	5,00±5,00 aA	9,16±3,43 aA	13,33±7,06 aA	7,27±4,75 abcA	10,00±0,00 bcA
4	13,33±4,71 bA	4,80±4,80 aA	3,36±3,36 aA	10,57±6,15 aA	1,92±1,92 aA	3,85±2,22 abA
5	18,33±1,67 bB	6,63±6,63 aAB	2,54±1,92 aA	9,18±4,20 aAB	6,82±3,44 abcAB	1,53±0,51 aA
6	18,33±1,67 bB	7,65±6,31 aAB	2,54±1,92 aA	9,18±4,20 aAB	18,50±7,30 bcB	8,16±3,53 abAB
7	19,99±0,00 bA	6,25±6,25 aA	7,81±5,91 aA	13,54±5,20 aA	20,46±7,00 cA	15,63±3,12 cA

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

4.2.2. Pyriproxyfen'in *Notonecta* sp. nimflerine toksik etkisi

Pyriproxyfen'in kullanıldığı denemede 10, 20, 35 ve 50 g ai/ha olmak üzere 4 farklı doz uygulanmıştır. Pyriproxyfen'in genel anlamda *Notonecta* sp. nimfleri üzerinde toksik etkisinin düşük olduğu belirlenmiştir. Denemelerde en yüksek ölüm oranları 20 g ai/ha doz hariç 7. günde gözlemlenmiştir. Denemelerin 7. gününde en yüksek ölüm oranının 35 ve 50 g ai/ha'lık dozlarda (%31,26), en düşük ölüm oranının ise 10 g ai/ha'lık dozda (%21,88) olduğu gözlemlenmesine rağmen istatistiksel anlamda uygulanan 4 doz arasında herhangi bir fark olmadığı görülmüştür ($P<0,05$). 10 g ai/ha'lık dozda ölüm oranları arasında günlere göre istatistiksel bir farklılık görülmemesine rağmen, 20, 35 ve 50 g ai/ha'lık dozlarda günlere göre değişen oranlarda istatistiksel farklılık olduğu görülmüştür ($P<0,05$) (Çizelge 4.3).

4.2.3. Diflubenzuron'un *Notonecta* sp. nimflerine toksik etkisi

Diflubenzuron'un kullanıldığı denemede 25, 50, 75 ve 100 g ai/ha olmak üzere 4 farklı doz uygulanmıştır. Diflubenzuron'un denemelerde kullanılan en yüksek dozu (100 g ai/ha) hariç genel anlamda *Notonecta* sp. nimfleri üzerinde toksik etkisinin düşük olduğu belirlenmiştir. Denemelerde en yüksek ölüm oranları 7. günde gözlemlenmiştir. Denemelerin 7. gününde en yüksek ölüm oranının 100 g ai/ha'lık dozda (%44,32), en düşük ölüm oranının ise 25 g ai/ha'lık dozda (%13,54) olduğu gözlemlenmesine rağmen

istatistiksel anlamda 25, 50 ve 75 g ai/ha'lık dozlar arasında herhangi bir fark olmadığı, sadece 100 g ai/ha'lık dozda farklılık olduğu görülmüştür ($P<0,05$). 25 g ai/ha'lık dozda ölüm oranları arasında günlere göre istatistiksel bir farklılık görülmemesine rağmen, 50, 75 ve 100 g ai/ha'lık dozlarda günlere göre değişen oranlarda istatistiksel farklılık olduğu görülmüştür ($P<0,05$) (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3. Pyriproxyfen'in *Notonecta* sp. nimflerine toksik etkileri (%Ortalama ölüm±Standart hata)

Gün	Uygulama Dozu (g ai/ha)				
	Kontrol	10	20	35	50
1	0,00±0,00 a ^x A ^y	5,00±2,88 aA	2,50±2,50 aA	2,50±2,50 aA	5,00±2,88 aA
2	4,16±2,49 aA	7,50±4,78 aA	5,00±2,88 aA	10,00±4,08 abcA	7,50±4,78 aA
3	4,16±2,49 aA	7,50±4,78 aA	20,00±4,08 abA	10,00±4,08 abcA	12,50±7,50 aA
4	13,33±4,71 bA	15,38±10,05 aA	16,34±2,88 abA	5,77±1,92 abA	14,42±4,80 aA
5	18,33±1,67 bA	13,77± 8,91 aA	17,35±7,70 abA	19,90 ±8,30 abcA	11,22±3,06 aA
6	18,33±1,67 bA	16,83±11,82 aA	29,59±7,70 bA	26,53 ±8,65 bcA	14,29±0,00 aA
7	19,99±0,00 bA	21,88±10,67 aA	28,13±7,86 bA	31,26 ±10,82 cA	31,26±3,60 bA

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

Çizelge 4.4. Diflubenzuron'un *Notonecta* sp. nimflerine toksik etkileri (%Ortalama ölüm±Standart hata)

Gün	Uygulama Dozu (g ai/ha)				
	Kontrol	25	50	75	100
1	0,0±0,00 a ^x A ^y	0,00±0,00 aA	2,50±2,50 aA	2,50±2,50 aA	2,27±2,27 aA
2	4,16±2,49 aA	7,08±4,73 aA	5,00±2,88 aA	6,92±2,37 aA	7,27±2,43 aA
3	4,16±2,49 aA	7,08±4,73 aA	14,54±2,65 bcA	6,92±2,37 aA	12,04±4,56 abA
4	13,33±4,71 bA	2,88±1,84 aA	5,25±1,81 aA	4,44±1,94 aA	18,36±13,35 abcA
5	18,33±1,67 bAB	2,54±1,92 aA	4,26±2,22 aA	2,98±0,94 aA	27,64±10,92 abcB
6	18,33±1,67 bA	11,73±6,41 aA	10,11±4,92 abA	8,39±3,67 aA	39,61±9,44 bcB
7	19,99±0,00 bA	13,54±5,20 aA	20,74±2,94 cA	18,27±3,35 bA	44,32±11,37 cB

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

4.2.4. Spinosad'ın *Notonecta* sp. nimflerine toksik etkisi

Spinosad'ın kullanıldığı denemede 20, 50, 100, 200, 250 ve 500 g ai/ha olmak üzere 6 farklı doz uygulanmıştır. Spinosad'ın denemelerde kullanılan en yüksek dozu (500 g ai/ha) hariç genel anlamda *Notonecta* sp. nimfleri üzerinde toksik etkisinin düşük olduğu belirlenmiştir. Denemelerde en yüksek ölüm oranları 20 ve 50 g ai/ha'lık dozlar

hariç 7. günde gözlemlenmiştir. Denemelerin 7. gününde en yüksek ölüm oranının 500 g ai/ha'lık dozda (%68,75), en düşük ölüm oranının ise 20 g ai/ha'lık dozda (%6,25) olduğu gözlemlenmesine rağmen istatistiksel anlamda 20, 50, 100, 200 ve 250 g ai/ha'lık dozlar arasında herhangi bir fark olmadığı, sadece 500 g ai/ha'lık dozda farklılık olduğu görülmüştür ($P<0,05$). 20, 100, 200 ve 250 g ai/ha'lık dozlarda ölüm oranları arasında günlere göre istatistiksel bir farklılık görülmemesine rağmen, 50 ve 500 g ai/ha'lık dozlarda günlere göre değişen oranlarda istatistiksel farklılık olduğu görülmüştür ($P<0,05$) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Spinosad'ın *Notonecta* sp. nimflerine toksik etkileri (%Ortalama ölüm±Standart hata)

Gün	Uygulama Dozu (g ai/ha)						
	Kontrol	20	50	100	200	250	500
1	0,00±0,00 a ^x A ^y	0,00±0,00 aA	0,00±0,00 aA	5,00±5,00 aA	2,50±2,50 aA	2,50±2,50 aA	2,50±2,50 aA
2	4,16±2,49 aA	7,50±4,78 aAB	5,00±2,88 abA	7,50±7,50 aAB	5,00±2,88 aA	5,00±2,88 aA	27,50±13,76 abB
3	4,16±2,49 aA	7,50±4,78 aA	12,50±2,50 bA	10,00±7,07 aA	12,50±4,78 aA	7,50±4,78 aA	47,50±14,93 abB
4	13,33±4,71 bA	3,85±2,22 aA	3,85±2,22 abA	4,80±4,80 aA	3,85±2,22 aA	10,58±2,88 aA	59,61±19,13 bB
5	18,33±1,67 bA	4,08±3,43 aA	4,59±3,26 abA	13,77±5,42 aA	1,53±0,51 aA	14,28±12,24 aA	60,20±17,58 bB
6	18,33±1,67 bA	7,14±6,48 aA	4,59±3,26 abA	13,77±5,42 aA	7,65±3,85 aA	23,47±17,58 aA	63,26±19,36 bB
7	19,99±0,00 bA	6,25±6,25 aA	9,38±5,98 abA	18,75±6,25 aA	12,51±7,21 aA	31,25±18,74 aA	68,75±14,87 bB

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

5. TARTIŞMA

Yaptığımız bu çalışmada *Notonecta* sp. örneklerinin toplandığı sulama havuzlarındaki suyun sıcaklık, pH ve iletkenlik gibi fizikokimyasal özelliklerinin değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Ellis'in (1969) *N. undulata* ile yaptığı çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarla benzer şekilde *Notonecta* sp. bireylerinin örneklediği habitatların farklı özelliklerde olduğu belirlenmiştir. Bu habitatlarda su sıcaklığının 10-32,5 °C, sertliğin 10 ppm (çok yumuşak) - 220 ppm (çok sert) ve pH'in 5,9-7,1 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Nisan ve Mayıs aylarında örnek topladığımız havuzlarda Temmuz ayından itibaren *Notonecta* sp. bireylerine rastlanmamıştır. Bu aydan itibaren *Notonecta* sp. bireyleri su sıcaklığının daha düşük olduğu yüksek rakımlı habitatlarda tespit edilmiştir. *Notonecta* sp. bireyleri için kritik su sıcaklığı 32-34 °C olup, su sıcaklığının artması *Notonecta* sp. bireylerinin su içindeki normal solunum süreçlerinin bozulmasına ve kütikuladaki tek katlı lipid tabakasının oryantasyonunda meydana gelen bozulmaya bağlı olarak vücutlarına ölümcül düzeyde su girmesine veya su kaybına yol açmaktadır (Ellis 1969). Su habitatının sıcaklığındaki artış *Notonecta* sp. bireylerinin uçarak daha düşük sıcaklıktaki habitatlara göç etmesine neden olmaktadır. *Notonecta* sp. bireyleri genellikle durgun tatlı sulara yaşamalarına rağmen, çamurlu sular, bataklık alanlar ve tuzlu sular gibi farklı özellikteki birçok su habitatında da yaşamaya uyum sağlamışlardır (Hungerford 1933). *Notonecta* sp. bireylerinin çevresel faktörlere yanıtı ve habitat tercihi, bu canlıların avları olan birçok sivrisinek türünün larva ve pupalarının ile benzerlik göstermektedir (Ellis 1969). *Notonecta* sp. bireylerinin farklı habitatlarda yaşayabilmesi, bu canlıların ekolojik toleranslarının geniş olduğunu göstermektedir.

Yaptığımız literatür taramasında denemelerimizde kullanmadığımız, ülkemizde kullanımı yasaklanmış veya kısıtlanmış bazı insektisit gruplarının *Notonecta* sp. bireylerine karşı toksik etkileri ile ilgili çalışmalara rastlanmıştır. Fales ve arkadaşlarının (1968) yaptığı çalışmada; Abate adlı insektisit havuz ve göllerde yüzen kişileri ısırarak sorun oluşturan *N. undulata*'nın kontrolü amacıyla laboratuvar ve arazi koşullarındaki etkinliği araştırılmıştır. Abate, sivrisinek larvalarına karşı etkinliği kanıtlanmış OF bir insektisittir. Laboratuvar testleri sonucunda *N. undulata* bireylerini öldürmek için, Abate'nin sivrisinek larvalarının kontrolü için kullanılan dozlarından daha yüksek dozlarının kullanılması gerektiği tespit edilmiştir. Laboratuvar testlerinden elde edilen sonuçlara göre belirlenen 0,03 ppm'lik dozun, arazi testlerinin yapıldığı gölün merkezinde ve kıyısında *N. undulata* bireylerinin tümünü öldürdüğünü belirlemişlerdir. Mills ve arkadaşlarının (1969) yaptığı çalışmada, laboratuvar ortamında *N. undulata* türü üzerinde 6 farklı piretroitin etkinliklerini ve bunların OF insektisit Abate ile karşılaştırması yapılmıştır. Test edilen 6 piretroitten Allethrin, d-trans-Allethrin, Dimethrin ve Neopynamin özellikle yüksek dozlarda (0,02 ppm) uygulandıklarında %40 veya daha az ölüme yol açarak aynı dozda %90 ölüme yol açan Abate'den daha az etkili olduklarını belirlemişlerdir. S. B. Penick 1382 ve S. B. Penick 1390 adlı diğer 2 piretroitin ise 0,01 ve 0,02 ppm'lik dozlarda %100 ölüme yol açarak Abate'den daha etkili olduklarını tespit etmişlerdir. Federle ve Collins'in (1976) yaptığı çalışmada OK (Dieldrin, Lindane ve DDT), OF (Parathion, Malathion, Dichlorvos ve Chlorpyrifos) ve karbamat grubu (Propoxur ve Carbaryl) insektisitlerin Ohio'daki göletlerde yaşayan sucül 3 böcek türüne (*Lestes congener* Hagen, 1861, *N. undulata* ve *Peldotytes* sp.) karşı 96 saat maruziyetteki toksik etkileri araştırılmıştır. Karbamat grubu

insektisitlerin (Propoxur ve Carbaryl) genel olarak 3 böcek türü üzerinde en düşük toksisiteyi gösterdiğini, OF ve OK insektisitlerin ise daha toksik olduklarını belirlemişlerdir. Ayrıca insektisite maruziyet süresi arttıkça ölüm oranının da arttığını gözlemlemişlerdir. Yazarlar *N. undulata*'nın insektisitlere yanıtını 3 toksik kategoriye ayırmışlardır. Buna göre insektisitlerden; Dieldrin, Lindane ve Parathion (LC₅₀, 0,001-0,007 ppm) *N. undulata* bireylerine en toksik; DDT, Malathion ve Dichlorvos (LC₅₀, 0,02-0,08 ppm) daha az toksik; karbamatlar Propoxur ve Carbaryl (LC₅₀, 0,16-0,2 ppm) ise en az toksik olarak belirlenmiştir. Takahashi ve arkadaşları (1984) tarafından yapılan çalışmada arazide belirlenmiş deneme alanlarında su yüzeyine uygulanan sivrisinek kontrol ajanı ISA-20E'nin yerli sivrisinek popülasyonları ve hedef dışı arthropodlar üzerindeki öldürücü etkisi araştırılmıştır. ISA-20E su yüzeyinde monomoleküler film tabakası oluşturan ve içeriğinde 2 oksietilen grupları olan sıvı izostearil alkol bileşimidir. ISA-20E'nin farklı dozlarının 2 *Aedes* türünün larva ve pupaları ile 2 *Culex* türünün popülasyonlarına karşı değişen oranlarda ölümcül etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. ISA-20E'nin hedef dışı arthropodlardan corixidler (*Corixella* sp.), notonectidler (*N. unifasciata* Guérin-Méneville, 1857), clam shrimp (*Eulimnadia* sp.) ve *Tropisternus lateralis* (Fabricius, 1775) erginlerine karşı akut letal etki gösterdiğini, mayıs sineği (*Callibaetis* sp.) nimfleri, chironomid (titrek sinek) larvaları ve copepodlar üzerinde ise ölümcül etki göstermediğini bildirmişlerdir. Perschbacher ve Sarkar'ın (1989) yaptığı çalışmada, yavru sazan balıkları ile beslenerek zarara yol açan suçlu predatör böcek *Notonecta* sp. üzerinde DDVP, Phyphanon (Malathion), Sumithion (Fenitrothion) ve Dipterex (Trichlorfon) gibi OP 4 insektisitinin laboratuvar şartlarındaki etkinliği ve maliyeti araştırılmıştır. DDVP'nin 0,30, Phyphanon'un 0,40, Sumithion'un 0,05 ve Dipterex'in 1,0 ppm'lik dozlarının 24 saatte *Notonecta* sp. bireyleri üzerinde %100 ölüme yol açtığını belirlemişlerdir. Dennett ve arkadaşları (2003) tarafından Arkansas'ta yapılan çalışmada, pirinç tarlalarındaki zararlı böcek *Lissorhoptrus oryzophylus* Kuschel, 1952 ile mücadelede kullanılan Fipronil ve λ -Cyhalothrin'in hedef dışı 3 canlıya (zararlı tür *An. quadrimaculatus* Say, 1824 ile faydalı türler *T. lateralis* ve *N. indica* Linnaeus, 1771) karşı toksik etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre Fipronil sivrisinek larvalarına karşı λ -Cyhalothrin'e göre daha etkili olurken, hedef dışı faydalı türler *T. lateralis* ve *N. indica*'ya ise daha düşük toksisite gösterdiği belirlenmiştir.

OK ve OF insektisitler ile karbamatlı insektisitler önceki yıllarda dünya genelinde sivrisinek mücadelesi amacıyla yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak bu ürünlerin çevrede kalıcılıklarının yüksek olması, ürünlere karşı direnç gelişmesi, hedef dışı canlılara zarar vermesi ve besin zincirine karışarak birikim yapması gibi istenmeyen zararlı etkileri, gelişmiş ülkelerde kullanımlarının yasaklanmasına veya kısıtlanmasına yol açmıştır. Bu nedenle çalışmamızda son yıllarda sivrisinek larva mücadelesinde ülkemizde de yaygın olarak kullanılan bakteri kökenli ürünler (Bti ve Spinosad) ve BGD (KSİ- Diflubenzuron ve JHA-Pyriproxyfen) ile çalışılmıştır.

Araştırmamızda kullanılan insektisitler arasında, DSÖ'nün önerdiği doz aralıklarının ve insektisitlerin etki mekanizmalarının farklı olması nedeniyle kıyaslama yapılmamıştır. Her insektisit kendi içinde günlere ve kullanılan dozlara göre karşılaştırılmıştır. Ancak ölüm oranları incelendiğinde 7 günlük süre içinde en düşük ölüm oranlarına Bti toksinleriyle yapılan denemelerde rastlanılmıştır. Denemelerde 125-750 g for/ha doz aralığında kullanılan Bti toksinlerindeki en yüksek ölüm oranı 400 g

for/ha'lık dozda 7. günde %20,46 olarak belirlenmiştir. Ancak 7. gün, Bti toksinlerinin denemede kullanılan 5 dozu arasında *Notonecta* sp. nimfleri üzerindeki ölüm oranları açısından istatistiksel olarak herhangi bir farklılık belirlenmemiştir. Denemelerden elde edilen sonuçlara göre insektisite maruziyet süresi arttıkça ölüm oranlarının da arttığı görülmektedir. Denemelerin 1. gününün sonunda ölüm oranları %0,00-4,58 arasında değişmekte iken; 7. gün sonunda ölüm oranları artmış olup, %6,25-20,46 arasında değişmektedir. Ancak istatistiksel anlamda Bti toksinlerinin en yüksek iki dozunda (400 ve 750 g for/ha) günler arasında farklılık olduğu saptanmıştır.

Çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlara göre Bti toksinleri *Notonecta* sp. nimfleri üzerinde çok düşük toksik etki göstermiştir. Bti toksinleri etkisini sindirim yolu ile göstermektedir. Sivrisinek larvaları beslenirken suda bulunan inaktif haldeki toksinleri alırlar. Toksinler böceğin orta bağırsağındaki alkali pH ortamında çözünerek aktive olur. Aktive olmuş toksinler mide epitel hücrelerinin membranında bulunan reseptörlere bağlanarak hücrelerin parçalanmasına, ardından larvanın beslenmeyi durdurmasına ve ölümüne yol açarlar (Porter vd 1993). Hedef dışı birçok canlının mide pH'ının asidik olması veya bu canlıların bağırsak hücrelerinde toksinlerin bağlanacağı spesifik reseptörlerin olmaması toksinlerin bu canlılarda aktivite göstermesini engellemektedir (Becker vd 2010). Ayrıca *Notonecta* sp. bireyleri sokucu-emici özellikte ağız yapısına sahip olup, avlarının vücut sıvılarını sindirerek beslenirler. Bu beslenme davranışı ile sivrisinek larvalarının beslenme davranışından farklılık gösterirler. Bti toksinlerinin *Notonecta* sp. nimfleri üzerinde düşük toksisite göstermesinin bu faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Neri-Barbosa ve arkadaşlarının (1997) yaptığı çalışmada sivrisinek larvalarına karşı Bti toksini içeren briket formülasyonundaki ticari ürün ve *N. irrorata* Uhler, 1879 bireyleri tek tek ve kombinasyon halinde uygulanmıştır. Bti toksinleri ile *N. irrorata* bireylerinin birlikte uygulanmasının tek tek uygulamadan daha başarılı olduğunu ve bu kombine uygulama sırasında insektisit predatör üzerinde zararlı bir etki oluşturmadığını bildirmişlerdir. Gunasekaran ve arkadaşlarının (2004) yaptığı çalışmada Bti toksinlerinden geliştirilmiş bir larvasitin *An. stephensi* Liston, 1901, *Cx. quinquefasciatus* ve *Ae. aegypti* larvalarına karşı laboratuvar ortamında, ilaveten *Cx. quinquefasciatus* larvalarına karşı farklı arazi ortamlarındaki etkinliği araştırılmıştır. Ayrıca formülasyonun hedef dışı canlılardan sivrisinek larvaları ile beslenen *G. affinis* balığına ve *Notonecta* sp. ile *Diplonychus indicus* Venk.&Rao., 1980 gibi sucül böceklerine karşı toksisitesi de laboratuvar ortamında araştırılmıştır. Çalışma sonucunda larvasitin 0,032-3,2 mg/L (ppm)'lik dozunun *G. affinis*'e karşı toksik olmadığı görülmüştür. Larvasitin subletal dozlarına (LC₅₀ ve LC₈₀) maruz bırakılmış *Cx. quinquefasciatus*'un hayatta kalan larvalarıyla beslenen predatör 2 sucül böcek için ürünün güvenli olduğu ve herhangi bir ölüm olmadığını bildirmişlerdir. Purcell (1981) tarafından Bti toksinleri ile yapılan laboratuvar ve arazi çalışmalarında, tuzlu suda yaşayan *Ae. taeniorhynchus* (Wiedemann, 1821) ve hedef dışı organizmalar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deneme sonucunda tuzlu bataklık çamurunun Bti toksinlerinin aktivitesini azalttığı ve uygulama öncesi alanda toplanmış 39 türden sadece *N. indica*'nın popülasyonunda önemli bir azalma tespit edilmiştir. Ancak bu azalma insektisit toksisitesinden ziyade sivrisinek larvalarıyla beslenen *N. indica* bireylerinin, Bti toksinlerini sindiren larvaların ölmesine bağlı olarak habitatlarındaki besinin azalmasıyla göç etmelerine bağlanmıştır. Yapılan bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar

denemelerde elde ettiğimiz sonuçlarla uyumludur. Buna göre sivrisinek larva mücadelesinde kullanılan Bti toksinlerinin hedef dışı predatör *Notonecta* sp. nimfleri üzerinde gösterdiği çok düşük toksisite nedeniyle güvenli bir ürün olduğu görülmektedir.

Denemelerde 10-50 g ai/ha aralığındaki dozlarda kullanılan Pyriproxyfen için en yüksek ölüm oranı 7. günde, 35 ve 50 g ai/ha'lık dozlarda, %31,26 olarak belirlenmiştir. Ancak Pyriproxyfen'in kullanılan 4 dozu arasında *Notonecta* sp. nimfleri üzerindeki ölüm oranları açısından istatistiksel bir farklılık saptanmamıştır. Denemelerden elde edilen sonuçlara göre insektisite maruziyet süresi arttıkça ölüm oranlarının da arttığı görülmektedir. Denemelerin 1. gününün sonunda ölüm oranları %2,50-5,00 arasında değişmekte iken; 7. günün sonunda ölüm oranları artmış olup, %21,88-31,26 arasında değişmektedir. İstatistiksel anlamda Pyriproxyfen'in sadece en düşük dozunda (10 g ai/ha) günler arasında bir farklılık olmadığı görülmüştür. Elde ettiğimiz sonuçlara göre JHA Pyriproxfen *Notonecta* sp. nimfleri üzerinde düşük toksik etki göstermiştir.

Yaptığımız literatür taramasında Pyriproxyfen'in *Notonecta* sp. bireyleri üzerindeki toksik etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Pyriproxyfen gibi etki gösteren diğer JHA ile ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Miura ve Takahashi'nin (1974) yaptığı çalışmada Pyriproxyfen gibi JHA olan Methoprene içeren ürünün sivrisinek balığı *G. affinis* ve backswimmer *N. unifasciata* kolonileri üzerinde herhangi bir yan etki göstermediği belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada Methoprene'nin briket formülasyonu ile *N. unifasciata* ve *Buenoa scimitra* Bare, 1925 gibi 2 notonectid predatör böceğin, doğal üreme alanlarında *Cx. tarsalis* Coquillett, 1896 popülasyonlarına karşı kombine aktiviteleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Methoprene briket uygulaması ve notonectid böceklerin kombine etkisinin üreme alanında *Cx. tarsalis* popülasyonlarını baskıladığı ve Methoprene'nin *N. unifasciata* ve *Bu. scimitra*'nın üreme, gelişme ve predatör aktivitesini etkilemediği belirlenmiştir (Miura vd 1978). Bu çalışmalardan elde edilen bulgular yaptığımız çalışmadaki sonuçlarla uyumludur. Miura ve Takahashi (1987) tarafından Pyriproxyfen ile aynı etki mekanizmasına sahip karbamatlı bir böcek gelişim düzenleyici olan Fenoxycarb'ın sivrisinek üreme alanlarında yaygın olarak bulunan sucül omurgasızlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Laboratuvar denemelerinde Fenoxycarb'ın *N. unifasciata* ve 2 odanatın geç nimf evreleri üzerinde çeşitli morfojenetik sapmalara yol açtığını bulmuşlardır. Etkilenmiş bu nimflerin çoğu ergine dönüşmek için deri değiştirirken ölmüşlerdir. Ayrıca Fenoxycarb'ın *N. unifasciata*'nın genç yumurtaları üzerinde ovisidal etki gösterdiğini de belirlemişlerdir. Arazi denemelerinde ise 0,034 kg/ha dozunda uygulanan Fenoxycarb'ın *N. unifasciata* popülasyon yoğunluğunda azalmaya yol açtığı ve bazı odanatlarda bir takım morfojenetik sapmalara neden olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızdan kısmen farklıdır. JHA'nın etki mekanizması diğer insektisit gruplarından farklıdır. JHA böceklerin larval evrelerinde ve ergin evrelerinde farklı etki gösterirler. JHA böceklerin larval evrelerinde metamorfozu baskılayarak etkisini gösterir. Deri değiştirmeyi baskılayarak etki gösterdikleri için toksik etkilerinin belirlenmesi için denemelerin süresinin daha uzun olması gerekmektedir. Araştırmacıların verdiği nimf ölüm oranları 13 günlük denemelerin sonucuna aittir. Oysa bizim denemelerimizde kontrol ölümleri 8. günde %20'nin üzerine çıktığı için denemelerde ilk 7 güne ait sonuçlar değerlendirilmiştir. Ayrıca çalışmamızda; nimflerde görülen

morfolojik bozukluklar değil, ölüm oranları dikkate alınmıştır. Aynı araştırmacılar Fenoxycarb'ın diğer bir JHA olan Methoprene'den farklı olarak hedef dışı canlılara karşı daha aktif olduğunu da belirtmişlerdir. Bu saptama da Fenoxycarb'ın denemelerimizde kullandığımız Pyriproxyfen'e göre hedef dışı canlılara karşı daha toksik olabileceği izlenimi vermektedir.

Çalışmamızda 25-100 g ai/ha doz aralığında kullandığımız Diflubenzuron'un *Notonecta* sp. nimfleri üzerindeki en yüksek ölüm oranı 7. gün, 100 g ai/ha'lık dozda %44,32 olarak belirlenmiştir. İstatistiksel anlamda ölüm oranları açısından kullandığımız 4 doz arasında 7. gün, sadece en yüksek dozun (100 g ai/ha) diğerlerinden farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca insektisite maruziyet süresi arttıkça ölüm oranlarının da arttığı görülmüştür. Denemelerin 1. gününde nimflerdeki ölüm oranı %0,00-2,50 arasında değişmekte iken; 7. günün sonunda ölümler %13,54-44,32 arasında değişen oranlarda artmıştır. İstatistiksel olarak Diflubenzuron'un sadece en düşük dozunda (25 g ai/ha) günler arasında farklılık olmadığı görülmüştür. Elde ettiğimiz bu sonuçlara göre KSİ Diflubenzuron *Notonecta* sp. nimflerine karşı denemede kullandığımız en yüksek doz hariç (100 g ai/ha) düşük toksisite göstermiştir.

Yaptığımız literatür taramasında Diflubenzuron'un *Notonecta* sp. bireylerine toksik etkisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Miura ve Takahashi'nin (1974) yaptığı çalışmada sivrisinek kontrol ajanı olarak kullanılan Diflubenzuron'un hedef dışı organizmalara yan etkileri araştırılmıştır. Araştırmacılar yapay konteynerlerdeki denemelerde Diflubenzuron içeren ürünün *N. unifasciata* bireylerinin üremesini baskıladığını tespit etmişlerdir. Ali ve Lord'un (1980) yaptığı çalışmada chironomid larvalarının kontrolünde kullanılan 3 KSİ'nin farklı ortamlarda, hedef dışı sucul omurgasızlar üzerindeki yan etkileri araştırılmıştır. Yapısal olarak Diflubenzuron ile ilişkili bir bileşik olan Bay Sir 8514 adlı insektisit G (granül) ve WP (ıslanabilir toz) formülasyonunun 56 ve 112 g ai/ha dozlarının deneme havuzlarında notonectid organizmaların nimfleri üzerinde uygulama sonrası 2. ve 3. haftalarda olumsuz yan etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar BGD grubu bu 3 insektisit G'nin çalışma habitatlarındaki hedef dışı bazı omurgasızlara zararının olduğunu, ancak bu etkilerinin genellikle birkaç gün veya birkaç hafta sürdüğünü bildirmişlerdir. Üstelik bu bileşiklerin hedef dışı omurgasızlara etkili dozlarından daha düşük dozlarda sivrisinek ve chironomid larvalarına etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle BGD insektisitlerinin sucul zararlıların ve vektör böceklerin kontrolünde faydalı olabileceklerini önermişlerdir.

Yapılan farklı çalışmalarda Diflubenzuron'un *Notonecta* sp. dışındaki hedef dışı bazı sucul organizmalara toksik etkileri de araştırılmıştır. Julin ve Sanders'in (1978) yaptığı çalışmada Diflubenzuron'un teknik materyali (%95'lik), suda ıslanabilir (WP) formülasyonu ve 3 yıkım ürününün (4-Chloroaniline, 2,6-Difluorobenzoic acid ve 4-Chlorophenyl urea) 3 sucul omurgasız türü ve 4 balık türü üzerindeki akut toksisitesi araştırılmıştır. Diflubenzuron'un WP formülasyonunun sucul omurgasız *D. magna*'ya karşı 48 saatteki EC₅₀ değerinin 0,015 mg/L, mavi solungaçlı balık (*Lepomis macrochirus* Rafinesque, 1819) için 96 saatteki LC₅₀ değerinin 660 mg/L olduğu belirlenmiştir. Teknik materyalin 4 balık türüne karşı 96 saatteki LC₅₀ değerinin 100 mg/L'nin üstünde olduğu tespit edilmiştir. Diflubenzuron'un yıkım ürünleri arasında en toksik olan ürünün 4-Chloroaniline olduğu belirlenmiştir. Lahr ve arkadaşları (2001)

tarafından yapılan çalışmada, Çöl çekirgesine karşı kullanılan insektisitlerin kontamine ettiği geçici su birintilerinde yaygın olarak bulunan hedef dışı iki tür üzerindeki akut toksik etkileri araştırılmıştır. Kullanılan 11 insektisit içinden Notonectidae ailesinden sırtüstü yüzen *Anisops sardeus* Herrich-Schaeffer, 1849'a karşı en düşük akut toksik etkiyi KSİ Diflubenzuron göstermiştir. Denemede kullanılan insektisitlerin çoğu bu 2 canlıya karşı yüksek toksisite göstermesine rağmen KSİ (Diflubenzuron, Teflubenzuron ve Triflumuron) *A. sardeus*'a karşı daha düşük toksisite göstermiştir. Denemelerde bu canlının ergin dişileri kullanılmıştır. KSİ deri değiştirme sırasında etkisini göstermektedir. Bu notonectid canlının ise yaşam döngüsünde ergin evrede deri değişimi yoktur. Araştırmacılar, KSİ'nin bu canlıya düşük toksisite göstermesinin bu sebepten kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir.

Denemelerde 20-500 g ai/ha doz aralığında kullanılan Spinosad içeren ürün için en yüksek ölüm oranı 500 g ai/ha'lık dozda, 7. gün sonunda %68,75 olarak bulunmuştur. İstatistiksel anlamda Spinosad'ın denemelerde kullandığımız en yüksek dozu hariç, 7. gün dozlar arasında bir farklılık saptanmamıştır. Ayrıca insektisite maruziyet süresi arttıkça ölüm oranlarında artış olduğu görülmüştür. Denemelerde 1. günün sonunda ölüm oranları %0,00-5,00 arasında değişmekte iken, 7. gün sonunda %6,25-68,75 arasında olduğu görülmüştür. Ancak istatistiksel anlamda günler arasında 50 ve 500 g ai/ha'lık dozlarda farklılık olduğu saptanmıştır. Denemelerden elde ettiğimiz sonuçlara göre, Spinosad'ın kullandığımız en yüksek dozu hariç *Notonecta* sp. nimfleri üzerinde düşük toksik etki gösterdiği belirlenmiştir.

İstatistiksel olarak bir karşılaştırma yapılmamış olsa da, nimflerdeki ölüm oranlarına göre denemelerde kullanılan 4 ürün içinde en yüksek ölüm oranı Spinosad'ın en yüksek dozunda görülmüştür.

Yaptığımız literatür taramasında Spinosad'ın *Notonecta* sp. bireylerine toksik etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Spinosad tarım zararlıları ile mücadele için geliştirilmiş bir insektisittir. Bu nedenle Spinosad'ın hedef dışı canlılara toksik etkileri ile ilgili çalışmalar daha çok ekin zararlısı böceklerin doğal düşmanı olan çeşitli predatörler ve parazitoidleri kapsamaktadır (Williams vd 2003). Hedef dışı sucul organizmalarla ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır. Infante-Rodriguez ve arkadaşlarının (2011) yaptığı çalışmada Spinosad'ın karasineklerin (*Simulium* sp.) geç evre larvalarına etkisi OF larvasit Temephos ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca Spinosad'ın hedef dışı bazı sucul böcek ve balıklara toksik etkisi de araştırılmıştır. Çalışma sonucunda Spinosad'ın *Simulium* sp. larvalarına etkinliğinin Temephos'tan daha az olduğu belirlenmiştir. Hedef dışı sucul böceklerden ephemeropteranlar, odanatlar, trichopteranlar ve hemipteranlar üzerinde önemli bir toksik etki görülmemişken, plecoperanlar üzerinde önemli düzeyde toksik etki saptanmıştır. Balık yavruları üzerinde ise önemli düzeyde bir toksik etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

6. SONUÇ

Sivrisinekler birçok hastalık etmeninin insanlara ve hayvanlara bulaşmasından sorumlu önemli vektörlerdir. Dünya genelinde her yıl milyonlarca insan sivrisineklerin taşıdığı hastalık etmenleri nedeniyle hastalanmakta ve bir kısmı da ölmektedir.

Sağlık açısından oldukça önemli bu canlıların popülasyonları çeşitli mücadele yöntemleri kullanılarak kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. Son yıllarda sivrisinek kontrolünde mekanik, kültürel, biyolojik ve kimyasal yöntemlerin birlikte uygulandığı entegre mücadele programları kullanılmaya başlanmıştır.

Özellikle sivrisineklerin larvalarına yönelik yürütülen mücadele çalışmaları entegre mücadelenin başarısını arttırmaktadır. Sivrisinek larvalarının yaşadığı sucul ortamlarda bu larvaların doğal düşmanı olan bazı balık, amfibi ve böcek türleri de bulunmaktadır. Bu canlılardan özellikle sucul bir böcek cinsi olan *Notonecta* sp. bireylerinin etkin larva ve pupa predatörü olduğu bilinmektedir. *Notonecta* sp. bireyleri sivrisinek popülasyon yoğunluğunu sadece predasyon yoluyla değil, dişi sivrisineklerin yumurtlama alanı seçimi üzerine etki ederek de azaltabilmektedirler. Sivrisinek larvalarıyla aynı ortamı paylaşan bu predatörler sivrisinek larva mücadelesinde kullanılan birçok ürüne maruz kalabilmektedirler. Sivrisinek larva mücadelesinde kullanılan geleneksel birçok insektisit grubunun çevredeki kalıcılıklarının yüksek olması, bu ürünlere karşı hedef organizmalarda direnç gelişmesi ve hedef dışı canlılara zarar vermesi gibi olumsuz etkilerinden dolayı son yıllarda kullanımları yasaklanmış veya kısıtlanmıştır. Bu ürünlerin yerini seçici toksisitesi yüksek, çevrede kalıcılığı daha az olan çevre dostu bir takım ürünler almaya başlamıştır.

Yaptığımız bu çalışmada sivrisinek larvalarına karşı son yıllarda ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaya başlanan bakteri kökenli iki larvasit (Bti ve Spinosad) ile BGD grubundan iki larvasitin (Diflubenzuron ve Pyriproxyfen) hedef dışı predatör canlı *Notonecta* sp. nimfleri üzerindeki toksik etkileri araştırılmıştır. *Notonecta* sp. nimflerine karşı kullanılan bu ürünlerden Spinosad (500 g ai/ha, %68,75 ölüm) ve Diflubenzuron'un (100 g ai/ha, %44,32 ölüm) DSÖ'nün önerdiği en yüksek dozlar hariç genel anlamda toksik etkilerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Bilindiği üzere DSÖ sivrisinek larva mücadelesinde bazı ürünlerin belirli doz aralıklarında kullanılmasını tavsiye etmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar denemelerde kullandığımız bu ürünlerin önerilen düşük dozlarının *Notonecta* sp. nimfleri için güvenli olduğunu göstermektedir.

Yaptığımız bu çalışma Türkiye'de sivrisinek larva predatörü *Notonecta* sp. bireyleri üzerine insektisitlerin toksik etkisini belirlemeye yönelik ilk çalışma olması açısından önemlidir. Ancak bu konu ile ilgili hem laboratuvar hem de arazi koşullarında daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir. Sağlık Bakanlığı'ndan ruhsatlandırılmış halk sağlığı alanında kullanılan insektisitler genellikle DSÖ'nün önerdiği düşük dozlara göre etiketlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar ülkemizde sivrisinek mücadelesi yapan kurum ve kuruluşlarda görevli uygulayıcı personelin kullandıkları ürünlerin etiket dozlarına uymalarının gerekliliğini bir kez daha göstermiştir. Böylece hem gereksiz insektisit tüketimi azaltılarak sivrisinek larvalarıyla mücadele edilecek, hem de hedef dışı predatör *Notonecta* sp. bireylerine daha az zarar verilmiş olunacaktır.

7. KAYNAKLAR

- ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265-267.
- AKDUR, R. 1997. Sıtma Eğitim Notları, T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüđü. Ankara, 71 s.
- ALDEMİR, A. ve BOŞGELMEZ, A. 2004. *Alburnus orontis* (Cypriniformes: Cyprinidae) ve *Notonecta viridis* (Hemiptera:Notonectidae)'in sivrisinek larvaları üzerindeki predasyonu. *Turkish Journal of Aquatic Life*, 2 (3): 1-10.
- ALI, A. and LORD, J. 1980. Impact Of Experimental Insect Growth Regulators On Some Nontarget Aquatic Invertebrates. *Mosq. News*, 40 (4): 564-571.
- ALTEN, B. ve ÇAĞLAR, S. 1998. Vektör Ekolojisi ve Mücadelesi Sıtma Vektörünün Biyo-Ekolojisi, Mücadele Organizasyonu ve Yöntemleri T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüđü, Cem Web Ofset Ltd. Őti., Ankara, 69 s.
- ALTEN, B., CAGLAR, S.S. ve OZER, N. 2000. Malaria and its vectors in Turkey. *European Mosq. Bull.*, 7: 27-33.
- ANONİM 1, <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/>
- ANONİM 2, <http://creationwiki.org/Backswimmer>
- ANONİM 3, <http://dallaszoosed.com/animalfacts/animalfacts.php?id=57®ion=3&ci=3&li=33>
- ANONİM 4, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs354/en/>
- ANONİM 5, http://thsk.gov.tr/tr/dosya/zoonotik_vektorel_db/heberler_icin_dokuman/nnv_enfeksiyonu.pdf
- ANONİM 6, http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/spinosad_fate.pdf
- ANONİM 7, http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Notonecta_maculata_upside.jpg
- ANONİM 8, <http://www.biolib.cz/en/taxonimage/id93633/?taxonid=71371>
- ANONİM 9, http://www.naturephoto-cz.com/notonecta-glauca-photo_lat-4633.html
- ANONİM 10, <http://nathistoc.bio.uci.edu/hemipt/Notonectid.htm>
- ANONİM 11, http://www.nwnature.net/macros/todd_rd_pond/images/212_backswim.jpg

- ANONİM 12, http://www.who.int/whopes/Mosquito_Larvicides_sep_2011.pdf
- AYDIN, R., KOPRUCU, K., DORUCU, M., KOPRUCU, S.S. and PALA, M. 2005. Acute toxicity of synthetic pyrethroid cypermethrin on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. *Aquaculture International*, 13: 451-458.
- BECKER, N., PETRIC, D., ZGOMBA, M., BOASEÂ, C., DAHL, C., MADONÂ, M. and KAISER, A. 2010. Mosquitoes and Their Control. Second Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 577 p.
- BLAUSTEIN, L., KOTLER, B.P. and WARD, D. 1995. Direct and indirect effects of a predatory backswimmer (*Notonecta maculata*) on community structure of desert temporary pools. *Ecological Entomology*, 20 (4): 311-318.
- BLAUSTEIN, L. 1998. Influence of the predatory backswimmer, *Notonecta maculata*, on invertebrate community structure. *Ecological Entomology*, 23: 246-252.
- BLAUSTEIN, L., BLAUSTEIN, J. and CHASE, J. 2005. Chemical detection of the predator *Notonecta irrorata* by ovipositing *Culex* mosquitoes. *Journal of Vector Ecology*, 30 (2): 299-301.
- BOND, J.G., MARINA, C.F. and WILLIAMS, T. 2004. The Naturally Derived Insecticide Spinosad Is Highly Toxic To *Aedes* And *Anopheles* Mosquito Larvae. *Medical and Veterinary Entomology*, 18: 50-56.
- BURNHILL, T. 2006. Identification of Freshwater Invertebrates of the Mekong River and Its Tributaries. Mekong River Commission, Vientiane, 274 p.
- CHARLES, J.F and LEROUX, C.N. 2000. Mosquitocidal Bacterial Toxins: Diversity, Mode of Action and Resistance Phenomena. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 95 (1): 201-206.
- COATS, J.R. 1990. Mechanisms of Toxic Action and Structure-Activity Relationships for Organochlorine and Synthetic Pyrethroid Insecticides. *Environmental Health Perspectives*, 87: 255-262.
- DEMİRSOY, A. 2006. Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar/Böcekler, Entomoloji, Cilt II/Kısım II, 9. Baskı, Meteksan A.Ş. Ankara, 941 s.
- DENNETT, J.A., BERNHARDT, J.L. and MEISCH, M.V. 2003. Effects of fipronil and lambda-cyhalothrin against larval *Anopheles quadrimaculatus* and nontarget aquatic mosquito predators in Arkansas small rice plots. *Journal Of The American Mosquito Control Association*, 19 (2): 172-174.
- DUGGAN, T.M.P. ve ÇETİN H. 2006. Geçmişten Günümüze Akdeniz ve Ege Kıyılarında Sıtma ve Veba. 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, 26-30 Haziran 2006, Kuşadası, Aydın.

- EITAM, A. and BLAUSTEIN, L. 2004. Oviposition habitat selection by mosquitoes in response to predator (*Notonecta maculata*) density. *Physiological Entomology*, 29: 188-191.
- ELLIS, R.A. 1969. Studies of *Notonecta undulata* Say, (Hemiptera: Notonectidae) as a Predator of Mosquito Larvae. MSc Thesis, Simon Fraser University, 64 p.
- EPLER, J.H. 2006. Identification Manual For The Aquatic And Semi-Aquatic Heteroptera Of Florida. Florida, 195 p.
- ESKİOCAK, M., KARABABA, A.O., CEYLAN, A., SAKA, G. ve ÇİÇEK, M. 2012. Mardin-Savur İlçesi Sıtma Salgınına İnceleme ve Değerlendirme Raporu. Birinci Baskı, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, Ankara, 29 s.
- FALES, J.H., SPANGLER, P.J., BODENSTEIN, O.F., MILLS, G.D. and DURBIN, C.G. 1968. Laboratory and Field Evaluations of Abate Against A Backswimmer, *Notonecta undulata* Say (Hemiptera: Notonectidae). *Mosq. News*, 28 (1): 77-81.
- FEDERLE, P.F. and COLLINS, W.J. 1976. Insecticide Toxicity To Three Insects From Ohio Ponds. *Ohio Journal of Science*, 76 (1): 19-24.
- FENT, M., KMENT, P., ÇAMUR-ELIPEK, B. and KIRGIZ, T. 2011. Annotated catalogue of Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha, and Leptopodomorpha (Hemiptera: Heteroptera) of Turkey, with new records. *Zootaxa*, 2856: 1-84.
- FISCHER, S., PEREYRA, D. and FERNANDEZ, L. 2012. Predation ability and non-consumptive effects of *Notonecta sellata* (Heteroptera: Notonectidae) on immature stages of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Journal of Vector Ecology*, 37 (1): 245-251.
- GUNASEKARAN, K., DOSS P.S.B. and VAIDYANATHAN, K. 2004. Laboratory and field evaluation of Teknar HP-D, a biolarvicidal formulation of *Bacillus thuringiensis* ssp *israelensis*, against mosquito vectors. *Acta Tropica*, 92 (2): 109-118.
- HERTLEIN, M.B., THOMPSON, G.D., SUBRAMANYAM, B. and ATHANASSIOU, C.G. 2011. Spinosad: A new natural product for stored grain protection. *Journal of Products Research*, 47: 131-146.
- HUNGERFORD, H.B. 1933. The Genus *Notonecta* of the World (Notonectidae-Hemiptera). *The University of Kansas Science Bulletin*, 21 (1): 5-195.
- INFANTE-RODRIGUEZ, D.A., NOVELO-GUTIERREZ, R., MERCADO, G. and WILLIAMS, T. 2011. Spinosad Toxicity to *Similium* spp. Larvae and Associated Aquatic Biota in a Coffee-Growing Region of Veracruz State, Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 48 (3): 570-576.

- JULIN, A.M. and SANDERS, H.O. 1978. Toxicity Of The IGR, Diflubenzuron, To Freshwater Invertebrates And Fishes. *Mosq. News*, 38 (2): 256-259.
- KUMAR, R. and HWANG, J.S. 2006. Larvicidal efficiency of aquatic predators: a perspective in mosquito biocontrol. *Zool. Stud.*, 45 (4): 447- 466.
- KURTCEBE, Z.Ö. 2012. Batı Nil Virüsü Enfeksiyonu. T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu "Sıtma ve Leishmaniasis Eğitim Toplantısı", 26-28 Kasım 2012, Ankara.
- LAHR, J., BADJI, A., MARQUENIE, S., SCHUILING, E., NDOUR, K.B., DIALLO, A.O. and EVERTS, J.W. 2001. Acute Toxicity of Locust Insecticides to Two Indigenous Invertebrates from Sahelian Temporary Ponds. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 48: 66-75.
- LEVY, R and MILLER, T.W. 1978. Tolerance of the planarian *Dugesia dorotocephala* to high concentrations of pesticides and growth regulators. *Entomophaga*, 23: 31-34
- LONG, A., GOLDMAN, M., COSSETTE, L., DECARY, F., VAN, Q. and MONTE, M. 1996. Transfusion-transmitted *Plasmodium falciparum* malaria. *Transfus. Med.*, 6: 93-4.
- MARINA, C.F., BOND, J.G., CASAS, M., MUNOZ, J., OROZCO, A., VALLE, J. and WILLIAMS, T. 2011. Spinosad as an effective larvicide for control of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti*, vectors of dengue in southern Mexico. *Pest Manag. Sci.*, 67: 114-121.
- MARINA, C.F, BOND, J.G, MUNOZ, J., VALLE, J., CHIRINO, N. and WILLIAMS, T. 2012. Spinosad: a biorational mosquito larvicide for use in car tires in southern Mexico. *Parasites & Vectors*, 5 (95): 1-10.
- MCCAULEY, S.J. and ROWE, L. 2010. *Notonecta* exhibit threat-sensitive, predator-induced dispersal. *Biology Letters*, 6: 449-452.
- MEJÍA, G.A., ALVAREZ, C.A., PULIDO, H.H., RAMIREZ, B., CARDOZO, C., SUAREZ, Y., LOBELO, R., SARQUIS, T. and URIBE, A.M. 2006. Malaria in a liver transplant recipient: A case report. *Transplant Proc.*, 38: 3132-4.
- MENKE, A.S. 1979. The Semiaquatic and Aquatic Hemiptera of California (Heteroptera: Hemiptera). Bulletin Of The California Insect Survey Volume: 21, University Of California Press Berkeley-Los Angeles- London.
- MILLS, G.D., FALES, J.H. and DURBIN, C.G. 1969. Comparison Of The Effect Of Pyrethroids Against A Backswimmer, *Notonecta undulata* Say. *Mosq. News*, 29 (4): 690-691.

- MIURA, T. and TAKAHASHI, R.M. 1974. Insect Developmental Inhibitors. Effects of Candidate Mosquito Control Agents on Nontarget Aquatic Organisms. *Environmental Entomology*, 3 (4): 631-636.
- MIURA, T. and TAKAHASHI, R.M. 1975. Effects of the IGR, TH-6040, on non target organisms when utilized as a mosquito control agent. *Mosq. News*, 35: 154-159
- MIURA, T., SCHAEFER C.H. and MULLIGAN, F.S. 1978. Integration Of Chemical And Biological Control Agents Against Natural Populations Of *Culex tarsalis*. *Mosq. News*, 38 (4): 542-545.
- MIURA, T. and TAKAHASHI, R.M. 1987. Impact Of Fenoxycarb, A Carbamate Insect Growth Regulator, On Some Aquatic Invertebrates Abundant In Mosquito Breeding Habitats. *Journal of The American Mosquito Control Association*, 3 (3): 476-480.
- MUELLER-BEILSCHMIDT, D. 1990. Toxicology and environmental fate of synthetic pyrethroids. *Journal of Pesticide Reform*, 10 (3): 32-37.
- MUSLU, H., KURT, Ö. ve ÖZBİLGİN, A. 2011. Manisa İl ve İlçelerinde Saptanan Sivrisinek Türlerinin (Diptera: Culicidae) Yaşam Alanları ve Mevsimsel Değişikliklere Göre Değerlendirilmesi. *Türkiye Parazitol. Derg.*, 35: 100-4.
- NERI-BARBOSA, J.F., QUIROZ-MARTINEZ, H., RODRIGUEZ-TOVAR, M.L., TEJADA, L.O. and BADI, M.H. 1997. Use of Bactimos briquets (*B.t.i.* formulation) combined with the backswimmer *Notonecta irrorata* (Hemiptera: Notonectidae) for control of mosquito larvae. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 13 (1): 87-89.
- PAPÁČEK, M. 2001. Small aquatic and ripicolous bugs (Heteroptera: Nepomorpha) as predators and prey: The question of economic importance. *Eur. J. Entomol.*, 98: 1-12.
- PARSONS, M.C. 1971. Respiratory significance of the external morphology of adults and fifth instar nymphs of *Notonecta undulata* Say (Aquatic heteroptera; Notonectidae). *Journal of Morphology*, 133 (2): 125-138.
- PERSCHBACHER, P.W. and SARKAR, J. 1989. Toxicity of selected organophosphorus insecticides to the backswimmer, *Notonecta* sp. *Asian Fisheries Science*, 2: 265-268.
- POOPATHI, S. and ABIDHA, S. 2010. Mosquitocidal bacterial toxins (*Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* serovar *israelensis*): Mode of action, cytopathological effects and mechanism of resistance. *Journal of Physiology and Pathophysiology*, 1 (3): 22-38.

- PORTER, A.G., DAVIDSON E.W. and LIUI, J.W. 1993. Mosquitocidal Toxins of Bacilli and Their Genetic Manipulation for Effective Biological Control of Mosquitoes. *Microbiological Reviews*, 57 (4): 838-861.
- PURCELL, B.H. 1981. Effects Of *Bacillus thuringiensis* var. *israilensis* On *Aedes taeniorhynchus* and Some Non-Target Organism In The Salt Marsh. *Mosq. News*, 41 (3): 476-484.
- RAMSDALE, C.D., ALTEN, B., ÇAĞLAR, S.S. ve ÖZER, N. 2001. A revised annotated checklist of the mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Turkey. *European Mosq. Bull.*, 9: 18-28.
- SEPICI-DİNÇEL, A., BENLİ, A.C.K., SELVİ, M., SARIKAYA, R., SAHİN, D., ÖZKUL, İ.A. and ERKOC F. 2009. Sublethal cyfluthrin toxicity to carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings: Biochemical, hematological, histopathological alterations. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72 (5): 1433-1439.
- SILBERBUSH, A., MARKMAN, S., LEWINSOHN, E., BAR, E., COHEN, J.E and BLAUSTEIN, L. 2010. Predator-released hydrocarbons repel oviposition by a mosquito. *Ecology Letters*, 13 (9): 1129-1138.
- TAKAHASHI, R.M., WILDER, W.H. and MIURA, T. 1984. Field Evaluations Of ISA-20E For mosquito Control And Effects On Aquatic Nontarget Arthropods In Experimental Plots. *Mosq. News*, 44 (3): 363-367.
- THAVARA, U., TAWATSIN, A., ASAVADACHANUKORN, P. and MULLA, M.S. 2009. Field Evaluation In Thailand Of Spinosad, A Larvacide Derived From *Saccharopolyspora Spinosa* (Actinomycetetales) Against *Aedes Aegypti* (L.) Larvae. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 40 (2): 235-242.
- TOLLE, M.A., M.D and M.P.D. 2009. Mosquito-borne Diseases. *Curr. Probl. Pediatr. Adolesc. Health Care*, 39: 97-140.
- VURAL, N. 2005. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları: 73, Ankara, 659 s.
- WEIRAUCH, C. and SCHUH, R.T. 2011. Systematics and Evolution of Heteroptera: 25 Years of Progress. *Annu. Rev. Entomol.*, 56: 487-510.
- WILLIAMS, T., VALLE, J. and VINUELA, E. 2003. Is the Naturally Derived Insecticide Spinosad Compatible with Insect Natural Enemies? *Biocontrol Science and Technology*, 13 (5): 459-475.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 2008. World Malaria Report. WHO Press, Geneva, Switzerland.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 2011. World Malaria Report. WHO Press, Geneva, Switzerland.

WRIGHT, E.J. 1976. Enviromental and Toxicological Aspects of Insect Growth Regulators. *Enviromental Health Perspectives*, 14: 127-132.

YAZICI, Z. 2005. Batı Nil Virusu İnfeksiyonu. *İnfeksiyon Dergisi*, 19 (1): 139-143.

ÖZGEÇMİŞ

Önder SER, 1979 yılında Tunceli'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini memur olan babasının görevi nedeniyle Türkiye'nin farklı illerinde tamamladı. 1997 yılında girdiği Ege Üniversitesi, Atatürk Sağlık Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Laboratuvar Programı'ndan 1999 yılında Program ve Yüksek Okul birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü'ne başlayıp, 2002 yılında Bölüm ve Fakülte birincisi olarak mezun oldu. Askerlik hizmetini Kasım 2002-Temmuz 2003 tarihleri arasında 289. Kısa Dönem olarak Gelibolu/Dirikköy'de yaptı. 2004 yılında Sağlık Bakanlığı'na bağlı Erzincan Tercan Devlet Hastanesi'nde göreve başladı. Daha sonra sırasıyla İzmir/Tire, Tunceli ve Muğla/Milas illerinde çalıştı. 2011 yılında Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans eğitime başladı. Şu an Antalya Halk Sağlığı Müdürlüğü, Kepez Toplum Sağlığı Merkezi, Sıtma Birimi'nde Biyolog olarak görevine devam etmektedir.