



*Culex pipiens* ve *Anopheles maculipennis*  
(Diptera: Culicidae)  
TÜRÜ SİVRİSİNEKLERDE  
YUMURLAMA ALANI TERCİHİNİ ETKİLEYEN  
TEMEL FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI

Şengül TALAY

Yüksek Lisans Tezi  
Biyoloji Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Sırrı KAR  
2018

T.C.  
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

*Culex pipiens* ve *Anopheles maculipennis* (Diptera: Culicidae)  
TÜRÜ SİVRİSİNEKLERDE  
YUMURTLAMA ALANI TERCİHİNİ ETKİLEYEN  
TEMEL FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI

Şengül TALAY

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Sırrı KAR

TEKİRDAĞ-2018

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Sırrı KAR danışmanlığında, Şengül TALAY tarafından hazırlanan “*Culex pipiens* ve *Anopheles maculipennis* (Diptera: Culicidae) Türü Sivrisineklerde Yumurtlama Alanı Tercihini Etkileyen Temel Faktörlerin Araştırılması” isimli bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı: Prof. Dr. Sevgi ERGİN

*İmza :*

Üye: Doç. Dr. Sırrı KAR

*İmza:*

Üye: Doç. Dr. Deniz ŞİRİN

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

*Culex pipiens* ve *Anopheles maculipennis* (Diptera: Culicidae)  
TÜRÜ SIVRİSİNEKLERDE  
YUMURTLAMA ALANI TERCİHİNİ ETKİLEYEN TEMEL FAKTÖRLERİN  
ARAŞTIRILMASI

Şengül TALAY

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sırrı KAR

Sivrisineklerin yumurtalarını bıraktıkları, dolayısıyla larva ve pupa dönemlerini geçirdikleri su içeren üreme alanları, artropodun bütün yaşam evresi üzerinde etkili olan bir ortamdır. Bu ortamın özellikleri, sivrisineğin gelişim süresini, vücut büyüklüğünü, hayatta kalma yetisini, ortaya çıkan yetişkinlerin beslenme ve üreme performansını, vektörlük yeteneğini ve popülasyon yoğunluğunu doğrudan etkileyebilmektedir. İlgili nedenlerden dolayı, sivrisineklere ait üreme alanı özelliklerinin ve/veya sineğin yumurtlama noktasındaki eğilim veya tercihlerinin belirlenmesi, hem mücadelede hem de temel ekolojik çerçevenin belirlenmesinde önemlidir. Yapılan bu çalışmada, *Culex pipiens* ve *Anopheles maculipennis* türü sivrisineklerin üreme alanı tercihinde etkili olabilecek bazı parametreler araştırılmıştır. Bu noktada esasen, gebe dişilerin aynı alana yumurtlama eğilimi, tür içi ve türler arası düzlemde ele alınmıştır. Yarı doğal sera ortamında yapılan çalışmada, uygun boyutlarda tel kafeslere (100 x 200x100 cm) yerleştirilen, içerisinde yavru balık yemi ve 500 ml su (h: 4cm) bulunan CDC ovitraplar (h:15 cm; R: 11 cm) kullanılmıştır. Kafeslere doymuş dişi sivrisinekler konmuş olup, deneme süresince, kafesteki dişi sayısı en azından ovitrap sayısına denk olacak şekilde ayarlanmıştır. Denemelerde türler tek tek ve birlikte konmuşlardır. Yumurta sayıları, deneme süresince günlük olarak kaydedilmiş ve ilk pupaların görülmesiyle birlikte denemeler sonlandırılmıştır. Sonuç olarak; *Cx. pipiens* denemelerinde tek ovitraba en az 1 yumurta paketi, en fazla ise 12 yumurta paketi bırakılmıştır. *An. maculipennis* dişilerinin aynı alana yumurtlama denemesinde, dört ovitraba hiç yumurtlanmazken, tek ovitraba bırakılan en fazla yumurta sayısı 364 olmuştur. İki türün birlikte bulunduğu denemelerde ise, *Cx. pipiens* bütün kaplara yumurtlarken, *An. maculipennis* üç ovitrapta hiç yumurtlamamış, tek ovitraba ise en yüksek 495 yumurta bırakmıştır. Denemelerde, *An. maculipennis* yumurtalarından hiç biri ergin evresine ulaşamazken, *Cx. pipiens* ergin evreye başarıyla ulaşmıştır. Bu çalışma, aynı türe ait yumurta varlığının dişiyi alana yumurtlama konusunda aktive ettiğini ve bu noktada *Cx. pipiens*'in, *An. maculipennis*'e göre çok daha az seçici bir tür olduğunu göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Anopheles maculipennis*, *Culex pipiens*, Yumurtlama alanı tercihi

2018, 65 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### INVESTIGATION OF THE BASIC FACTORS AFFECTING THE OVIPOSITION SITE PREFERENCE OF *Culex pipiens* and *Anopheles maculipennis* (Diptera: Culicidae) MOSQUITO SPECIES

Şengül TALAY

Namık Kemal University in Tekirdağ  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sırrı KAR

The oviposition site areas, where the mosquitoes oviposit their eggs and thus pass the larval and pupa periods, are an environment which affects the whole life stage of the arthropod. The characteristics of this environment may directly affect the developmental duration of the mosquito, body size, survival, feeding and reproductive performance of adults, vectorial capacity and population density. For relevant reasons, the identification of the reproductive site characteristics of mosquitoes and / or their tendency or preferences on oviposition site is important in determining both the control and the basic ecological framework. In this study, some parameters which may be effective on the preferences of reproduction area of *Culex pipiens* and *Anopheles maculipennis* species were investigated. At this point, the tendency of gravid females to oviposit in the same area is discussed in the intra- and inter-species plane. In the study conducted in semi-natural greenhouse environment, CDC ovitraps (h: 15 cm; R: 11 cm) with fry fish feed and 500 ml water (h: 4 cm) were placed in appropriate sizes of wire cages (100 x 200x100 cm). Engorged female mosquitoes were placed in the cages, and during the trial, the number of females in the cage was adjusted to at least equal to the number of ovitraps. In the experiments, species were put together individually and together. The number of eggs was recorded daily during the trial and trials were terminated with the first pupa seen. As a result; in the *Cx. pipiens* trials, at least one egg package was left to the single ovitrap and 12 eggs were left as the highest level. In the trials related to *An. maculipennis* females, no eggs were seen in four traps, the maximum number of eggs left to the single ovitrap was 364. In the trials with two species together, it was inspected that *Cx. pipiens* oviposited in all ovitraps, however *An. maculipennis* did not lay eggs in three ovitraps, and 495 eggs were left in single ovitrap as the highest level. In trials, none of *An. maculipennis* eggs reached the adult stage, but *Cx. pipiens* successfully reached the adult stage. This study shows that the presence of eggs of the same species activates the female to oviposit in the area, and *Cx. pipiens* is much less selective than *An. maculipennis*.

**Keywords:** *Anopheles maculipennis*, *Culex pipiens*, oviposition site preference

**2018, 65 pages**

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimimin ve tez çalışmamın başından sonu kadar her evresinde her türlü desteği esirgemeyen, beni bilgi deneyimleriyle sabırla yönlendiren sayın danışman hocam Doç. Dr. Sırrı Kar'a;

Tez çalışmam sırasında yardım istediğim her konuda bilgilerini paylaşan ve zaman ayıran Doç. Dr. Deniz Şirin hocama;

Biyoloji bilimini bana sevdiren ve araştırmacı ruhunu aşıl原因an, yardımsever, üzerimde emeği geçen Doç. Dr. Elife Zerrin BAĞCI, Dr. Öğr. Üyesi Nadim YILMAZER, Dr. Öğr. Üyesi Duygu YAŞAR ŞİRİN, Doç. Dr. Rıfat BİRCAN, Dr. Öğr. Üyesi Nevin ŞAFAK ODABAŞI, diğer tüm anabilim dalı mensuplarına ve bölüm arkadaşlarıma;

Ayrıca maddi ve manevi desteklerini bir an olsun benden esirgemeyen, her zaman yanımda olan başta babam Cemal TALAY'a, annem Dudu TALAY'a ve kız kardeşim İffet TALAY'a yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Aralık, 2018

Şengül TALAY

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
°C	: Derece santigrad
L	: Litre
m/sn	: Metre/saniye
m.	: Metre
m <sup>2</sup>	: Metrekare
mg	: Milligram
M	: Molar
cm	: Santimetre
W/V	: Ağırlık/hacim
An.	: <i>Anopheles</i>
Ae.	: <i>Aedes</i>
Cs .	: <i>Culiseta</i>
Cx.	: <i>Culex</i>
CHIK	: Chikungunya
CHIKV	: Chikungunya virus
CxFV	: Culex flavivirus
DENV	: Dengue humması virüsü
DMDS	: Dimethyl disulfide
EEEV	: Doğu at ensefalitisi virüsü
f.	: form
GETV	: Getah virüs
GC-EAD	: Gas chromatography electroantennogram detection
ITV	: İsrail hindi meningoensefalomyelitis virüsü
JEV	: Japon ensefalitis virüsü

Min.	: Minimum
Max	: Maksimum
MOP	: Sivrisinek yumurtlama feromonu
OBP	: Odorant bağlayan protein /Odorant-binding protein
DMTS	: Dimethyl trisulfide
<i>Oc.</i>	: <i>Ochlerotatus</i>
<i>P.</i>	: <i>Plasmodium</i>
RVFV	: Rift vadisi humması virüsü
spp.	: Türler
s.l.	: Sensu lato
s.s.	: Sensu stricto
sd	: Standart sapma
SLE	: St. Louis encephalitis
SINV	: Sindbis virüs
Syn.	: Sinonim
USUV	: Usutu virüs
YFV	: Sarıhumma virüsü
VEEV	: Venezuela at ensefalitisi virüsü
WEEV	: Batı at ensefalitisi virüsü
WNV	: Batı Nil virüsü



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER.....</b>	<b>4</b>
2.1. Sivrisineklerde Üreme.....	4
2.2. Sivrisineklerde Üreme Alanı.....	8
2.3. Üreme Alanı Tercihi.....	10
2.3.1. Üreme alanının fiziksel özellikleri.....	12
2.3.2. Üreme alanında yumurta varlığı.....	14
2.3.3. Üreme alanındaki larva varlığı.....	15
2.3.4. Sudaki bakteri varlığı.....	17
2.3.5. Üreme alanındaki pupa varlığı.....	19
2.3.6. Bitki infüzyonları.....	19
2.3.7. Üreme alanındaki predatör varlığı.....	20
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>22</b>
3.1. Çalışma Alanı.....	22
3.2. Çalışma Ünitesi.....	23
3.2. Sivrisineklerin Üretimi ve Beslenmesi.....	24
3.2.1. Kullanılan Sivrisineklerin Orijini.....	24
3.2.2. Sivrisineklerin Üretimi.....	24
3.3. Sivrisinek Yumurtlama Düzeneklerinin Hazırlanması.....	27
3.4. <i>Cx. pipiens</i> 'te Aynı Yere Yumurtlama Eğiliminin İzlenmesi.....	27
3.5. <i>An. maculipennis</i> 'te Aynı Yere Yumurtlama Eğiliminin İzlenmesi.....	29
3.6. <i>An. maculipennis</i> ve <i>Cx. pipiens</i> 'te Aynı Yere Yumurtlama Eğiliminin İzlenmesi.....	29
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>30</b>
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....</b>	<b>46</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>54</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>65</b>

## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>Anopheles</i> , <i>Aedes</i> ve <i>Culex</i> cinslerine temel ait yaşam döngüsü.....	4
Şekil 2.2. Yumurtlayan <i>Culex quinquefasciatus</i> dişi.....	6
Şekil 2.3. Farklı tür sivrisineklere ait yumurtalar.....	7
Şekil 2.4. Sivrisinek üreme alanları; göl, fosseptik çukurları, bataklık, su birikintileri, su saklama kapları, araba lastikleri.....	9
Şekil 3.1. Çalışma alanının coğrafik konumu.....	22
Şekil 3.2. Çalışma ünitesi ve büyük yumurtlama konteyneri içeren orta boy kafes .....	23
Şekil 3.3. Sivrisineklere ait gelişim formları.....	25
Şekil 3.4. Büyük kafeste dizayn edilen ovitrap düzeni.....	28
Şekil 3.5. Ergin çıkışı takibi amacıyla hazırlanan ovitraplar.....	29
Şekil 4.1. <i>Cx. pipiens</i> aynı alana yumurtlama eğilimi birinci denemesindeki 8 nolu ovitrap...32	
Şekil 4.2. Küçük kafese alınmış ovitraplar, ovitrap duvarında bekleyen <i>An. maculipennis</i> ve <i>Cx. pipiens</i> 'ler, <i>An. maculipennis</i> yumurta grubu, <i>Cx. pipiens</i> yumurta paketleri ve yumurtlayan <i>Cx. pipiens</i> ve suda larvalar.....	45

## ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışma bölgesine ait ortalama meteorolojik veriler.....	23
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan suyun içeriği.....	27
Çizelge 4.1. <i>Cx. pipiens</i> 'te ovitraplara bırakılan yumurta paketi sayıları.....	30
Çizelge 4.2. <i>Cx. pipiens</i> 'in aynı alana yumurtlama eğilimi birinci denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.....	31
Çizelge 4.3. <i>Cx. pipiens</i> 'in aynı alana yumurtlama eğilimi ikinci denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.....	31
Çizelge 4.4. <i>Cx. pipiens</i> 'in aynı alana yumurtlama eğilimi üçüncü denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.....	32
Çizelge 4.5. Birinci denemede ovitraplara bırakılan <i>Cx. pipiens</i> yumurtalarından çıkan ergin sayıları.....	33
Çizelge 4.6. İkinci denemede ovitraplara bırakılan <i>Cx. pipiens</i> yumurtalarından çıkan ergin sayıları.....	35
Çizelge 4.7. Üçüncü denemede ovitraplara bırakılan <i>Cx. pipiens</i> yumurtalarından çıkan ergin sayıları.....	37
Çizelge 4.8. <i>Cx. pipiens</i> aynı alana yumurtlama eğilimi denemesinde çıkan ergin sivrisineklere ait veriler.....	39
Çizelge 4.9. <i>An. maculipennis</i> 'te ovitraplara bırakılan yumurta sayıları.....	40
Çizelge 4.10. <i>An. maculipennis</i> aynı alana yumurtlama eğilimi birinci denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.....	40
Çizelge 4.11. <i>An. maculipennis</i> 'in aynı alana yumurtlama eğilimi ikinci denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.....	41
Çizelge 4.12. <i>An. maculipennis</i> 'in aynı alana yumurtlama eğilimi üçüncü denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.....	41
Çizelge 4.13. <i>An. maculipennis</i> ve <i>Cx. pipiens</i> tarafından ovitraplara bırakılan yumurtalar..	42
Çizelge 4.14. <i>An. maculipennis</i> ve <i>Cx. pipiens</i> tarafından üç ovitrapa bırakılan yumurtalardan çıkan erginler.....	43
Çizelge 4.15. <i>An. maculipennis</i> ve <i>Cx. pipiens</i> sivrisineklerinin aynı alana yumurtlama eğilimi denemelerinde çıkan <i>Cx. pipiens</i> erginleri.....	44
Çizelge 5.1. <i>An. maculipennis</i> dişileriyle ilgili denemelerde yumurta sayıları.....	51
Çizelge 5.2. <i>Cx. pipiens</i> dişileriyle ilgili denemelerde yumurta sayıları.....	51

## 1. GİRİŞ

Tanımlanmış canlı türlerinin  $\frac{3}{4}$ 'ünü kapsayan Insecta sınıfına ait, dünyada tahmini 1-10 milyon arasında değişen tür bulunduğu düşünülmektedir. Insecta (böcekler) sınıfı ve Diptera (iki kanatlılar) takımı içerisinde yer alan sivrisinekler, Nematocera alt takımından olup, dünya üzerinde 3500'den fazla türü ve alt türü vardır (Lehane 2005). Culicidae ailesinde, Anophelinae (3 cins) ve Culicinae (11 tribus = oymak, 92 cins) olmak üzere iki alt aile yer almaktadır. Toxorhynchitini tribusundaki türler haricinde, sivrisineklerin dişileri kan emerler (Lehane 2005, Goddard 2008, Becker ve ark. 2010). Sivrisinekler Insecta'nın medikal açıdan en önemli grubudur. Bu önem, hem taşıdıkları etken sayısından, hem de dünya genelinde insan ve hayvanlarda görülebilen bu etkenlerin ciddi hastalıklara neden olabilmesinden kaynaklanmaktadır (Merritt ve ark. 1992).

Türkiye, özellikle kıyı bölgeler başta olmak üzere, pek çok sivrisinek türü için ideal bir yaşam alanıdır (Alten ve ark. 2000, Aldemir ve Bosgelmez 2006, Şengil ve ark. 2011). Ülkemiz sivrisinek faunasında 25 *Aedes*, 16 *Culex*, 13 *Anopheles*, 6 *Culiseta*, 2 *Coquillettia*, 1 *Orthopodomyia* ve 1 *Uranotaenia* cinsine ait olmak üzere 64 türün varlığı bildirilmiştir (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015). Batı Nil ateşi, deng humması, sarı humma, sıtma ülkemizde geçmişte ve günümüzde görüldüğü bildirilen sivrisinek kaynaklı önemli hastalıklardandır (Özbilgin ve ark. 2011, Ergunay ve ark. 2011).

*Culex pipiens* tür kompleksinde (Pipiens Altgrubu / *Culex pipiens* sensu lato / *Culex pipiens* s.l.) *Culex pipiens* sensu stricto (syn. *Cx. pipiens* form *pipiens*, *Cx. pipiens pipiens*, *Cx. pipiens pipiens* biyotype *pipiens*), *Culex pipiens* form *molestus* (syn. *Cx. pipiens molestus*, *Cx. pipiens pipiens* biyotype *molestus*), *Culex quinquefasciatus* (syn. *Cx. pipiens fatigans*, *Cx. pipiens quinquefasciatus*) ile yayılma alanı daha kısıtlı olan *Culex pallens* (Japonya, Kore, Meksika), *Culex australicus* ve *Culex globosus* (Avustralya) türleri yer almaktadır (Harbach ve Kitching 1998). Türkiye'de bu komplekse ait olan *Cx. pipiens* s.s., *Cx. pipiens* f. *molestus* ve *Cx. quinquefasciatus* ve kompleksin sibling türü *Cx. torrentium* tesbit edilmiş olup bu türlerden Trakya bölgesinde *Cx. pipiens* s.s ve *Cx. torrentium* bildirilmiştir (Günay 2015).

Bir flavivirüs olan Batı Nil virüsü (WNV), insanlar, memeliler ve bazı sürüngenlerde görülebilse de özellikle kuşlara uyumludur. Bu nedenle de virüsün yayılımının kontrolü oldukça zordur (Hayes ve ark 2005). Ülkemizde Edirne (Ergunay ve ark. 2013) ve Kırklareli (Ergunay ve ark. 2017) illerinde *Culex pipiens*'te WNV tespit edilmiştir. *Cx. pipiens* kompleksinin Batı Nil virüsü (WNV) yanı sıra Japon ensefalitis virüsü (JEV), Usutu virüs

(USUV), İsrail hindi meningoensefalomyelitis virüsü (ITV), Chikungunya virus (CHIKV), Getah virüs (GETV), Sindbis virüs (SINV), Batı at ensefalitisi virüsü (WEEV), Doğu at ensefalitisi virüsü (EEEV), Venezuela at ensefalitisi virüsü (VEEV), Rift vadisi humması virüsü (RVFV) (Gubler 2010, Weaver ve Reisen 2010, Weissenböck ve ark. 2010), St. Louis encephalitis virüs (SLEV) (Mitchell ve ark. 1983) gibi virüslere önemli derecede vektörlük edebileceğini gösteren çalışmalar vardır. Ayrıca, Türkiyede filariasis etkenlerinden *Dirofilaria immitis* (Yıldırım ve ark. 2011) ve avian *Plasmodium* etkenlerine de *Cx. pipiens*'te rastlanmıştır. Bu sivrisineğin, İç Anadoludaki avian *Plasmodium* için ana vektör olabileceğinden söz edilmiştir (İnci ve ark. 2012).

*Anopheles Maculipennis* Kompleksinden (*Anopheles maculipennis* sensu lato), Paleartik coğrafyasında *Anopheles artemievi* Gordeev, 2005; *Anopheles atroparvus* van Thiel, 1927; *Anopheles beklemishevi* Stegnii ve Kabanova, 1976; *Anopheles daciae* Nicolescu, 2004; *An. labranchiae* Falleroni, 1926; *Anopheles maculipennis* s.s. Meigen, 1818; *An. martinius* Shingarev, 1926; *Anopheles melanoon* Hackett, 1934; *Anopheles messeae* Falleroni, 1933; *Anopheles persiensis* Linton, 2003 ve *Anopheles sacharovi* Favre, 1903 olmak üzere 11 türünün varolduğu ifade edilmektedir (Marshall 1938, White 1978, Sedaghat ve ark. 2003, Nicolescu ve ark. 2004, Gordeev ve ark. 2005). Türkiye'de *An. maculipennis* s.s, *An. melanoon*, *An. messeae* ve *An. sacharovi*'nin varlığı kanıtlanmıştır (Günay 2015). *Anopheles maculipennis* s.l.'ya Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde ve genellikle de oldukça yaygın olarak karşılaşılmaktadır (Şahin 1984, Doğan 1987, Aldemir ve Boşgelmez 2006, Özbilgin ve ark. 2011, Şimşek ve ark. 2011). İstanbul'da (Öter 2007) ve Trakya genelinde kompleksin oldukça yaygın olduğu bilinmektedir (Günay 2015). İnsanlarda sıtmaya neden olan protozondan *Plasmodium* etkenleri *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale* ve *P. vivax* Türkiye'de daha önceleri sıklıkla görülmüş olmasının aksine günümüzde sadece *P. vivax* ilgili sıtma olguların karşılaşılmaktadır. *P. falciparum*, *P. malariae* ilgili olgulara ise oldukça nadir rastlanmaktadır. Sıtma *Anopheles* cinsi ait sivrisinek türler tarafından aktarılırken *P. vivax* için bu cinsten ülkemizde vektörlük potansiyeline sahip sivrisinekler türleri *An. sacharovi*, *An. superpictus*, *An. maculipennis* şeklinde sıralanmaktadır. Hastalığın doğal döngüsünde *Anopheles maculipennis* kompleksinde bulunan *An. sacharovi*, *An. superpictus* ana rol oynarken (Alten ve ark. 2007), *An. maculipennis*'in sıtmadaki rolünün düşük olup bulunduğu ortamdaki bolluğuna göre rol derecesi artabilmektedir (Becker ve ark. 2010). *An. maculipennis* sensu stricto ile ilgili olarak, türün Batai virüs, Tahyna virüs, Batı

Nil virüsleri, Myxomatosis ve Tularemi vektörlüğünü yapabileceği bildirilmiştir (Schaffner ve ark. 2001).

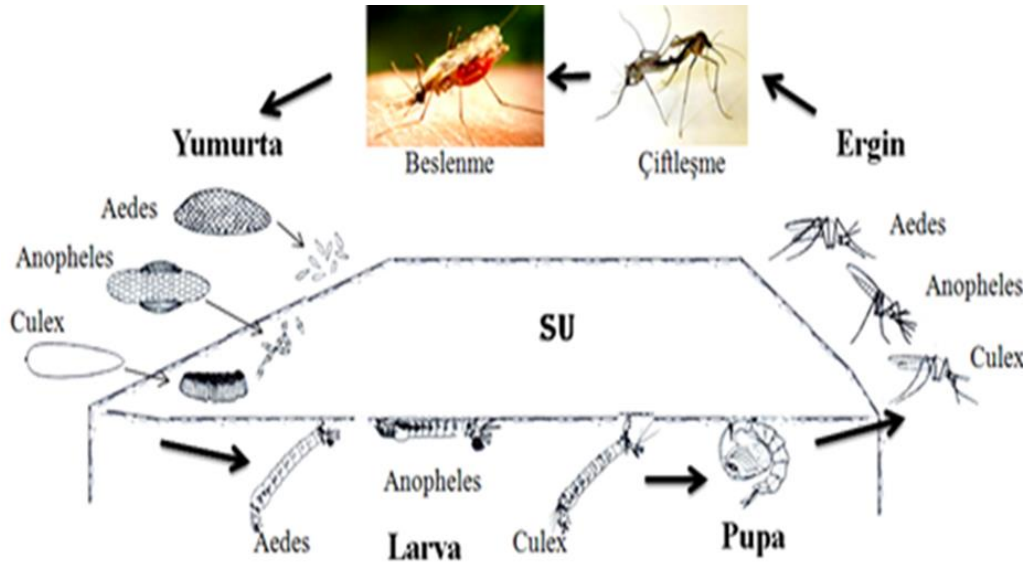
Sivrisineklerin ya da vektörlüğünü üstlendikleri patojenlerin epidemiyolojik karakterinde etkili olan başlıca etmenler iklimsel faktörler (sıcaklık, yağış, nem vs.), konak ve su barındıran uygun üreme alanı varlığıdır. Her sivrisinek türünün söz konusu faktörlere yönelik tercihi az çok farklıdır (Becker ve ark. 2010). Üreme alanı faktörü sivrisineklerin dağılımlarında, üremelerinde, popülasyon dinamiklerinde oldukça önemlidir (Spencer ve ark. 2002). Sivrisinek, kan emerken çeşitli nematod, protozoon veya virüs gibi patojenleri alabilmektedir. Bu patojenlerden kimileri ortabağırsağa penetre olup sivrisinek hücrelerinde kendini çoğaltır, daha sonra tükürük bezleri dahil tüm dokuları işgal eder. Bu sürece dışsal inkübasyon dönemi denir ki sıcaklığa bağlı olarak 7-30 gün kadar sürer. Dış inkübasyon dönemi yumurtlamadan önce gerçekleşirse patojenlerin yumurtaya geçiş meydana gelebilir (Day 2016). St. Louis encephalitis virusla enfekte kan ile beslenen *Cx. quinquefasciatus*'ta ilk sekiz günde yumurtlanan yumurtalar enfektif değilken, daha sonra bırakılan yumurtaların %97'si enfektif olur (Chamberlain ve ark. 1964). Böceklere özgü filavirüs olan *Culex* flavivirüslerin (CxFV) *Cx. pipiens*'te yumurtalıklara kadar ulaşması (Saiyasombat ve ark. 2011) ve doğada toplanan *Cx. pipiens* erkeklerinin Batı Nil virüsü ile enfekte olması (Anderson ve ark. 2006) *Cx. pipiens*'in bu hastalıkları transovarian olarak nakledebildiğini göstermektedir. Diğer taraftan Akdeniz havzası ülkelerinde yapılan bir çalışma *Cx. pipiens* kompleksinde yer alan *Cx. pipiens* f. *pipiens* ve *Cx. pipiens* f. *molestus*'un tamamen birbirinden genetik olarak izole olmadığını, sıklıkla melezleştiği kanıtlanmıştır (Shaikevich ve ark. 2016). Ayrıca, Yunanistan'ın Kos adasında yapılan çalışmada ise *Cx. quinquefasciatus* sivrisinekleri ile *Cx. pipiens* hibritleri tesbit edilmiştir (Shaikevich ve ark. 2014). Hibridizasyonun (melezleşme), bu sivrisineklerin vektörel kapasitesini değiştirebilmesi olasıdır, bu da vektör etkinliğini ve sonuçtaki hibritlerin tıbbi önemini arttırabilir (Shaikevich ve ark. 2016). Vektör mücadelesinde sivrisinek üreme alanlarının saptanması (Pates ve Curtis 2005) ve yumurtlama davranışının anlaşılması spesifik hastalık vektörlerine yönelik gözetim ve denetim olanaklarının geliştirilmesi açısından önemlidir (Day 2016).

Bu çalışmada, *Anopheles maculipennis* ve *Culex pipiens* türlerinin yarı doğal şartlarda yumurtlama alanı tercihinde etkili olan ana olası bazı faktörler araştırılmıştır.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER

### 2.1. Sivrisineklerde Üreme

Sivrisinekler holometabol gelişim (tam başkalaşım) gösteren, yumurta, üç kez gömlek değiştiren 4 larva, pupa, ergin olmak üzere sırasıyla birbirini takip eden yaşam evrelerinden oluşan böceklerdir. Sivrisineklerin yaşam döngüsünü tamamlayabilmesi için suya ihtiyacı vardır. Yumurta, larva ve pupa evresi suda geçerken, ergin evresi karasaldır Döngüyü (biyolojiyi) tamamlama süresi türe ve çevresel koşullara göre birkaç hafta olabileceği gibi, 4 yıldan fazla da sürebilmektedir (Becker ve ark. 2010) (Şekil 2.1). Çevresel etkenlerden sıcaklık, yumurtalarda larva gelişiminden erginlerin yaşam süresine kadar bütün biyolojik süreçte etkilidir. *Cx. p. form molestus* türünün gelişimindeki sıcaklığın etkisine bakıldığında 20-24 °C'de embriyo gelişimi, larva ve pupa dönemi daha yavaş seyrederken; 28 °C'de ise daha hızlı yani tam tersi etki yapar. Embriyo gelişimi 20 °C'de ortalama 2,18 gün, 24 °C'de 1,5 gün ve 28 °C'de 1,16 gün iken larva süreci ise 20 °C'de ortalama 17,7 gün, 24 °C'de 13,6 gün, 28 °C'de ise 9,4 gün olduğu kaydedilmiştir. Pupa dönemi 20 °C'de 6,4 gün, 24 °C'de 4,3 gün, 28 °C'de 2,3 gün kadardır. Dişi sineklerin yaşam süresinin, çıkıştan itibaren sadece %10 sukroz ile beslenerek, 20 °C'de 29,2 gün, 24 °C'de 9,7 gün, 28 °C'de 8,6 gün olduğu anlaşılmıştır (Kiarie-Makara ve ark. 2015).



Şekil 2.1. *Anopheles*, *Aedes* ve *Culex* cinslerine temel ait yaşam döngüsü (Rozendaal, 1997'den modifiye edilmiştir).

Pupa evresinden çıkan çoğu türde tam aktivasyon (kitinizasyonunu tamamlaması, erkeklerde cinsel olgunluğun gerçekleşmesi) 1-1,5 günde olurken, uçuşma aktivitesine başlaması daha kısa sürede olur. Birçok türde erkekler üreme alanı civarında, genellikle de sabah veya akşam alacakaranlıkta, gruplar halinde uçuşurlar (birkaç tane veya binlerce; eurygamy); bazı türlerde ise erkek toplaması görülmez (stenogamy) (Wall ve Shearer 2001, Foster ve Walker 2002, Lehane 2005, Goddard 2007, Goddard, 2008). Bazı sivrisineklerde erkek ve dişi sivrisineklerin toplanmasına neden olan feromonlar tesbit edilmiştir. Örneğin; *Aedes aegypti* türünde ketoisophorone (2,6,6-trimethylcyclohex-2-ene-1,4-dione), ketoisophorone doymuş analogu (2,2,6-trimethylcyclohexane-1,4-dione) ve ethanone (1-(4-ethylphenyl toplanma) olmak üzere 3 tane toplanma feromonu belirlenmiştir. Bu üç feromon dişilerde varken, erkeklerde sadece birinci ve üçüncü feromon görülmüştür. Erkekler bunlardan sadece ilkinde, dişiler ise sadece üçüncüsüne karşı bir çekim göstermektedir (Fawaz ve ark. 2014). Ayrıca, *Culiseta inornata* türünde erkek sineklerin konspesifik dişileri tanımalarını sağlayan nonvolatil, sıcaklığa dirençli, bir kontakt feromon olduğu bildirilmiştir (Lang 1977). Genelde erkeğin dişiyi bulmasında, antenin şişkince olan ikinci segmentindeki Johnston duyargası önemlidir (Becker ve ark. 2010). Ayrıca, türe özgü kanat atım frekansına bağlı olarak erkekler ve dişiler birbirini tanıyabilmektedir. Çiftleşme sırasında, erkekte hem sperm hem de bazı eklenti bezi salgıları dişi spermatekasına aktarılır (*Aedes* ve *Culex* cinsleri 3 spermatekaya sahipken, *Anopheles* cinsinde tek bir spermateka vardır). Erkek eklenti bezinin salgısındaki seminal proteinler dişiyi çiftleştikten sonra yeniden çiftleşme konusunda yetisiz hale getirir (Baldini ve ark. 2012). Dişiler yumurtaları dölemek için spermatekadaki depolu olan spermleri kullanır. Erkekler ise birden fazla çiftleşir; ancak genelde, iki çiftleşme arasında erkeklerin genellikle nektar üzerinden beslenip, birkaç gün dinlenmesi gerekir (Wall ve Shearer 2001, Foster ve Walker 2002, Lehane 2005, Goddard 2007, Goddard 2008).

Çiftleştikten bir sonraki aşama kan emmedir. Çoğu türde dişi yumurtasının gelişimini tamamlanması için konaktan kan emmesi gerekir (anotojen). Otojen gelişim görülen az sayıda tür vardır. Örneğin; ilk yumurta yığınlarının gelişimini kan almadan gerçekleştirebilen *Cx. pipiens f. molestus* otojen iken, çoğu tür yumurtalarının gelişimi için kan alması gerektiğinden anotojendir (Becker ve ark. 2010). Çoğu türün dişisinin her yumurtlama dönemi için bir kere kan ile beslenmesi yeterli iken, bazıları ise birkaç kere beslenebilir (Lehane 2005). Dişi sivrisineklerde kan sindirimi sıcaklığa bağlıdır; tropik bölgelerde 2-3 günde gerçekleşirken, ılıman ortamlarda 5-8 gün sürer. Kan sindiriminden elde edilen ürünler (amino asitler gibi) vücuttaki yağ doku tarafından emilir. Glikofosfolipoprotein olan vitellogenin (Vg) sentezlenip



hemolenf içine salınır; sonra yumurtalıklara kadar taşınır ve foliküler epitelyumdaki oositler tarafından absorbe edilir. Dişi sivrisineklerin oositleri dolduğunda artık dişi sivrisinek gravid (gebe) olarak adlandırılır (Day 2016).

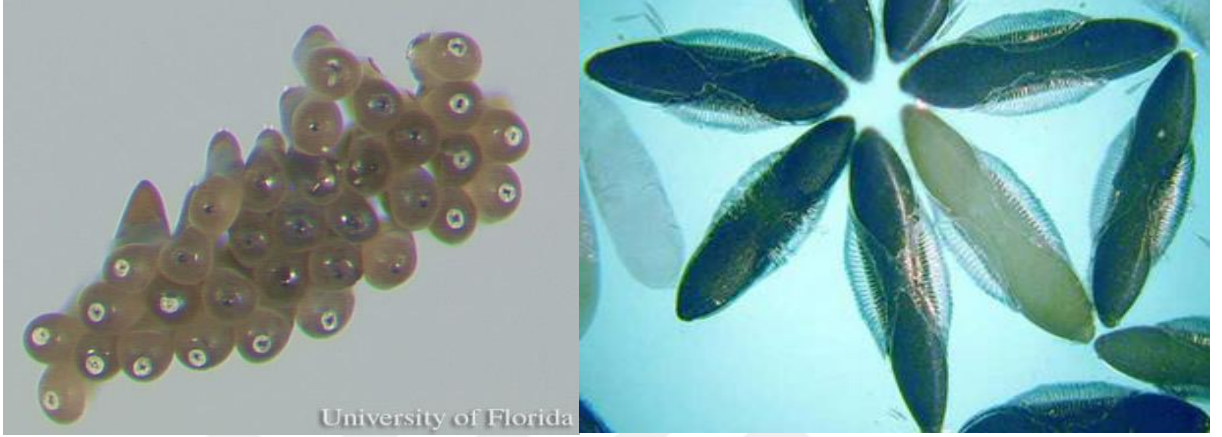
Dişiler ömürleri boyunca çıkımı takip eden 2.-4. günden itibaren, 3-5 gün ara ile yumurtlayabilir. Yaşam boyu *Anopheles* türleri (geceleri) 9-12 kere, her seferinde 100-150, *Culex* türleri ise 6-7 kere, her seferinde 100-300 yumurta bırakabilir (Wall ve Shearer 2001, Foster ve Walker 2002, Lehane 2005, Goddard 2007, Goddard 2008) (Şekil 2.2). Öte yandan sivrisineklerde, toplam yumurtayı farklı yumurtlama alanlarına dağıtarak yumurtlama (skip ovoposition), toraksın daraltarak dişilerin aşırı küçük yumurtlama alanlarına ulaşması sağlayacak morfolojik uyumu, yumurtaları korumak veya kurtarmak için yumurta kuluçkalanması gibi üreme adaptasyon ve stratejileri görülür. Bunun gibi faktörler larvaların daha iyi habitatlarda gelişimini sağlar (Day 2016).



Şekil 2.2. Yumurtlayan *Culex quinquefasciatus* dişisi (Anonim 1).

*Anopheles* türleri ince uzun forma ve yanlarında hava dolu kanatlara sahip olan yumurtalarını tek tek suya bırakırken, *Culex* türleri ise corolla adı verilen yapılarla yumurtalarını birleştirerek sal görünümünde yumurta paketini suya bırakır (Wall ve Shearer 2001, Foster ve Walker 2002, Lucius ve Loos-Frank 2008) (Şekil 2.3). Yumurta kabuğu iç katman, orta katman, dış katman olmak üzere üç kattan oluşur. İç katman, yumurta hücrelerini yumurta sarısından ayıran ince vitellin bir zardır. Orta katman (endochorion) sert ve opak iken, dış katman (exochorion) ise genellikle yumuşak ve şeffaftır. Dış katman üzerindeki desenler bazı cins ve türlerde karakteristiktir (Gutsevich ve ark. 1974). *An. maculipennis* kompleksindeki sivrisinek türlerini ayırt etmek için yumurta evresinin diğer evrelere göre

daha kullanışlı olduğu ifade etmişlerdir (Proft ve ark. 1999, Becker ve ark. 2010). *Culex* yumurtalarının ön ucunda, fertilizasyonda spermatozoonların yumurtaya girişini sağlayan mikropil bulunur (Gutsevich ve ark. 1974). Doğrudan suya bırakılan yumurtalarda gelişim süregündür ve bu nedenle daimi su bulunan ortamlarda türler kısa sürede fazlaca üreyebilir (Wall ve Shearer 2001, Becker ve ark. 2010).



*Culex quinquefasciatus*

*Anopheles quadrimaculatus*

**Şekil 2.3.** Farklı tür sivrisineklere ait yumurtalar (Anonim 1, Anonim 2).

*Anopheles maculipennis* s.s. ve *Cx. pipiens* s.s. Türkiye’de yaygın bulunabilmekte olan türlerdir (Günay 2015). *An. maculipennis* s.s. gündüzleri ahır, bodrum gibi iç alanlarda geçiren endofilik, şartlara göre insanlardan ancak genelde çiftlik hayvanları üzerinden beslenen zoofilik karakterde, çiftleşmede de eurygamous gibi özellikleri gösteren bir türdür (Schaffner ve ark. 2001, Becker ve ark. 2010). Bu tür yüksek rakımlardaki soğuk, temiz sular, ova, deniz seviyesi dolaylarındaki kırsal alanlar, temiz akarsu havzası kenarlarında yer alan cepler, pirinç tarlasındaki su birikintileri, yapay su birikintileri, göletlerde yumurtlayabilmektedir (Kasap 1985, Schaffner ve ark. 2001, Aldemir ve Boşgelmez 2006). *An. maculipennis* s.s. 2300 m' ye kadar yüksek rakımlarda bulunabilmektedir. Üreme alanları oksijen bakımından zengin sulardır. Suyun hareketini *An. maculipennis* s.s türü *An. messeae* ve *An. subalpinus* türlerine göre daha iyi tolere eder (Jetten ve Takken 1994). Bu türün dişileri tek seferde 200 kadar yumurta bırakabilmektedir (Schaffner ve ark. 2001). Türkiye’de *Cx. pipiens* kompleksinde yer alan *Cx. pipiens* s.s.’nin kendisinden morfolojik açıdan ayırt edilemeyen ve genetik olarak çok yakın olan, davranışsal/fizyolojik açıdan farklı *Cx. pipiens* f. *pipiens* varyantı vardır (Harbach ve ark. 1985, Becker ve ark. 2012). *Cx. p. f. molestus* çoğunlukla insanlar üzerinde beslenen (antropofil), fakültatif diapoz geçiren, çiftleşmede stenogomik (dar alanda çiftleşen)

olan (Becker ve ark. 2010), kan almadan 30-80 yumurta bırakabilen (otogen) (Schaffner ve ark. 2001) sivrisinekler iken; *Cx. p. f. pipiens* ise genelde ornitofilik (kuşlar üzerinden beslenen) fırsat bulunca memelilerden beslenebilen, geniş alanlarda çiftleşebilen, anotojen yumurta gelişimi görülen, tek seferde 150-240 yumurta yumurtlayabilen (Schaffner ve ark. 2001, Becker ve ark. 2010), diğer varyantına göre daha kırsal alanlarda görülen sivrisineklerdir. *Cx. pipiens* kompleksinde bulunan daha kırsal ve daha ornitofilik olanlar daha temiz suları, açık alanlardaki suları, antropofilik (insanlardan beslenen) veya mamalofiliklerin (memelilerden beslenen) ise organik materyal bakımından daha zengin alanlara yumurtladığı bildirilmiştir (Schaffner ve ark. 2001).

## 2.2. Sivrisineklerde Üreme Alanı

Sivrisinekler yumurtalarını su ile ilişkisi olan geçici su yüzeylerine (tuz bataklıklarındaki gelgit havuzları, yağmur havuzları ve sel suları), kalıcı su yüzeylerine (havuzlar, akarsular, bataklıklar ve göller), çeşitli doğal ve yapay su tutan kaplara (ağaç kavukları, yaprak aksilleri, meyve kabukları, yumuşakça kabuğu, içme suyu kapları) bırakırlar (Foster ve Walker 2002) (Şekil 2.4). Her türün ortak tercihi, suyun hafif bir çukurlukta olması, kenarında ileride pupadan çıkacak ergini rüzgardan bir derece koruyacak otların veya yükseltinin bulunmasıdır. Çünkü, genç erişkin henüz uçmadan suya düşer ise çoğunlukla ölebilmektedir (Rydzanicz ve Lonc 2003, Goddard 2008, Becker ve ark 2010, Reiskind ve Zarrab 2011). Genel olarak sivrisinek türleri, yumurtlama alanı konusunda oldukça seçicidir. Her ne kadar bazı türler pek çok farklı alanda üreyebilse de, tercih ettikleri alanların genel anlamda belli bir tipi veya özelliği bulunmaktadır (Bentley ve Day 1989). *Culex* türleri akarsu kenarı ceplerinde, göl kenarlarında, bataklık ve sazlıklarda, sığ kalıcı havuzlarda, bazı insan yapımı konteynerlerde, belli süre kalıcılık gösteren konteynerlerde, ulaşılabilir yer altı sularında üreyebilmektedir. Çoğu *Anopheles* türünün larvaları için lentik yani kirliliğe maruz durgun sular (göl kenarları, bataklık veya sazlık, sığ kalıcı havuzlar) veya lotik sular (akan sularla ilgili / akarsu kenarı boşaltma alanları veya cepler) uygun yaşam alanlarıdır (Merritt ve ark. 1992).

Sivrisineklerin üreme alanındaki seçiciliği ilgili yapılan karşılaştırmalı bir çalışmada *Ae. albopictus*'un kullanılmayan, terk edilmiş konteynerlerde (boş, atılmış tenekeler, lastikler, atık su kapları gibi), *Cx. pipiens*'in ise kullanılmakta olan konteynerlerde (çöp kutusu, saksı, hayvan su kapları gibi) daha fazla ürediği belirlenmiştir (Dowling ve ark. 2013). İki tür arasında böyle bir durumun görülmesinin olası nedeni olarak türlerin yumurtlamak için farklı

kalitedeki suları tercih etmek istemeleriyle ilişkili olduğu bildirilmiştir. Konteyner tipinin sivrisinek türleri ile yakından ilişkili olabileceğini göstermiştir. Ayrıca da insan yerleşim alanlarının sosyoekonomik durumu ve olası sivrisinek üreme alanı olarak kullanılabilen konteyner varlıkları veya tipleri bölge sivrisinek perspektifini de az çok etkileyebileceğini göstermiştir (Dowling ve ark. 2013).



**Şekil 2.4.** Sivrisinek üreme alanları; göl, fosseptik çukurları, bataklık, su birikintileri, su saklama kapları (küvet, bidon, kova vb.), araba lastikleri (Öter 2007).

Gebe dişi tarafından yumurtaların bırakılacağı üreme alanının özelliği, gelecek nesil adına kritik bir önem arz eder (Bentley ve Day 1989, Afify ve Galiza 2015). Üreme alanı ile ilişkili kriterler sivrisineğin popölasyon yoğunluğunu, gelişme zamanını, vücut büyüklüğünü, hayatta kalma yetisini (Dodson ve ark. 2011, Couret ve ark. 2014), ortaya çıkan yetişkinlerin performansını (Ng'habi ve ark. 2005), vektörlük yeteneğini (Araujo ve ark. 2012) etkileyebilmektedir. Çoğu habitatta bulunan ve opportunist habitatlarda yumurtlayan türler özel ya da nadiren bulunan habitatlardaki türlere göre belirgin bir avantaja sahiptir. Aslında, ovopozisyon alanlarındaki spesifiklik, sineğin dağılımı noktasında önemli bir kısıtlayıcı unsur durumundadır (Bentley ve Day 1989). Üreme alanları sivrisineklerin kıtalar arası yayılmasına neden olmuştur. Örneğin; DENV, CHIKV, YFV, WNV, JEV, EEEV, VEEV, WEEV, SLE, Rosse River virus, Sindbis virüs, Mayaro virüs, Getah virüs, Potasi virüs, Cache Valley virüs, Tensaw virüs, Keystone virüs, San Angelo virüs, La Crossa virüs, Jannestown Canyon virüs, Trivittatus virüs, Oropauche virüs, RVFV, Orungo virüs, Nodamura (Paupy ve ark. 2009) gibi 26 virüsün naklinde rol alabilen, *Dirofilaria immitis*, *Dirofilaria repens* ve *Setaria labiatopapillosa* gibi helmintik parazitlerin de vektörlüğünü yapabilen (Cancrini ve ark. 1995) *Ae. albopictus* esasen Güney-Doğu Asyanın tropikal ve subtropikal kısımları özgü bir tür olsa da, son birkaç on yılda, Kuzey ve Güney Amerika, Avrupa ve Afrika'ya yayılmış ve bu noktada, dormant yumurta içeren özellikle eski tekerlekler (Reiter ve Sprenger 1987) ve ikinci dereceden de *Dracaena sanderiana* (lucky bamboo) bitkisinin (Scholte ve ark. 2007, Paupy ve ark. 2009) rol aldığı bildirilmiştir.

### 2.3. Üreme Alanı Tercihii

Yumurtlamak amacıyla bazı türler yakın civarı kullanırken, bazı türler uzun mesafeler kat edebilir. Yumurtlama alanı konusunda pek seçici olmayan türler genelde daha kısa mesafelerde bulunan alanları kullanma eğilimindedirler. Söz konusu yumurtlama alanı amaçlı uçuş, birçok türde krepiskular zamana denk gelmektedir (Bentley ve Day 1989). Sivrisinekler için yumurtlama alanı içerisinde bulunan kendi yaşam formları (yumurta, larva, pupa), mikroorganizmalar, predatör varlığı, üreme alanının fiziksel özellikleri yumurtlama alanı tercihinde etkilidir. Kokusal ve tatsal kimyasal veriler, görsel, temassal ipuçları bu noktada değerlendirmeye alınmaktadır. Dişilerin yumurtlama alanı seçiminde uzak mesafeden görsel ve kokusal verileri alabileceği, kısa mesafeden ise kokusal (voltail faktörler), temassal (sıcaklık, kimyasal moleküller gibi) ve ek olarak yine görsel verilerin devreye gireceğinden bahsedilmektedir (Bentley ve Day 1989, Afify ve Galiza 2015). Özellikle de konaktan

yükselen karbondioksit veya üreme alanından çıkan kokular sivrisinekler için atraktandır. Ayrıca, sivrisinek aç olduğunda konaktan gelen kokulara, doymuş olduğunda ise yumurtlama alanı ile ilgili volatillere daha duyarlı hale geldiği bildirilmiştir (Bentley ve Day 1989). Koku göreceli olarak uzak mesafelere ulaşabilen bir kimyasal ipucu olduğundan, sivrisineklerde kokuyu kullanarak yumurtlama alanına yönelim ilk adım sayılır (Bentley ve Day 1989, Afify ve Galiza 2015). Üreme alanlarından gelen voltailler sivrisineklerin antenler, palplar, labrum ve tarsi üzerindeki olfaktörük (koku) reseptörler tarafından değerlendirilmektedir (Day 2016).

Yumurtlama alanının belirlenmesi noktasında, fiziksel ya da kimyasal ipuçlarının birçoğu, az ya da çok, birbiriyle ilişkili ve karmaşık bir şekilde etkili olmaktadır (Bentley ve Day 1989). Sivrisineklerin belli bir üreme alanına yönelmesini / uçmasını sağlayan madde veya faktörlere “yumurtlama atraktanı”, belli bir alana ulaşan dişi sivrisineği yumurtlamaya güdüleyen faktörlere “yumurtlama sitümülanı”, sivrisineği alandan uzaklaştıran faktörlere “repellent”, yumurtlamasını baskılayan faktörlere ise “deterrent” adı verilmektedir (Afify ve Galiza 2015). Gebe sivrisinek yumurtlama sürecinde üreme alanındaki yumurta varlığı (Laurence ve Pickett 1985), larva varlığı (Wachira ve ark. 2010), pupa varlığı (Bentley ve Day 1989), predator varlığı (Spencer ve ark. 2002), bitkisel infüzyonları (Ponnusamy ve ark. 2010b), bakteri varlığı (Huang ve ark. 2006), üreme alanındaki ve civarındaki fiziksel özellikler (Pavlovich ve Rockett 2000, Wong ve ark. 2011) gibi faktörleri değerlendirip yumurtayı bırakabilmektedir.

Vektör mücadelesinde sivrisinek üreme alanlarının saptanması, özelliklerinin bilinmesi çok gereklidir (Pates ve Curtis 2005). Sivrisinek yumurtlama davranışının anlaşılması spesifik hastalık vektörlerine yönelik gözetim ve denetim olanaklarının geliştirilmesi açısından önemlidir (Day 2016). DENV'nin *Ae. albopictus*'ta üç nesil boyunca (Shroyer 1990), *Ae. aegypti* de beş nesil boyunca (Rohani ve ark. 2008); CHIK *Ae. albopictus*'da 6 nesil boyunca, *Ae. aegypti* ise 5 nesil boyunca (Chompoosri ve ark. 2016) geçirilebilirken; Japanese encephalitis virüsünü *Cx. tritaeniorhynchus*'ta (Rosen ve ark. 1989); La Crosse virüs *Ae. albopictus* (Tesh ve Gubler 1975), Batı nil virüsü *Ae. albopictus*, *Ae. aegypti* ve *Cx. tritaeniorhynchus*'ta (Baqar ve ark. 1993) transovarian olarak aktarabilmektedir.

Mücadele noktasında, kullanılmakta olan konteynerler için, üzerlerinin örtülmesi, korunaklı alanlarda tutulması, düzenli boşaltılması, terk edilmiş konteynerlerin uzaklaştırılması önerilmektedir. Doğal su birikintileri de ise yine sivrisinek üreme alanıdır ki

bunlarla mücadele daha zordur; predatör balık uygulamaları gibi yaklaşımlara başvurulabilmektedir. Yine, atılmış konteynerlerin kontrolünün daha zordur; çünkü kullanımda olan konteynerlerin kullanıcıları tarafından, işaret edilen yöntemlerle kontrol edilebileceği de ifade edilmektedir (Dowling ve ark. 2013). Örneğin; farklı habitatlara uyum sağlayabilen, hem kırsal veya belirgin derecede şehirleşmiş alanlarda hem de doğal su birikintilerinde veya insan yapımı konteynerlerde üreyebilen, mevsime ve bölgeye göre günün beklenmedik saatlerinde beslenebilen, konak seçimi konusunda oportünistik etkin adaptasyon yetisi sayesinde antropofilik karakter de kazanan, diğer sivrisinek türleriyle olan yarışında oldukça baskın bir tür olan *Ae. albopictus* (Paupy ve ark. 2009) ile yapılabilecek en etkili mücadelenin larva üreme alanlarının kontrolü olduğu bildirilmiştir (Ali ve Nayar 1997, Wheeler ve ark. 2009). Sivrisineklerde larval aşamalara karşı mücadele çoğu kere asaldır (Pates ve Curtis 2005); ancak, bu durum bazı türler için etkili iken, kimi uygulamalara karşı direnç sorununun ortaya çıkabileceği de bildirilmiştir (Vaníčkova ve ark. 2017).

Koku; sivrisineklerde konağın ve nektarın, yumurtlama alanının bulmasında, çiftleşmede, predatörden kaçışında, larvaların besinlerini bulmasında gibi eylemlerde rol alır. Spesifik odorların tespit edilmesi sivrisineklerin mücadelede kullanılacak etkili bir yöntemin ortaya konması sürecinde önemlidir (Lutz ve ark. 2017). Bu durumun, cezbet öldür yoluna gitmenin mümkün olabileceği ifade edilmektedir (Vaníčkova ve ark. 2017). Yeni mücadele stratejisi “cezbet ve öldür” yaklaşımına cezbedici toksik şeker tuzakları bir örnektir. Bu çözeltiler bitkilere sperylenebilmekte veya kaplara yerleştirilebilmektedir. Düşük toksisiteli bir madde olan borik asit düşük miktarlarda katılarak sivrisineklerin öldürebildiği görülmüştür. Eğer etrafta doğal şeker kaynağı az ise bu yöntem *An. sergenti* üzerinde son derece etkili olmuştur. Solusyon %75 ileri derecede olgunlaşmış veya kısmen bozulmaya yüz tutmuş Meksika inciri, %5 ( W/V) şarap, %20 ( W/V), kahverengi şeker, %1 (W/V) BaitStab™ (antifungal ve antibiyotik içerikli bir preparat) ve %1 (W/V) borik asit katılarak hazırlanmıştır (Beier ve ark. 2012). Atraktiv şeker solüsyonun hazırlanmasında *An. gambiae* s.l sivrisinekleri için çekici olarak gauva meyvesi (*Psidium guajava*) ve bal kavunu (*Cucumis melo*) (Muller ve ark. 2010a); *Cx. quinquefasciatus* için kaplara cezp edici olarak erik (*Prunus americana*) (Muller ve ark. 2010b) kullanılmıştır.

### **2.3.1. Üreme alanının fiziksel özellikleri**

Yumurtlama alanının belirlenmesi konusunda ortamın rengi, yansıtıcılığı, materyalin yapısı, şekli, konumu, civardaki vejetasyon, sıcaklık gibi fiziksel veriler de çeşitli derecelerde

önem arz eder (Bentley ve Day 1989). Gravit sivrisineklerin yumurtlama bölgesi ararken karşılaştığı ilk engel meteorolojiktir. Gebe sivrisineklerde, normalde uçuş hızı yaklaşık 1 m./sn.'dir. Sivrisinekler dahil olmak üzere uçan sineklerin etkinliği artan rüzgar hızına ters orantılı olarak azalır. Ayrıca en hafif rüzgarlar bile sivrisinek uçuşunu azaltabilir. Düşük sıcaklık, yerdeki nem ve bağıl nem de sivrisinek uçuşunu sınırlar (Day 2016).

Işık yoğunluğu, bazı sivrisinek türlerinin uçuş ve yumurtlama davranışlarını etkileyebilir. Nocturnal (gececi) olanlar da dahil olmak üzere çoğu sivrisinek türü alacakaranlıkta ve ayın aydınlattığı gecelerde yumurtlar. Yumurtlama alanındaki su ışığı (doğal ve yapay) yansıtır, suyun ışığı yansıtması gebe dişiler için yumurtlama alanlarının daha görünür hale gelmesini sağlar. Aynı zamanda su, ısıyı topraktan daha uzun süre tutar. Daha sonra ısıyı kızıl ötesi ışınım olarak yavaş yavaş serbest bırakır. Sivrisinekler, yakın kızılötesi ışını (700 - < 900 nm) görsel olarak algılayabilmekte ve uzun menzilli yumurtlama ipucu olarak kullanabilmektedir (Day 2016). *Ae. aegypti* günün %20'si ve daha fazla bir sürede güneş gören yerlere, gölge veya iç mekanda olanlara göre daha fazla yumurta bırakmaktadır (Wong ve ark. 2011). Öte yandan *Ae. albopictus* gölgelik, az ışık alan bir alana daha fazla ilgi duyar; ışığı ve yağmuru engelleyecek bir kabinin altına yerleştirilen ovitraplarda başarısının çok daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Nazni ve ark. 2009).

Suyun rengi ve parlaklık derecesi gibi görsel faktörler de sivrisineklerin yumurtlama eğiliminde önemlidir. Suyun rengi ve parlaklık derecesi *Cx. quinquefasciatus*'un yumurtlama eğilimini belirgin derecede değiştirebilmektedir (Beehler ve ark. 1993). Öte yandan gıda boyası katılarak renklendirilmiş sularda yapılan çalışmalarda, yumurta sayısı *Ae. aegypti* için siyahta % 33,3, kırmızıda %22,7, turuncuda % 19,6, mavide % 10,7, yeşilde %9,7 ve sarıda % 4,0, *Ae. albopictus* için ise siyahta %52,1, kırmızıda %19,0, turuncuda %17,7, sarıda %5,3, mavide %3,9 ve yeşilde %1,9 bulunmuştur. Böylece üreme alanın seçiminde *Ae. aegypti* ve *Ae. albopictus* için suyun rengini de etkili olduğu kaydedilmiştir (Pavlovich ve Rockett 2000). Konteynerin çapı, hacmi ve su yüzeyi sivrisineklerin yumurtlamasında önemlidir. *Aedes* spp. larvaları çoğunlukla yüzey alanı 0,1 m<sup>2</sup>'den küçük olan sularda daha fazla görülürken (0.0006 – 0.374 m<sup>2</sup>), *Aedes japonicus* (0.001- 2.10 m<sup>2</sup>) ve *Cx. kyotoensis* (0.0016- 0.614 m<sup>2</sup>)'in kısmen daha büyük konteynerleri kullandığı ve *Cx. tritaeniorhynchus* ile *An. sinensis*'in ise yazın prinç tarlalarını, sonbaharda ise büyük konteynerleri (*Cx. tritaeniorhynchus* 0.0452 – 14.75 m<sup>2</sup> ve *An. sinensis* 0.33 – 14.77 m<sup>2</sup>) kullandığı bildirilmiştir (Sunahara ve ark. 2002). Konteynerlerin çapı, hacmi ve su yüzeyi arttıkça *Ae. aegypti*'nin daha fazla yumurtladığı



kaydedilmiştir; bu türün özellikle 16-20 saatleri arasında yumurtlamaktadır; ancak, ilgili denemede konteyner rengi önemli çıkmamıştır (Harrington ve ark. 2008). Aynı tür ile ilgili bir başka çalışmada ise konteynerin ağız kenar daire çevresi 270 cm olana kadar yumurtlaması arttırdığı fakat daha fazla olduğunda düştüğü kaydedilmiştir (Wong ve ark. 2011).

Ayrıca, üreme alanı materyalinin cinsi üreme başarısını etkileyebilmektedir. *Ae. albopictus* için üreme başarısı için plastik ovitrabın ideal, cam ovitrabın ise iyi olduğu görülmüştür; ancak, metal ovitrapların çok uygun olmadığı kaydedilmiştir (Bellini ve ark. 1996). Ortamdaki vejetasyonun genel yoğunluğu, çeşitliliği, bitkilerin türü, büyüklüğü, uzunluğu gibi faktörler de birçok sivrisinek türünün üreme alanı tercihini belirlemektedir. Her tür için söz konusu faktörler birbirinden farklı olabilmektedir. Bu noktada, bitkilerden salınan volatillerin etkili olabileceği bildirilmiştir. Hem civardaki hem de sudaki makrofitler genel anlamda etkili olabilmektedir (Himeidan ve ark. 2013).

### 2.3.2. Üreme alanında yumurta varlığı

Sivrisineklerin yumurtlamasına etkili faktörlerden biride üreme alanındaki yumurta varlığıdır. Farklı türlere ait yumurta formları sivrisineklerin yumurtlamasını etkileyebilmektedir. *Cx. quinquefasciatus* dişisi hem kendi yumurtasının, hem de *Cx. pipiens* f. *molestus* ve *Cx. tarsalis* türlerinin yumurtalarının varlığına da aynı şekilde uyarılmaktadır. Bu noktada yumurtaların apikal damlacıklarında bulunan maddelerin rolünden söz edilmiştir (Bruno ve Laurence 1979). Daha sonra *Cx. quinquefasciatus* yumurtalarının apikal damlacık kısmından “erythro-6-acetoxy-5-hexadecanolide” adında, diğer dişileri ortama yumurtlamaya çekme konusunda etkili bir feromon izole edilmiştir. Bakteriyel degradasyonu vs. ile ilgisi olmayan, volatil, yavaş yavaş salınan, 55 cm öteden etkili olabilen bu hormonun sivrisinek yumurtlarken bırakıldığı bildirilmiştir. Sentetik olarak izole edilip hazırlanan formülasyonu doğalından çok daha etkili olabilmektedir (Laurence ve Pickett 1985). Feromon belli bir doza kadar attraktan etkili olduğu belli bir dozdan sonra repellent etki gösterebileceği kaydedilmiştir (Barbosa ve ark. 2007). *Cx. quinquefasciatus* sivrisineklerinin yumurtlamasıyla ilgili bir başka denemede (5R,6S)-6-acetoxy-5-hexadecanolide ile yumurtlama attraktanı olan 3-methylindole (skatole) kıyaslandığında, sentetik hormonun skatole göre daha yüksek etki gösterdiği; ancak, iki maddenin kombine edilmesinin daha da etkili olabildiğini bildirilmiştir (Mboera ve ark. 2000). Ayrıca, *Cx. quinquefasciatus* yumurtasından salınan feromonlar *Cx. cinereus* (Mboera ve ark. 1999) ve *Cx. pipiens* (Michaelakis ve ark. 2005) yumurtlamasını aktive etmektedir. Ayrıca *Cx. quinquefasciatus*

anteninde, sivrisinek yumurtlama feromonunu (mosquito oviposition pheromone / MOP) olan 6-acetoxy-5-hexadecanolide'i bağlayan CquiOBP1 adında özel bir protein (odorant-binding protein / OBP) tespit edilmiş olup, antendeki seta benzeri sensilyalardan kısa, sivri uçlu olan iki sensiyula tipinde bulunmuştur. Söz konusu bağlanma pH 7'de en yüksek iken, düşük pH'larda moleküllerin birbirine olan ilgisi azalmaktadır (Leal ve ark. 2008).

*Anopheles* türlerinden *An. gambiae* s.s. dişileri için 100 ml suda bulunan *Cx. quinquefasciatus*'un 5 yumurta paketi ilgi arttırmıştır, ancak 100 ml sudaki 25 ve üzeri paket repellent etkili olmaktadır (Wachira ve ark. 2010). *Ae. aegypti* ile ilgili yapılan bir denemede bu türün mümkün olduğunca, aynı türden başka dişiler tarafından yumurtlanmış konteynerleri tercih etmediği görülmüştür (Corbet ve Chadee 1993); ancak, yine aynı tür bütün yumurtalarını tek seferde bırakmak yerine parça parça farklı yerlere bırakmak eğilimindedir. Eğer bir dişi önce oraya yumurtlamışsa sonraki dişiler daha az yumurta bırakmakta, mikrobiyal veya besin açısından uygunsa çok yumurta bırakmaktadır (Reiter 2007)

### 2.3.3. Üreme alanındaki larva varlığı

Sivrisinek larvalarının besinlerinin arasında toz şeklindeki inorganik materyaller, bakteriler (syanobakteri vs.), zooflegallatlar gibi tek hücreli algler, diğer protozoonlar, filamentöz algler, rotifer ve kabuklular gibi mikroskobik çok hücreliler yer alabilmektedir. Söz konusu mikroorganizmalar arasında alglerin önemli bir yer tuttuğu ve Culicinae alt ailesinin Anophelinae alt ailesine göre daha fazla alg tükettiği bildirilmiştir. Yine, birçok tür için bakterinin temel larva besini olduğu, hatta tek başına yeterli bakteri varlığının larvalar için yeterli olabileceği kaydedilmiştir. Ciliat ve diğer protozoonlar larva sindirim sisteminde etkili derecede sindirilirken, sağlam yapılı bazı alg yapıları gibi mikroorganizmalar sindirilmeden ve canlılığını koruyarak dışarı atılabilmektedir. Öte yandan, her ne kadar sindirilmese de, algler tarafından salınan kimi eksudatların larvalarca değerlendirilebildiği bildirilmiştir. Larvaların beslenme menüsünde yer alan bakteriler arasında kok, çomak, spiroket, fotosentetik protobakteri ve syanobakteri yer almaktadır. İncelemeler, 4. dönem larvaların daha genç larvalara göre daha fazla öglena, desmid ve diatom tükettiğini göstermiştir (Merritt ve ark. 1992), ve üreme alanındaki larva varlığının mikrohabitat ve mikrohabitat ürünlerini etkilebileceğini bildirilmiştir (Kaufman ve ark. 1999).

Belli bir suda daha önce bulunmuş veya mevcutta bulunan belli bir türe ait az sayıdaki larvanın varlığı, aynı türün ortama yumurtlamasını teşvik edebilirken, larva yoğunluğunun

belli bir düzeyin üzerinde olması dişi sivrisineğin ortama yumurtlamasını baskılayabilmektedir (Afify ve Galiza 2015). Bu etkiye neden olan moleküllerin larvaların bağırsağından köken alan temas ile algılanabilen bir madde ya da bir koku molekülü ekstrektti olabileceği bildirilmiştir. Öteyandan, mikrobial floradan köken alıyor olabileceği ya da çeşitli şekillerde salınmış bir feromon olabileceği de ifade edilmiştir; ancak, genel kanı, etkili faktörün bir feromon olabileceği yönündedir (Bentley ve Day 1989). Larval kökenli maddeler intraspesifik yumurtlama atraktanı rolü üstlenebilmektedir (Sumba ve ark. 2008). Bu özellik interspesifik yarışmanın ve olası kalabalık etkisinin önüne geçmek adına önemli olabilmektedir (Gimning ve ark. 2002, Sumba ve ark. 2008, Wachira ve ark. 2010). Çalışmalar larvalarca kullanılmış suyun etkinlik derecesi, şekli ve kalıcılığı ile ilgili değişik sonuçlara ulaşılmıştır. Kullanılmış suyun kapalı kaplarda etkinliğini uzun süre muhafaza edebileceği kaydedilirken, bazı çalışmalarda evaporasyonun etkisini azaltmayacağı, hatta buharlaşma sonrası kalan materyalin suyla karıştırıldığı takdirde yine aynı etkiyi gösterebileceği anlaşılmıştır. Öte yandan kullanılmış suyun asıl etkinliğinin buharında bulunduğu da kaydedilmiştir (Bentley ve Day 1989). Yine, suda bulunan larvaların aç olması veya enfekte olmaları da, o suya dişi sivrisineklerin yumurtlamasını caydırabilmektedir. İlgili veriler, larvaların türüne, kondisyonuna ve diğer bazı faktörlere bağlı olarak salınan kimi faktörlerin, ortama gelen gebe sivrisinekleri değişen şekillerde etkileyebildiğini göstermektedir (Afify ve Galiza 2015).

Afrotropikal sıtmanın önemli vektörlerinden olan *An. coluzzii*'de larva etkisi araştırıldığında bu türün dişilerinin, daha önce aynı türün larvalarınca kullanılmış suya yumurta bırakma eğiliminin azaldığı görülmüştür. Larvalarca kullanılmış suyun hemen üst kısmından alınan volatil numuneler gaz kromatografi ile incelenmiş olup, saptanan moleküllerden dimethyl disulfide (DMDS), dimethyl trisulfide (DMTS) ve 6-methyl-5-hepten-one'ın (sulcatone) sinekler üzerinde itici etki gösterdiği anlaşılmıştır. Bu maddelerin repellent etkileri maddeye göre  $10^{-8}$ - $10^{-6}$  M dolaylarındaki konsantrasyonlarda görülmüştür; ancak, DMTS'nin  $10^{-9}$  M yoğunluğa düşürüldüğünde atraktan özellik gösterebildiği de ifade edilmiştir (dual etki/çift yönlü etki) (Suh ve ark. 2016). Yine başka bir tür *An. gambiae* da daha az (50'den az) kendi türünde larva bulunan sulara yumurtlama eğilimindedir (Munga ve ark. 2006). *An. gambiae* s.s. dişiler için *Cx. quinquefasciatus* larvası sayısı 100 ml suda 25 ve altındaki olduğunda pek anlam taşımazken, 50 ve üstü sayıdaki larva deterrent etkili olduğu anlaşılmıştır. Bu tür için sudaki *Cx. quinquefasciatus*'un bir yumurta paketi ve 10 larva

birlikte olması, sanki 30 larva varmış gibi deterrent etki göstermektedir (Wachira ve ark. 2010).

*Aedes* cinsi sivrisineklerde kendi tür larvalarının varlığının bulunduğu ya da bulunmuş olduğu sulara yumurtlama eğilimi görülebilmektedir. Örneğin, *Ae. aegypti* dişileri belli yoğunluğa kadar kendi türünün larvası bırakılmış sulara attrakte olmaktır; ancak, geçmişinde çok fazla larva bulunan sular, özellikle de bir seviyeden sonra, repellent etki göstermektedir. Repellent olmuş suyun dilüsyonu iticiliğini azaltıp cezp edici hale gelmemektedir. Hatta repellentin bir miktar atraktana katılması atraktanın etkisini yok etmektedir. Bu faktörün, belli bir sudaki larva yoğunluğunu belli bir seviyede tutmayı sağlar. *Ae. aegypti* için, sivrisinek paraziti bir trematod olan *Plagiorchis elegans* bulunan sular repellent etki göstermektedir (Zahiri ve Rau 1998). *Plagiorchis elegans* varlığı veya bununla enfekte larva varlığında su ısıtılrsa, antibiyotik uygulansa veya filtre edilse de repellent etkisi geçmemektedir (Lowenberger ve Rau 1994). *Aedes* türlerinden başka tür olan *Aedes triseriatus* dişileri ise, daha önce türdeş larvalarca kullanılmış su içeren konteynerlere, kullanılmamış su içerene göre %96-98 daha fazla bir ilgiyle yumurtlamaktadır (McDaniel ve ark. 1976). *Aedes communis* de daha önce larva bulunmuş sulara yumurtlama eğilimindedir. Bu etkinin oda ısısında uzun süre kalıcı olduğu, ancak doğrudan larva bulunan suya yumurtlama eğilimlerinin zayıf olduğu anlaşılmıştır (Maire ve Langis 1985).

*Culex quinquefasciatus* türü, yumurtlama eğiliminin özellikle organik içerikten daha zengin sular yönünde olduğu anlaşılmıştır. *Culex* türleri için, doğada var olan belli kapasitedeki bir üreme alanı veya konteynerin yumurtlama noktasındaki cezp ediciliğinin değişken olduğu, başlangıçta oldukça ilgi çekerken, bir süre sonra sineklerin ilgisini kaybedebildiği, ve bunun da üreyen larvalardan dolayı azalan organik içeriğin azalmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Kaldı ki; larvalarca kullanılmış bir alan organik besin maddeleriyle desteklendiğinde, yeniden yumurtlamaya hazır dişileri çekme yetisi kazandığı anlaşılmıştır (Beehler ve Mulla 1995). *Cx. quinquefasciatus* dişileri için türdeş larvalarca kullanılmış (Bentley ve Day 1989) veya larvaların mevcut olduğu suyun (100 ml suda kendine ait 5 veya üstü larva) cezp edici olduğu kaydedilmiştir (Wachira ve ark. 2010).

#### **2.3.4. Sudaki bakteri varlığı**

Bazı bakterilerden salınan volatillerin *Cx. quinquefasciatus* (Ikeshoji ve ark. 1975, Millar ve ark. 1992, Poonam ve ark. 2002), *Ae. aegypti* (Hazard ve ark. 1967), *An. gambiae* için (Lindh ve ark. 2008) atraktan olduğu bildirilmiştir. Volatillerin kökeni bakterilerin larva

bağırsağından ya da yaşam alanında bulunan bakterilerden olabilir. Örneğin; *An. gambiae* s.l. bağırsağından ve yaşama alanından izole edilen 17 bakterinin 6'sının sudaki varlığında aynı türün yumurtlama eğilimini arttırdığı bulunmuştur. Bunlar; üreme alanından izole edilmiş olan 5 izolat *Proteus* (Gram -), *Micrococcus* (Gram +), *Bacillus* (Gram +), *Exiguobacterium* (Gram +) ve *Comamonas* (Gram -) cinslerinden birer izolat ve bağırsaktan izole edilmiş olan *Vibrio metschnikovii* (Gram -) izolatıdır. Bu bakterilerin ml suda  $10^7$ - $10^8$  civarı varlıkları cezpedicilik yaratmaktadır. Bakterilerce üretilen olası yumurtlama semiokimyasalları ise şunlardır: *Vibrio metschnikovii* izolatı tarafından üretilen 2-methyl-3-decanol ve bilinmeyen iki komponent, *Proteus* izolatınca üretilen 3-methyl-1-butanol, 2-phenylethanol ve indole, *Micrococcus* izolatınca üretilen 3-methyl-1-butanol, *Exiguobacterium* izolatınca üretilen 3-methyl-1-butanol ve 3-methyl butanoik asit, *Bacillus* izolatınca üretilen dört çeşit alkyl-pyrazin ve *Comamonas* izolatı tarafından üretilen phenylmethanol ve 2-phenylethanol'dür. Bunlardan 3-methyl-1-butanol en etkilisi olarak tanımlanmıştır (Lindh ve ark. 2008).

*Anopheles gambiae* için *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas alcaligenes* gibi çoğu bakterinin yumurtlama noktasında belli bir etkisi görülmezken, *Stenotrophomonas maltophilia*'nin yumurtlama alanındaki odoru repellent etki göstermektedir (Huang ve ark. 2006). *Ae. albopictus* gebe dişileri ile ilgili yapılan bir araştırmada ise aynı türün larvaları tarafından daha önce kullanılmış suya, bir miktar toprak bulaştırılmış pamuk beze ve meşe yaprağı infüzyonuna yumurta bırakma eğilimi görülmüştür. Larva suyunda bulunan bakterilerden *Psychrobacter immobilis*'un, toprakta bulunanlardan *Sphingobacterium multivorum*'un ve meşe yaprağı infüzyonundakilerden de bir *Bacillus* türünün *Ae. albopictus* dişisinin yumurtlama konusunda olumlu yönde etkilediği anlaşılmıştır (Trexler ve ark. 2003).

*Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* (Bti) ve *Bacillus sphaericus* (Bsph) sivrisineklerde larvisidal etkisi olan bakteri türleridir. Bu bakteriler sporlanma sırasında özel bazı toksinler üretmekte ve larvalar tarafından alınan bu toksinler midede çözünüp aktive olmaktadır. *Cx. quinquefasciatus* bu iki bakteri sporunun sudaki varlığında (1.0 mg/L vs.), dozla paralel olarak yumurtlamadan kaçınmakta, repellent etki göstermektedir. Ayrıca, suda bunlar varken dişi veya erkek sinek yumurtlama veya bir şekilde suyla ilişkiye geçmekte ve ölme oranı artmaktadır. Bu iki bakteri larvisidal yanında, yumurtlama repellentidir ve aynı zamanda da ergin ölümüne de neden olabilmektedir (Zahiri ve Mulla 2005).

### 2.3.5. Üreme alanındaki pupa varlığı

Pupa, gömlek kalıntısı veya diğer formların sudaki varlığı genellikle dişileri ilgili suya yumurtlama konusunda teşvik etmektedir. Bu noktada etkili olan faktörün buharlaşmaya ya da sıcaklığa/kaynatmaya dirençlidir (Hudson ve McLintock 1967). Sudaki pupanın etkisinin neyden kaynaklandığı bilinmemektedir. *Ae. aegypti* pupalarının çıktığı sudan elde edilen bakterilerden hazırlanmış kültür ile yapılan denemelerden çarpıcı sonuçlar elde edilmiş, ve bu durumun, larvası bakteriyle beslenebilen bir tür için beklendiği bir durum olduğu ifade edilmiştir (Roberts ve Hsi 1977); ancak, bakterilerin etkinliği ile ilgili çalışmalardan elde edilmiş verilerde de çelişkiler bulunmaktadır (Bentley ve Day 1989).

### 2.3.6. Bitki infüzyonları

*Culex pipiens* (Madder ve ark. 1980, Reiter 1986), *Cx. quinquefasciatus* (Reisen ve Meyer 1990, Millar ve ark. 1992) ve birçok diğer sivrisinek türünün, içerdiği saman veya ottan kaynaklanan kokuya sahip sulara yumurtlama ilgisinin de olduğu bilinmektedir (Afify ve Galiza 2015). Etkileyen faktör ya bitkiden kaynaklı ya da bitki infüzyonu sırasında oluşan bakteriden kaynaklı bir faktör olabilmektedir. Sivrisineklerin üreme alanına yönelmesinde saman/ot infüzyonundan elde edilen 4-methyl phenol, 4-ethyl phenol, indole, skatole ve p-cresol ile 3-carene,  $\alpha$ -terpinene,  $\alpha$ -copaene,  $\alpha$ -cedrene ve d-cadinene etkilidir. Alana ulaştığında ise yumurtlama açısından sıcaklık ve temas ile elde edilen kimyasal moleküller asıl önem taşımaktadır (Bentley ve Day 1989, Himeidan ve ark. 2013).

Bermuda (*Cynodon dactylon*) infüzyonu *Culex nigripalpus*, *Culex erraticus*, *Cx. quinquefasciatus* ve *Cx. tarsalis* etkisi göstermektedir (Du ve Millar 1999, McPhatter ve Debboun 2009). Bermuda otu bekletilerek hazırlanan suların GC-EAD (gas chromatography electroantennogram detection) analizlerinde phenol, p-cresol, 4-ethylphenol, indole, 3-methylindole, nonanal, 2-undecanone, 2-tridecanone ve naphthalene olmak üzere 9 komponent belirlenmiştir. Bu maddelerin her biri *Cx. quinquefasciatus* ve *Cx. tarsalis* için yumurtlama atraktanı etkisi göstermektedir; ancak, kokteyl ya da doğrudan otun hazırlandığı suyun kullanılması daha da etkili bir atraktandır. Öte yandan, otun suda aşırı bir yoğunlukta bulunması repellent etki yaratmaktadır (Du ve Millar 1999). *Cx. quinquefasciatus*'un yumurtlama eğilimini özellikle de 3-metilindol (skatole) ve 4-metilfenol (p-cresol) belirgin derecede arttırdığı gözlemlenmiştir; ancak, skatole'nin düşük düzeylerde atraktan, ancak, yüksek düzeylerde repellent olduğu da anlaşılmıştır (Millar ve ark. 1992). Sentetik

skatole'nin *Culex stigmatosoma* ve *Cx. tarsalis* üzerinde atraktan ve situmulan etkisi gösterilmiştir (Beehler ve ark. 1994). *Ae. albopictus*'un yumurtlama konusunda 3-metilindol (0,1 µg/L) ve 4-etilfenol (1 µg/L) kimyasalları katılmış sulara belirgin bir ilgisinin olduğu kaydedilmiştir (Allan ve Kline 1995).

Bitki infüzyon etkisinin bitkinin çeşidine ve infüzyonda kullanılan miktarına, fermentasyon süresine göre değişebilmektedir. *Ae. aegypti* ve *Ae. albopictus* için yapılan bitki infüzyonu çalışmasında bambo (*Arundinaria gigantea*) ve beyaz meşe (*Quercus alba*) infüzyonu iki tür için de en iyi atraktant olduğu tespit edilmiştir. *Ae. aegypti* için düşük miktar bitkiyle 7-14 günde hazırlanan infüzyon en iyi iken, *Ae. albopictus* için değişik miktarda bitkiyle ve daha uzun sürede inkubasyonlarla hazırlanmış infüzyonların daha iyi olduğu anlaşılmıştır. İnfüzyondaki bakterilerin mayalanma sırasındaki etkinliğinin olası odorant oluşumunda önemli olduğu bildirilmiştir (Ponnusamy ve ark. 2010b). Yedi günlük inkubasyonda bakteri sayısı belirgin, sonra azalmış ve buna bağlı olarak atraktanlık değişmiştir. İnfüzyonda en çok olan protobakteriler (Alpha-, Beta-, Delta- ve Gamma-) bulunmuştur, farklı bakterilerin birlikte mix olduğu karışımlara ilgi daha yüksektir. Bakterinin miktarı ve çeşidi atraksiyonda etkili olmuştur (Ponnusamy ve ark. 2010a). Bakterilerden köken alan karboksilik asitlerin yumurtlamada önemli olduğu ifade edilmiştir. Bunlardan nonanoic acid, tetradecanoic acid ve methyl tetradecanoate yumurtlamada önemli olduğu ancak, oldukça belli kısıtlı dozlarda iyi, ancak ekstrem, azalan ve artan standart dışı dozlar ilgiyi azaltmıştır. Örneğin, tetradecanoic asitin artan dozu kısıtlayıcı etki yapmaktadır. Her bakterinin etkisi farklı olabilmektedir. Bazı bakterilerce üretilen hexadecanoic asit metil esteri yine deterrenttir (Ponnusamy ve ark. 2010b).

### **2.3.7. Üreme alanındaki predatör varlığı**

Predatörler genelde dişi sivrisineklerin yumurtlamasını caydırıcı özellik gösterirler. *Gambusia affinis* (sivrisinek balığı), *Anax imperator* (kız böceği), *Notonecta maculata* (*tersyüzer*), *Eretes griseus* gibi predatörlerin sudaki varlığı sivrisineklerin ilgili ortama yumurtlamasını baskıladığı belirlenmiştir. Bu noktada, söz konusu etki türden türe değişebilmekte olup, ilgili durumda genetik faktörler ve/veya doğal ortamındaki karşılaşma durumları önem taşımaktadır. Elbette, belli bir tür, üreme alanı olarak kullandığı doğal ortamında sık sık karşılaştığı predatöre karşı daha duyarlıdır. Öte yandan, bazı predatörlerin sudaki varlığı bazı türlerin yumurtlama ilgisini değiştirmezken, bazıları yumurtlamaya teşvik edici bir etki gösterebilmektedir (Afify ve Galiza 2015). Örneğin, sudaki *Anisops wakefieldi*

varlığı *Culex pervigilans* dişilerinin yumurtlama etkinliğini değiştirmezken (Zuharah ve Lester 2010), *Mesocyclops longisetus* predatörün varlığı ise beklenenin aksine *Ae. aegypti* türünün yumurtlamasını teşvik eder (Torres Estrada ve ark. 2001).

Predatör üreme ortamından uzaklaştırılsa bile sivrisinek türlerinin yumurtlamasını baskılayabilir. *Ae. albopictus* ve *Ae. aegypti* sivrisinekleri için *Hampala macrolepidota* predatörünün bulunduğu ve uzaklaştırıldığı sulara yumurtlamaktan kaçınmaktadır. Söz konusu kaçınma eylemi en az 1-2 sürmektedir (Zuharah ve ark. 2016). *Culiseta longiareolata* türü için ise *Notonecta maculata*'nın üreme ortamından uzaklaştırılınca 7-8 gün kadar yumurtlamaktan kaçınmaktadır (Blaustein ve ark. 2004). *Culex* türleri *Notonecta maculata* varlığında ve ters yüzerin ortamdan çıkarıldığında da yumurtlamak istememektedir (Blaustein 1998, Blaustein ve ark. 2005). Bu durum predatör kaynaklı olası kairomonları işaret etmektedir. *Notonecta maculata* (tersyüzer)'da kitiküler hidrokarbon olan n-heneicosane ve n-tricosane adında dişi yumurtlama repellenti olan iki kairomon tespit edilmiştir (Silberbush ve ark. 2010). Hatta her ne kadar mekanizması ayrıntılarıyla ortaya konamamış olsa da, sivrisinek larvalarının predatörü algılayıp kaçabilmektedir. Predatör-sivrisinek arası kaçınma yetisinin tür spesifik bir özellik taşıdığı da kaydedilmiştir. *Cx. pipiens* larvası, doğal predatörü olan *Notonecta undulata*'ya ait kimyasal ipuçlarını algılayabilmekte, predatör bulunan konteynerlerde hareketleri azalmakta ve saklanma eğilimleri artmaktadır. Öte yandan bu predatöre *Ae. aegypti* larvalarının belirgin bir tepkisi gözlemlenememiştir (Sih 1986).

Büyük sularda predatör bulunma olasılığı daha yüksektir. O nedenle çoğu tür için yumurtlama alanı değildir (Sunahara ve ark. 2002). Normalde, *Culiseta longiareolata* su büyüklüğünü pek önemsememektedir; ancak, daha küçük suları olasılıkla daha az predatör riski taşıdığından kullanma eğilimindedir (Saward-Arav ve ark. 2016). Öyle ki, *Cs. longiareolata* için, sudaki predatör varlığının yumurtlama alanı seçimindeki en etkili faktör olduğu bilinmektedir. Ayrıca *Cs. longiareolata* belirgin şekilde risk analizi yapabilmekte, larva ve predatör varlığını birlikte değerlendirebilmektedir. O nedenle, predatör olmayan ve mevcut larva yoğunluğu düşük suları tercih ettiği görülmüştür (Kiflawi ve ark. 2003). Ayrıca *Cs. longiareolata*'nın 10 litre suda 1 tane *Notonecta maculata*'nın varlığında bile yumurtlamak istemediği izlenmiştir (Blaustein 1998, Kiflawi ve ark. 2003). Böylesi bir yumurtlama eğilimi aynı ortamda belli bir türün yoğunlaşmasına da neden olabilmektedir. Söz konusu yumurtlama yaklaşımı elbette predatörden kaçışı sağlayabilmektedir; ancak, bu sefer de aynı yerde yoğunlaşan larvalar arası yarışma gündeme gelebilmektedir (Stav ve ark. 1999).



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Alanı

Yapılan tez çalışmasına yönelik uygulamalar, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi zirai araştırmalar alanında yer alan, artropod çalışma ünitelerinde gerçekleştirilmiştir (40°59'32.12"N, 27°34'43.93"E; h: 10 m) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma alanının coğrafik konumu (GoogleMap görüntüsü).

Çalışma bölgesi için, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre (<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme>) ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Tez denemeleri, alanda doğal olarak sineklerin aktif olduğu aylarda gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Çalışma bölgesine ait ortalama meteorolojik veriler.

	Aylar											
	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
<b>Ortalama sıcaklık (°C)</b>	4.7	5.4	7.3	11.8	16.8	21.3	23.8	23.8	20.0	15.4	11.0	7.1
<b>En az (°C)</b>	1.9	2.4	4.0	8.1	12.7	16.6	18.9	19.2	16.0	12.0	8.0	4.2
<b>En çok (°C)</b>	8.0	8.9	10.9	15.7	20.6	25.3	28.0	28.2	24.4	19.5	14.7	10.3
<b>Toplam Yağış(mm)</b>	68.3	54.3	54.7	40.7	36.9	37.9	22.5	13.2	33.9	61.7	75.3	81.4

### 3.2. Çalışma Ünitesi



**Şekil 3.2.** Çalışma ünitesi (a) ve büyük yumurtlama konteyneri içeren orta boy kafes (b).

Temel olarak bir sera kompleksi olan ana çalışma ünitesi, yaban hayvanlarının girişini engellemek üzere tel ile kaplanmış ve tavan kısmı yağmur geçirmeyecek şekilde izole edilmiştir. İç ve dış koşullar birbiriyle doğrudan bağlantılıdır. Söz konusu kriterler, bölge doğal koşulunun bir simülasyonunu oluşturmak amacıyla düzenlenmiştir (Şekil 3.2).

Denemeler, küçük gözenekli (~ 1 mm) paslanmaz tel ile kaplanmış, ahşap aksamı, tezgah üstlerinde tutulan kafeslerde gerçekleştirilmiştir. Süreçte, amaca göre büyük (100 x 200 cm, h: 100 cm), orta (75 x 110 cm, h: 100 cm) (Şekil 3.2) ve küçük (55 x 70 cm, h:75 cm) olmak üzere üç farklı ebatta kafes tipinden yararlanılmıştır.

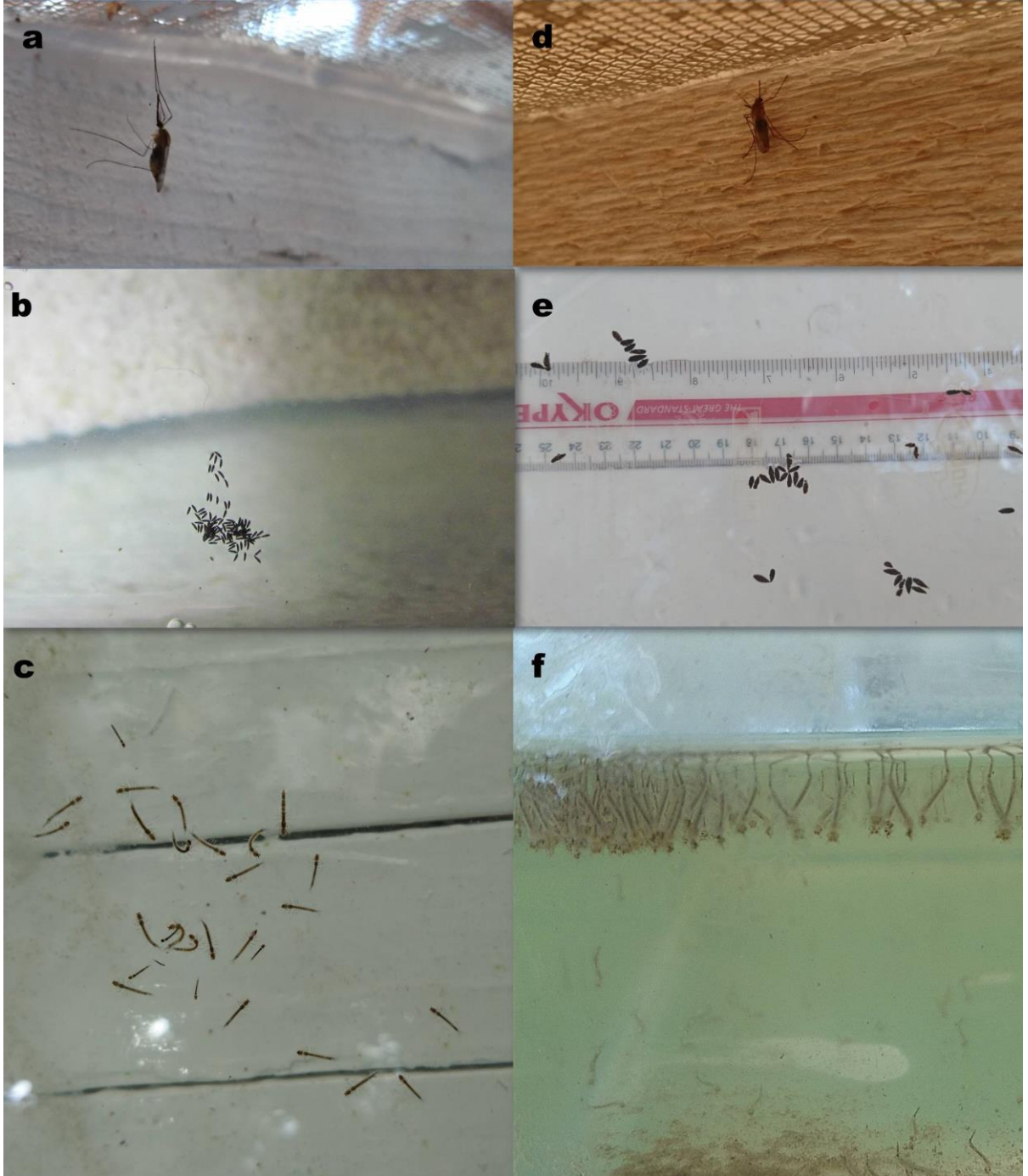
### 3.2. Sivrisineklerin Üretimi ve Beslenmesi

#### 3.2.1. Kullanılan Sivrisineklerin Orijini

Çalışma; *Anopheles maculipennis* ve *Culex pipiens* olmak üzere iki sivrisinek türü üzerinde gerçekleştirilmiştir. *Anopheles* cinsine ait ergin sivrisinekler, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi koyun-keçi çiftliği ahırlarından toplanmıştır. Bu sineklerde yapılan morfolojik değerlendirmeler (Darsie ve Samanidou-Voyadjoglou 1997, Schaffner ve ark. 2001, Becker ve ark. 2010), sineklerin tümünün *An. maculipennis* komplekse ait olduğunu göstermiştir (*Anopheles sacharovi* hariç). Ayrıca, aynı odakta gerçekleştirilen başka çalışmalar kapsamında (Sarıkaya 2017) toplanan örneklerde yapılan barkodlamalarda da komplekse ait sadece, *Anopheles maculipennis* tespit edilmiştir. Denemelerde *Cx. pipiens* kompleksten, yine çalışma alanı doğal sivrisineklerinden köken alan kendimize ait *Cx. p. pipiens* kolonisinden yararlanılmıştır. İlgili nedenler ışığında; hem kompleksler dahilinde söz konusu olabilen karışıklığı egale edebilmek, hem de alt tür belirlemede gündeme gelmiş olası hataları önemsiz kılmak adına, kompleksi işaret edecek şekilde, metin içerisinde sadece *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens* adları kullanılmıştır.

#### 3.2.2. Sivrisineklerin Üretimi

Çalışmada kullanılan *An. maculipennis* dişileri, koyun-keçi ahırından doğrudan doymuş olarak ağız aspiratörü ile toplanmıştır. *Cx. pipiens* ise var olan kolonilerden üretilmiş (Şekil 3.3) ve doymuş dişiler elde etmek amacıyla tavuk (4 tavuk, 1 horoz) (*Gallus gallus domesticus*) kullanılmıştır. Bu noktada, gerekli olan yasal izin Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Deney Hayvanları Yerel Etik Kurulundan alınmıştır (17.10.2017/2017/08/7).



**Şekil 3.3.** Sivrisineklere ait gelişim formları. *An. maculipennis* ergin (a), yumurta (b), larva (c), *Cx. pipiens* ergin (d), yumurta (e), larva (f).

Orta büyüklükteki (75 x 110 cm, h: 100 cm) kafeslere alınan doymuş *Cx. pipiens* dişilerinin yumurtlaması için, kafes ortasına 35 x 55 x 15 (h) cm abatlarında siyah plastik bir konteyner (Şekil 3.2 b), onun içine de 4 lt kadar su (h:4-5 cm) ve 10 mg kadar yavru balık yemi konmuştur. Suyu bırakılan yumurta paketleri toplanıp ebatları 40x21x30 (h) cm olan ve her birine 3 lt su konmuş olan akvaryumlara aktarılmış (Şekil 3.3 f), takibinde de akvaryumların üst kısımları tül ile kapatılmıştır. Çıkan larvalar yavru balık yemi ile

beslenmişlerdir. Çıkan ergin sineklerin uygun şekilde çiftleşip beslenmeye hazırlanması amacıyla, akvaryumlar larvaların pupa dönemine girmeye başlamasıyla birlikte yine orta boy kafeslere aktarılmış ve üstlerindeki tüller açılmıştır. Çıkan erginlerin etkili şekilde olgunlaşmalarını sağlamak amacıyla kafese, petri içinde %10 sukroz solüsyonuyla ıslatılmış pamuk (Das ve ark. 2007, Medici ve ark. 2011) ve karpuz-kavun konmuştur. Ergin sinekler, çıkımlarından ortalama 2 gün sonra tavuklarda beslenmişlerdir.

Uygun dönemdeki *Cx. pipiens* dişileri, ebatları 1x 1,5x 1,9 m olan, kapısı tül ile kaplı, içinde tüneme alanı bulunan ve dört tavuk bir horoz konmuş olan alana bırakılmışlardır. Bir gece sonra, beslenmiş olan ve bölmenin tavanında dinlenme halinde bekleyen dişiler ağız aspiratörü ile toplanmış ve denemelere aktarılmışlardır. Beslenmesini gerçekleştirememiş dişiler toplanıp imha edilmişlerdir. Süreçte hayvan refahına mümkün olduğunca dikkat edilmiş, tavukların gündüz serbest dolaşmaları sağlanmış, süreğen yem ve su mevcudiyeti sağlanmış, her bir tavuktan bir gecede kan emen ortalama sinek sayısının 5-8'i geçmemesine özen gösterilmiştir.

Çalışmalar sırasında, hem larvaların beslenmesi, hem de dişi sivrisineklerin yumurtlamaya teşvik edilmesi amacıyla yavru balık yemi (MİKROMİN) kullanılmıştır. Ticari bildirimine göre, yemin içeriği şu şekildedir: Tahıl, balık ve balık ürünleri, soya, maya, deniz kabukluları, yosun, EEC renklendirme maddesi; ham protein %44, ham lif %0,5, ham kül %4 nem %7, vitamin A 2.700 Uİ/kg, vitamin D3 3.500 Uİ/kg, vitamin C 100 mg/kg, vitamin E 350 mg/kg.

Yemleme rejminin belirlenmesinde ilgili literatürlerdeki verilerin uygun modifikasyonlarından yararlanılmıştır. Larvalar için günlük 0,2 mg (Schneider ve ark. 2000), toplamda 4 mg yem kullanımı hedeflenmiştir. Yine, ilgili çalışmalardaki öneriler doğrultusunda, pratik olarak yemin %10'u 0. gün, %45'i 2. gün, kalanı ise 5. gün verilecek şekilde ayarlanmıştır (Medici ve ark. 2011). Bu noktada, su miktarının eklenen yem miktarını da etkileyeceğinden dolayı, larvaların pupa oluncaya kadar her gün 0,25g/L yavru balık yemi kullanılması önerisi de göz önünde bulundurulmuştur (Michaelakis ve ark. 2005). İlgili veriler ışığında, yemin miktarının ayarlanmasında su miktarı, larva sayısı ve larvaların aç kaldıklarında yaptıkları yoğun dip tarama hareketleri dikkate alınmıştır.

Çalışmada su olarak içeriği belirli (Çizelge 3.2) ticari içme suyu kullanılmıştır (ERİKLİ). Böylelikle, şebeke sularında görülebilen olası yüksek klor seviyesinin, larvalar üzerinde olabilecek olumsuz etkisinin önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

**Çizelge 3.2.** Çalışmada kullanılan suyun içeriği.

Aliminyum	<2.0µg/L	Koku	Uygun
Amonyum	<0.03mg/L	Oksitlenebilirlik	0.68 mg/L O <sub>2</sub>
Klorür	1.0 mg/L	Sülfat	4.41 mg/L
Renk	Uygun	Sodyum	1.23 mg/L
İletkenlik (20 <sup>0</sup> C)	124.2µS /cm	Tat	Uygun
pH	7.57	Koloni Sayısı (22 <sup>0</sup> C)	ml'de 0
Demir	<1.0µ g/L	Koliform bakteri	250 ml' de 0
Mangan	<1.0µg/L	Bulanıklık	Uygun

### 3.3. Sivrisinek Yumurtlama Düzeneklerinin Hazırlanması

Sivrisineklerin yumurtlama düzenlerinin izlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda büyük boy kafes (100 x 200 cm, h: 100 cm) kullanılmıştır. Yumurtlama konteyneri olarak yüksekliği 15 cm, çapı 11 cm olan, sert plastik yapıda ovitraplar kullanılmıştır (Şekil 3.4). Denemelerde, her bir ovitrap içerisine 500 ml su (h: 4 cm) ve duruma göre uygun miktarlarda yavru balık yemi eklenmiştir. Kafeste ovitraplar düzgün bir şekilde, aralarında 35 cm olacak şekilde dağıtılmış ve denemenin her günü ovitrapların yerleri birbirleriyle değiştirilmiştir. Bu yaklaşım ile, sivrisineklerin yumurtlamasında etkili olabilecek kafes içi ovitrap konumu ile ilgili olası etki egale edilmiştir.

Bazı denemelerde, ovitraplara bırakılan yumurtalardan larva ve ergin sinek çıkışını gözlemlemek amacıyla, yumurtlama çalışmalarını takiben ovitraplar tül ile kapatılıp küçük kafeslere (55 x 70 cm, h:75 cm) alınmış ve ergin sinek çıkışı günlük olarak takip edilmiştir.

### 3.4. *Cx. pipiens*'te Aynı Yere Yumurtlama Eğiliminin İzlenmesi

Bu amaç için büyük kafes kullanılmış olup deneme üç kere tekrarlanmıştır. Kafese, içerisinde 4 cm derinliğe kadar (500 ml) su ve yavru balık yemi (20 mg) eklenmiş ovitraplar konmuştur. Denemelerde sırasıyla, 6, 8 ve 8 ovitrap kullanılmıştır (Şekil 3.4). İlk gün 20 adet doymuş *Cx. pipiens* dişisi kafese bırakılmıştır. Takip eden günlerde de, yumurtlayan dişi veya yumurtlamadan ölen dişiler kontrol edilmiş ve duruma göre yeni doymuş dişiler eklenmiştir.

Bu noktada, alanda yumurtlamayı bekleyen dişi sayısının 15-20 arasında olmasına dikkat edilmiştir.



**Şekil 3.4.** Büyük kafeste dizayn edilen ovitrap düzeni.

Ovitraplar ve içlerindeki yumurta paketleri günlük olarak kontrol edilmiş ve ilgili kayıtlar alınmıştır. Yine, günlük olarak ovitrapların yerleri değiştirilmiştir. Ovitraptaki suya düşmüş ve ölmüş sinekler günlük olarak fırçayla alınıp uzaklaştırılmışlardır.

Çalışma 3 kere tekrarlanmıştır. Denemede asıl hedef, yumurta paketlerinin atraktan ve/veya stimulan etkisinin belirlenmesi olduğundan, her üç denemede de ovitrapların herhangi birinde ilk pupanın görülmesiyle birlikte yumurtlama sürecine son verilmiştir. Larva çıkışı düzenli olarak kontrol edildiğinden, ilk larvaların görülmeye başlamasından ilk pupaların görülüp sürece son verilmesine kadar, larva yoğunluğuna ve dönemine göre uygun miktarlarda yem eklemeleri gerçekleştirilmiştir. Yine, havanın durumuna göre, ovitraplardaki sularda azalma olmuş ve yaklaşık 50 ml'lik azalmalar fark edildiğinde yeni su eklemeleri ile kayıplar kompanze edilmiştir.

Belli bir alana bırakılan yumurta paketi sayısının ergin sinek çıkışına olan etkisini gözlemlemek amacıyla, yumurtlama takibi tamamlandıktan hemen sonra, ovitrapların ağız kısmı tül ile örtülüp (Şekil 3.5), çıkan sinekleri daha iyi toplayabilmek amacıyla küçük kafeslere alınmıştır. Takibinde, çıkan sinekler günlük olarak toplanmış ve cinsiyet tayinleri yapıp kaydedilmiştir.



**Şekil 3.5.** Ergin çıkışı takibi amacıyla hazırlanan ovitraplar.

### **3.5. *An. maculipennis*'te Aynı Yere Yumurtlama Eğiliminin İzlenmesi**

Çalışma düzeni aynen 3.4'te *Cx. pipiens* için yapılabenzer şekilde gerçekleştirilmiş olup, kullanılan ovitrap sayısı her üç denemede de 6'dır. Bu denemelerde ergin çıkışları ile ilgili gözlem gerçekleştirilmemiştir.

### **3.6. *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens*'te Aynı Yere Yumurtlama Eğiliminin İzlenmesi**

Çalışma düzeni aynen başlık 3.4'te verilen ve *Cx. pipiens* için yapılabenzer şekilde gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kullanılan ovitrap sayıları sırasıyla 3, 6 ve 6'dır. Ortama bırakılan sivrisinek sayılarının, her iki tür için de eşit olmasına ve aynı dönemde bırakılmasına dikkat edilmiştir. *An. maculipennis*'te tek dişinin birden fazla yumurta grubu bırakma durumu görülebildiğinden (Edalat ve Moosa-Kazemi 2016), ovitraplardaki yumurta gruplarının sayılması yerine, toplam yumurta sayılarının belirlenmesinin daha doğru olacağı görülmüştür. Ayrıca, yumurtalar başlangıçta tek bir alana bırakılsa da, su hareketiyle dağılabildikleri de görülmüştür.



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

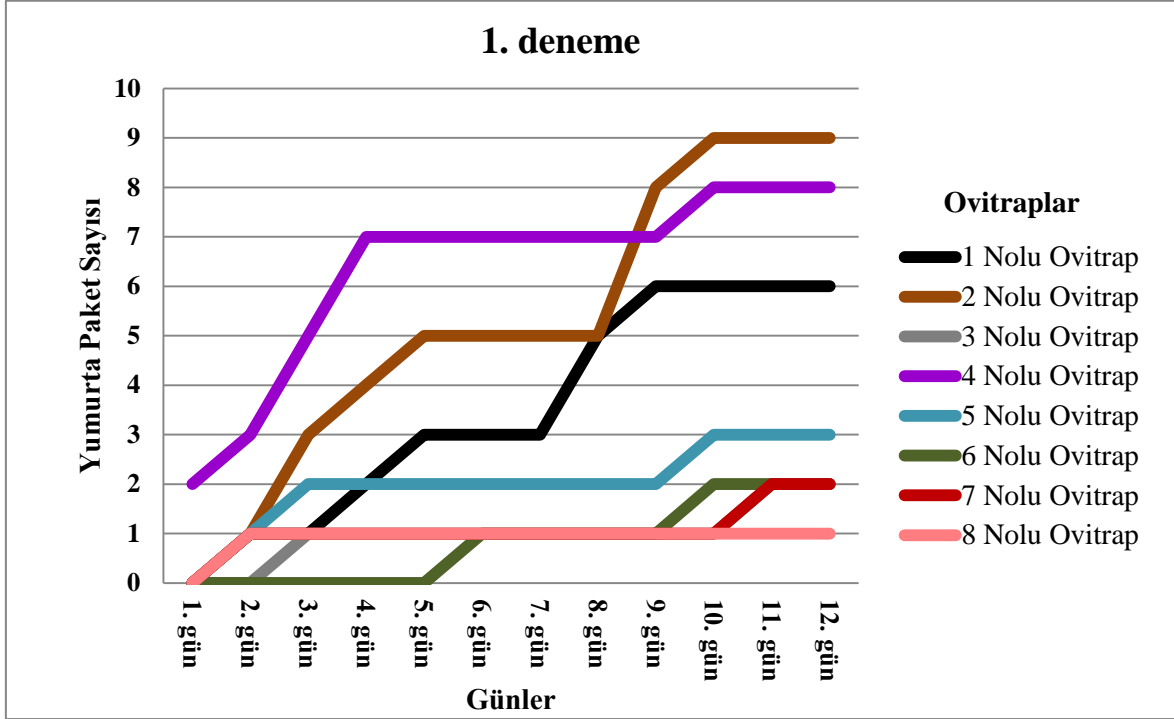
*Culex pipiens* dişilerinin aynı alana yumurtlama eğilimini belirlemek için yapılan üç denemede, toplam 22 ovitrap kullanılmış ve bunlara toplamda 104 yumurta paketi bırakılmıştır. Tek ovitraba en az 1, en fazla 12 paket bırakılmıştır. Ovitraplarda ilk larvalar, ilk yumurta paketlerinin bırakılmasından ortalama 3,1 (3-4) gün sonra görülmüştür. İlk pupalara ise çalışmanın, denemelere göre, sırasıyla 12., 18. ve 14. günlerinde rastlanmıştır (Çizelge 4.1-2-3-4).

Çizelge 4.1. *Cx. pipiens*'te ovitraplara bırakılan yumurta paketi sayıları.

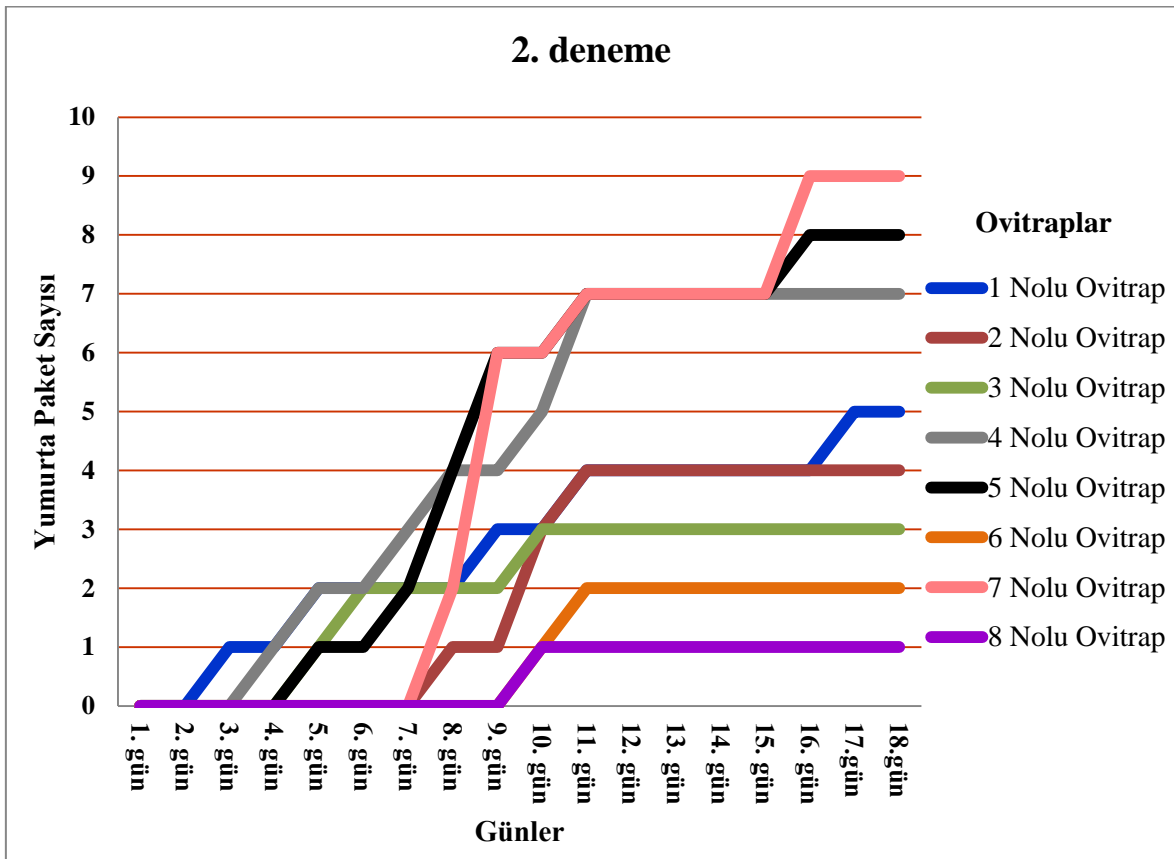
Ovitrap no	Günlere göre ovitraplardaki toplam yumurta paketi sayısı																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Deneme I	1	-	1	1	2	3	3	3	5	6	6	6	6 <sup>#</sup>						
	2	-	1	3	4	5	5	5	5	8	9	9	9						
	3	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2						
	4	2	3	5	7	7	7	7	7	7	8	8	8						
	5	-	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3						
	6	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	2						
	7	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2						
	8	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Deneme II	1	-	-	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5 <sup>#</sup>
	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4 <sup>#</sup>
	3	-	-	-	-	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	-	-	-	1	2	2	3	4	4	5	7	7	7	7	7	7	7	7
	5	-	-	-	-	1	1	2	4	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	7	-	-	-	-	-	-	-	2	6	6	7	7	7	7	7	9	9	9
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Deneme III	1	-	-	-	-	-	1	1	2	2	2	2	2	2					
	2	1	3	6	7	9	9	10	10	12	12	12	12	12	12				
	3	-	1	1	2	2	2	3	4	5	6	6	6	6	6				
	4	-	1	2	2	2	3	3	3	3	5	5	5	5	5 <sup>#</sup>				
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1				
	6	-	-	2	2	2	3	4	4	4	6	6	6	6	6				

<sup>#</sup> İlk pupa görüldü

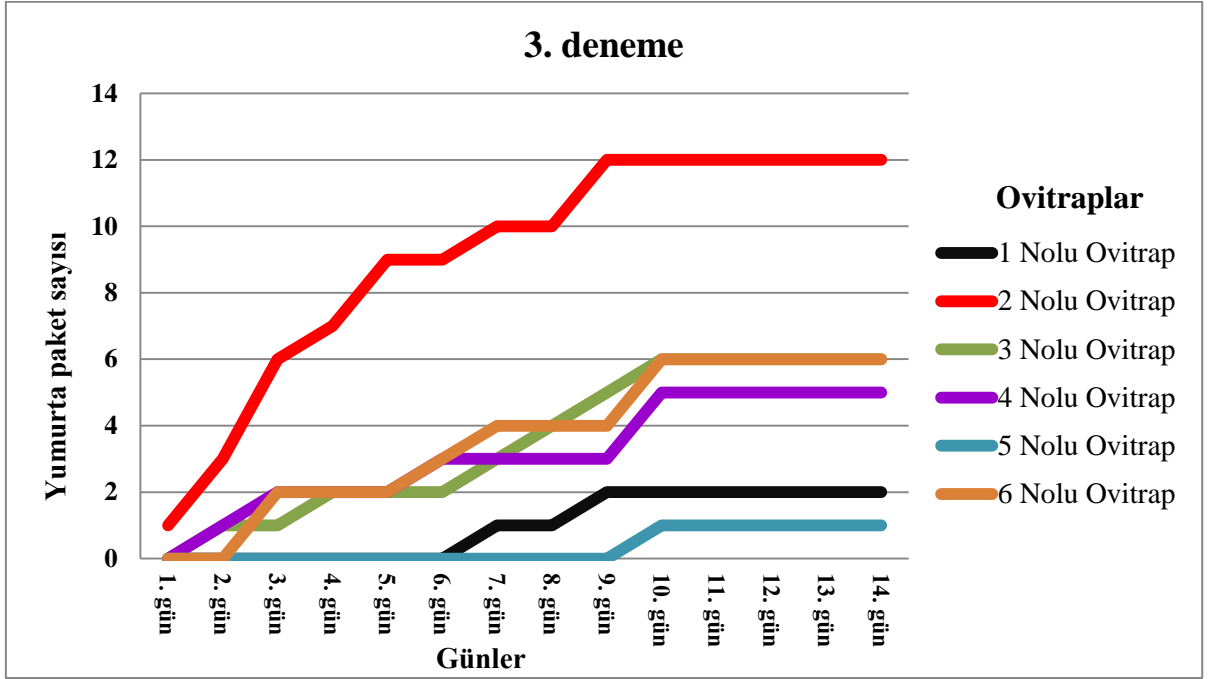
**Çizelge 4.2.** *Cx. pipiens*'in aynı alana yumurtlama eğilimi birinci denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.



**Çizelge 4.3.** *Cx. pipiens*'in aynı alana yumurtlama eğilimi ikinci denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.



**Çizelge 4.4.** *Cx. pipiens*'in aynı alana yumurtlama eğilimi üçüncü denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.



**Şekil 4.1.** *Cx. pipiens* aynı alana yumurtlama eğilimi birinci denemesindeki 8 nolu ovitrap.

*Culex pipiens* dişilerinin aynı alana yumurtlama eğilimini belirlemek için yapılan denemelerde, ilk denemedeki 8 ovitrapta ilk pupaların görülmesini takiben kapların üst kısmı tül ile kapatılmış, uygun yem ve su takviyeleriyle ergin çıkışları takip edilmiştir. İzleme sürecine, ovitraplardaki son larva ergin olarak çıkana ya da ölene kadar devam edilmiştir. Bu denemelerde paket başına ergin çıkış en az 0 olmuştur. Birinci denemede yumurtadan larva çıkışı gelişen 8 nolu ovitrapta gerçekleşmiştir (Şekil 4.1). En yüksek larva çıkışı sayısı 103 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.8). Birinci denemede toplamda 47 gün süren takip sonucunda, 57 erkek ve 15 dişi sivrisinek ergin olarak toplanabilmiştir (Çizelge 4.5-6-7).

**Çizelge 4.5.** Birinci denemede ovitraplara bırakılan *Cx. pipiens* yumurtalarından çıkan ergin sayıları.

Gün	Ovitraplardan çıkan ergin dişi ve erkek sivrisinekler																Toplam	
	1		2		3		4		5		6		7		8			
	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D
0. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. gün	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
4. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. gün	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
6. gün	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
7. gün	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
8. gün	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
9. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
14. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15. gün	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1
16. gün	-	4	1	1	12	-	4	-	2	-	1	-	-	-	-	-	20	5
17. gün	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	1
18. gün	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	4	-
19. gün	-	-	1	-	-	1	3	-	1	-	-	-	-	1	-	-	5	2
20. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-

E: Erkek, D: Dişi

Çizelge 4.5. Devamı.

Gün	Ovitraplardan çıkan ergin dişi ve erkek sivrisinekler																Toplam	
	1		2		3		4		5		6		7		8			
	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D
21. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34. gün	-	-	1	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
35. gün	-	1	3	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3
36. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37. gün	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
38. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39. gün	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
40. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Toplam</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>57</b>	<b>15</b>

E: Erkek, D: Dişi

*Culex pipiens* dişilerinin aynı alana yumurtlama eğilimini belirlemek için yapılan ikinci denemede 8 ovitrapta yapılan ve 60 gün süren ergin çıkışı takibi sonucunda toplam 330 erkek ve 341 dişi sivrisinek kaydedilmiştir (Çizelge 4.6).

**Çizelge 4.6.** İkinci denemede ovitraplara bırakılan *Cx. pipiens* yumurtalarından çıkan ergin sayıları.

Gün	Ovitraplardan çıkan ergin dişi ve erkek sivrisinekler																Toplam	
	1		2		3		4		5		6		7		8			
	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D
0. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. gün	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
3. gün	-	-	7	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8	1
4. gün	-	-	-	2	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3	2
5. gün	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
6. gün	-	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
7. gün	-	1	-	1	-	-	1	-	11	2	-	-	-	-	-	-	12	4
8. gün	-	-	-	-	1	1	8	-	2	5	-	-	-	-	1	-	12	6
9. gün	-	-	-	-	2	-	5	-	6	2	-	-	4	-	3	-	20	2
10. gün	-	-	-	-	-	-	9	1	-	5	-	-	4	1	3	-	16	7
11. gün	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	2	-	2	4
12. gün	-	-	-	-	-	-	4	-	1	2	-	-	5	3	3	-	13	5
13. gün	1	1	1	-	-	1	2	2	-	1	-	-	1	1	1	1	6	7
14. gün	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4	1	2	-	7	1
15. gün	1	1	12	-	-	2	2	-	-	-	-	-	6	3	5	-	26	6
16. gün	-	-	5	-	-	-	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	7	2
17. gün	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	8	3
18. gün	-	-	6	1	-	-	-	2	1	-	-	-	1	1	3	-	11	4
19. gün	-	-	3	2	-	-	1	3	-	-	-	-	1	2	-	-	5	7
20. gün	-	-	2	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	3	-	-	4	5
21. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
22. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2
24. gün	-	-	2	2	-	-	1	1	-	1	-	-	2	4	-	1	5	9
25. gün	-	-	3	7	-	-	4	6	-	-	-	-	5	8	-	-	12	21
26. gün	1	1	7	7	-	-	1	8	3	1	-	-	-	-	11	8	23	25
27. gün	-	3	6	6	-	-	1	6	1	1	-	-	-	4	1	9	9	29

E: Erkek, D: Dişi

Çizelge 4.6. Devamı.

Gün	Ovitraplardan çıkan ergin dişi ve erkek sivrisinekler																Toplam	
	1		2		3		4		5		6		7		8			
	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D
28. gün	-	-	4	5	-	-	2	3	-	3	-	-	-	3	1	21	7	35
29. gün	-	-	4	2	-	-	6	9	-	2	-	-	4	3	-	11	14	27
30. gün	-	-	3	4	-	-	1	2	1	2	-	-	1	1	-	-	6	9
31. gün	-	-	1	2	-	-	4	-	-	-	-	-	2	1	-	-	7	3
32. gün	-	-	-	1	-	-	-	2			-	1	1	1			1	5
33. gün	-	-	-	1	-	-	1	2			-	-	2	-			3	3
34. gün	-	-	-	1	-	-	5	4			-	-	2	1			7	6
35. gün	-	-	1	1	-	-	1	7			-	-	1	2			3	10
36. gün	1	-	1	-	-	-	1	1			-	-	4	1			7	2
37. gün	-	-	-	-	-	-	1	1			-	-	4	-			5	1
38. gün	-	-	-	-	-	-	1	-			-	-	2	1			3	1
39. gün	-	-	-	3	-	-	-	4			-	-	10	3			10	10
40. gün	-	-	7	11	-	-	2	2			-	-	5	7			14	20
41. gün	-	-	6	10	-	-	-	2			-	-	3	6			9	18
42. gün	-	-	-	4	-	-					-	-	6	1			6	5
43. gün	-	-	-	-	-	-					-	-	1	1			1	1
44. gün	-	-	-	4	-	-					-	-	1	4			1	8
45. gün	-	-	-	-	-	-					-	-	-	-			-	-
46. gün			-	-							-	-	1	2			1	2
47. gün			2	6							-	1	6	6			8	13
48. gün			-	-							-	-	-	3			-	3
49. gün			-	1							-	-	-	1			-	2
50. gün											-	-	1	-			1	-
51. gün											-	-	-	1			-	1
52. gün											-	-	-	-			-	-
53. gün											-	-	1	-			1	-
54. gün											-	-	1	-			1	-
55. gün											-	-	-	-			-	-
56. gün											-	-	-	-			-	-
57. gün											-	-	-	-			-	-
58. gün													-	-			-	-
59. gün													-	-			-	-
60. gün													1	-			1	-
<b>Toplam</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>88</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>68</b>	<b>75</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>99</b>	<b>83</b>	<b>36</b>	<b>51</b>	<b>330</b>	<b>341</b>

E: Erkek, D: Dişi

*Culex pipiens* dişilerinin aynı alana yumurtlama eğilimini belirlemek için yapılan üçüncü denemede 6 ovitrapta yapılan ve 45 gün süren ergin çıkışı takibi sonucunda toplam 530 erkek ve 520 dişi sivrisinek kaydedilmiştir (Çizelge 4.7).

**Çizelge 4.7.** Üçüncü denemede ovitraplara bırakılan *Cx. pipiens* yumurtalarından çıkan ergin sayıları.

	Ovitraplardan çıkan ergin dişi ve erkek sivrisinekler												Toplam	
	1		2		3		4		5		6			
Gün	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D
0. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. gün	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. gün	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	5	1
6. gün	-	-	3	-	-	-	5	-	-	-	4	-	12	-
7. gün	-	-	5	-	-	-	5	-	-	-	13	-	23	-
8. gün	-	-	1	-	-	-	5	-	-	-	9	1	15	1
9. gün	-	-	4	1	2	-	4	6	-	-	8	4	18	11
10. gün	-	-	-	2	37	-	21	2	-	-	7	6	65	10
11. gün	-	-	-	1	42	2	12	2	-	-	1	12	55	17
12. gün	-	-	1	3	8	-	9	5	-	-	-	15	18	23
13. gün	13	4	4	6	3	4	5	5	-	-	-	7	25	26
14. gün	6	1	5	2	1	5	3	6	-	-	-	6	15	20
15. gün	1	4	6	10	-	8	4	17	-	-	-	1	11	40
16. gün	-	9	20	3	-	15	-	6	-	-	-	3	20	36
17. gün	-	2	11	6	-	10	-	5	-	-	-	-	11	23
18. gün	-	1	9	7	-	10	1	6	-	-	-	-	10	24
19. gün	-	2	22	19	-	33	-	7	2	2	-	-	24	63
20. gün			21	18	1	1	-	6	21	6	2	1	45	32
21. gün			9	21	-	-	-	-	25	6	-	-	34	27
22. gün			1	10	18	-	-	-	-	30	-	-	19	40

E: Erkek, D: Dişi



Çizelge 4.7. Devamı.

	Ovitraplardan çıkan ergin dişi ve erkek sivrisinekler												Toplam	
	1		2		3		4		5		6			
Gün	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D
23. gün			1	6	5	2	-	-	-	8	1	-	7	16
24. gün			4	7	3	2	-	-	-	3	-	-	7	12
25. gün			1	1	1	-	-	-			-	-	2	1
26. gün			4	5	-	2	1	-			-	-	5	7
27. gün			3	4	1	2	2	-			1	-	7	6
28. gün			2	2	4	2	4	-			2	-	12	4
29. gün			3	1	-	10	2	-			12	2	17	13
30. gün			8	4	-	22	-	1			16	4	24	31
31. gün			8	3	-	3	1	1			1	3	10	10
32. gün			-	3	-	-	-	-			1	-	1	3
33. gün			-	1	-	-	-	-			-	-	-	1
34. gün			-	1	-	2	-	-			-	-	-	3
35. gün			-	-	-	-	-	-			-	-	-	-
36. gün			-	1	-	-	-	-			-	-	-	1
37. gün			-	-	-	-	-	-			-	-	-	-
38. gün			-	-	-	-	-	-			-	-	-	-
39. gün			-	-	-	-	-	-			-	-	-	-
40. gün			4	-	2	6	4	-			-	1	10	7
41. gün			-	-	-	-	-	-					-	-
42. gün			-	1	-	4	2	4					2	9
43. gün					-	1	1	-					1	1
44. gün							-	-					-	-
45. gün							-	1					-	1
<b>Toplam</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>160</b>	<b>149</b>	<b>128</b>	<b>146</b>	<b>96</b>	<b>81</b>	<b>48</b>	<b>55</b>	<b>78</b>	<b>66</b>	<b>530</b>	<b>520</b>

E: Erkek, D: Dişi

**Çizelge 4.8.** *Cx. pipiens* aynı alana yumurtlama eğilimi denemesinde çıkan ergin sivrisineklere ait veriler.

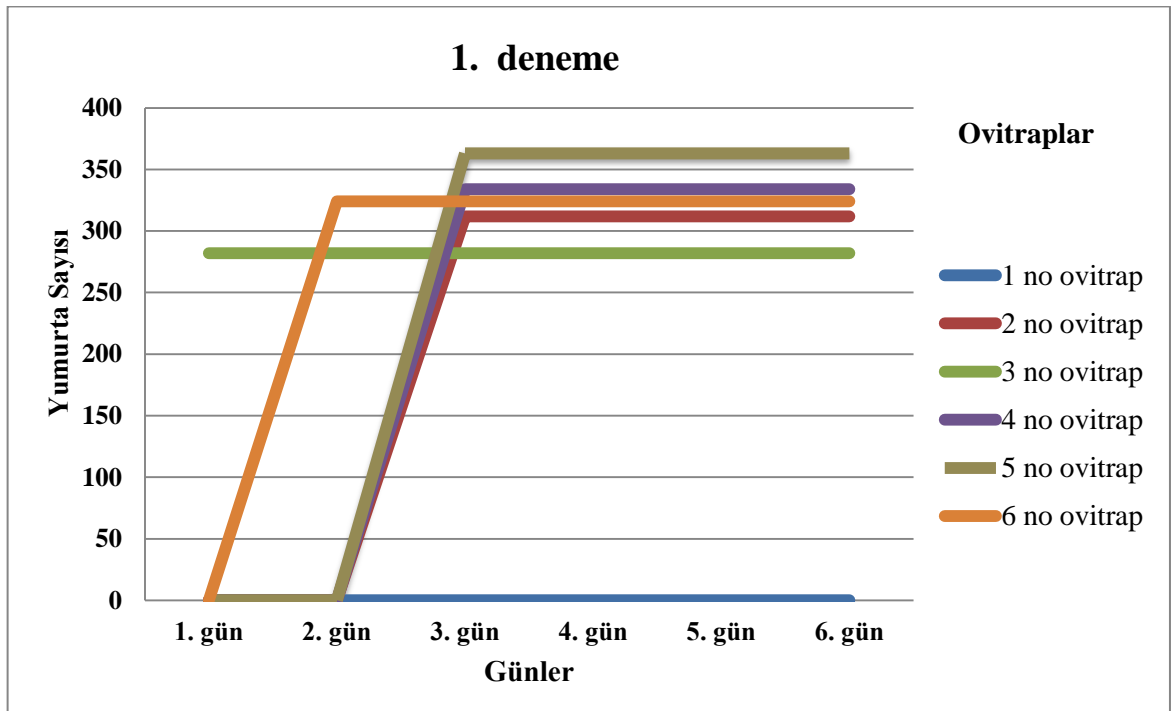
Deneme no	Ovitrap no	Paket sayısı	Ovitraplarda paket başına ortalama çıkan ergin sayısı	Çıkan ergin erkek sivrisinek oranı	Çıkan ergin dişi sivrisinek oranı
<b>Deneme I</b>	1	6	3,83	69,57	30,43
	2	9	1,33	83,33	16,67
	3	2	8	81,25	18,75
	4	8	1,25	100	0
	5	3	1,33	100	0
	6	2	2,5	80	20
	7	2	1	0	100
	8	1	0	0	0
<b>Deneme II</b>	1	5	2,4	41,67	58,33
	2	4	44,5	49,44	50,56
	3	3	2,33	42,86	57,14
	4	7	20,43	47,55	52,45
	5	8	7,5	51,67	48,33
	6	2	1	0	100
	7	9	20,22	54,4	45,6
	8	1	87	41,38	58,62
<b>Deneme III</b>	1	2	21,5	46,51	53,49
	2	12	25,75	51,78	48,22
	3	6	45,67	46,72	53,28
	4	5	35,4	54,24	45,76
	5	1	103	46,6	53,4
	6	6	24	51,17	45,83

*Anopheles maculipennis* dişilerinin aynı alana yumurtlama eğilimini belirlemek için yapılan üç denemede, toplam 18 ovitrap kullanılmış ve yapılan 6 günlük takipler sonucunda toplamda 3644 yumurta tespit edilmiştir. Dört ovitraba hiç yumurtlama olmazken, tek ovitraba bırakılan en fazla yumurta sayısı 364'tür (Çizelge 4.9-10-11-12).

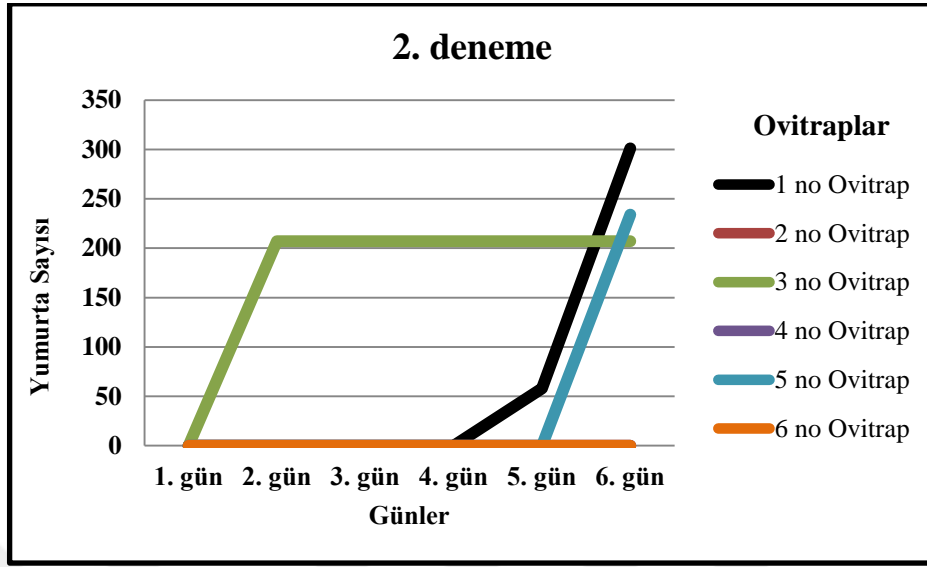
Çizelge 4.9. *An. maculipennis*'te ovitraplara bırakılan yumurta sayıları.

		Günlere göre ovitraplardaki toplam yumurta sayısı					
		1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün
Deneme I	1	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	312	312	312	312
	3	282	282	282	282	282	282
	4	-	-	334	334	334	334
	5	-	-	363	363	363	363
	6	-	324	324	324	324	324
Deneme II	1	-	-	-	-	58	301
	2	-	-	-	-	-	-
	3	-	207	207	207	207	207
	4	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	234
	6	-	-	-	-	-	-
Deneme III	1	-	-	205	205	205	205
	2	-	321	321	321	321	321
	3	-	132	132	132	132	132
	4	-	-	239	239	239	239
	5	256	256	256	256	256	256
	6	-	63	63	134	134	134

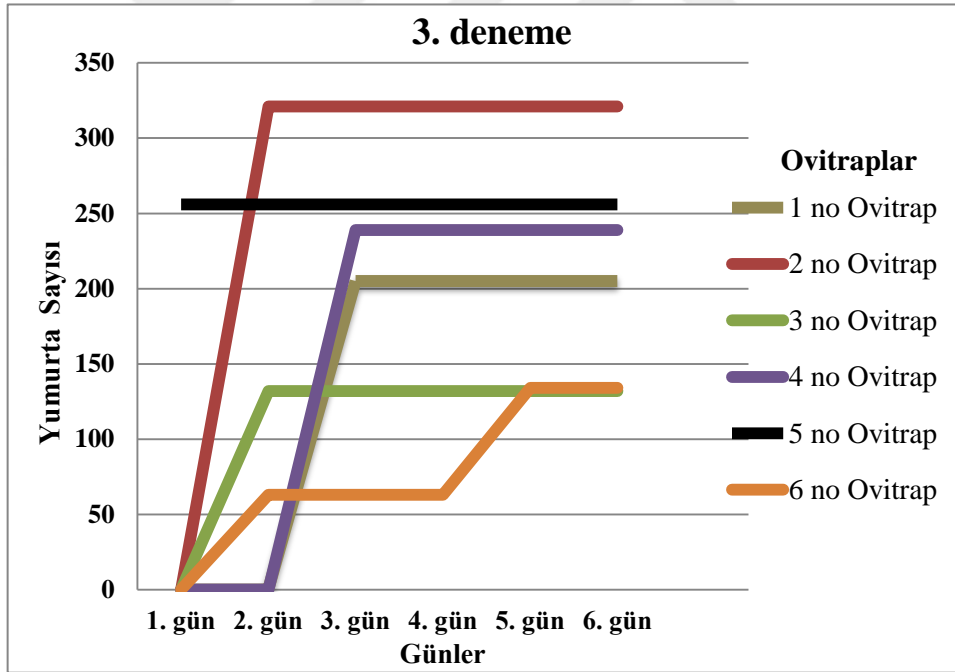
Çizelge 4.10. *An. maculipennis* aynı alana yumurtlama eğilimi birinci denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.



**Çizelge 4.11.** *An. maculipennis*'in aynı alana yumurtlama eğilimi ikinci denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.



**Çizelge 4.12.** *An. maculipennis*'in aynı alana yumurtlama eğilimi üçüncü denemesinde günlere göre ovitraplarda yumurta artışını gösteren grafik.



*Culex pipiens* ve *An. maculipennis* dişilerinin aynı alana yumurtlama eğilimini belirlemek için yapılan üç denemede, toplam 15 ovitrap kullanılmış ve bunlara 6 günde toplamda 76 *Cx. pipiens* yumurta paketi ile 2657 *An. maculipennis* yumurtası bırakılmıştır. Bütün ovitraplara *Cx. pipiens* paketi (1-11 arasında) bırakılırken, üç ovitrapta *An. maculipennis* yumurtasına rastlanamamıştır. Tek kaptaki kaydedilen en yüksek *An. maculipennis* yumurta sayısı 495'tir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens* tarafından ovitraplara bırakılan yumurtalar.

Ovitrap no		Günlere göre ovitraplardaki toplam yumurta/paket sayısı						
		Sinek	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün
Deneme I	1	<i>An. m.</i>	-	187	187	187	187	187
		<i>Cx. p.</i>	-	-	1	4	5	6
	2	<i>An. m.</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cx. p.</i>	-	-	2	2	5	7
	3	<i>An. m.</i>	-	-	-	174	174	174
		<i>Cx. p.</i>	-	-	5	5	7	7
	4	<i>An. m.</i>	-	-	495	495	495	495
		<i>Cx. p.</i>	-	-	2	5	5	5
	5	<i>An. m.</i>	-	-	342	342	342	342
		<i>Cx. p.</i>	-	-	6	6	10	11
	6	<i>An. m.</i>	-	16	16	16	16	16
		<i>Cx. p.</i>	3	4	8	8	9	10
Deneme II	1	<i>An. m.</i>	-	183	343	343	437	437
		<i>Cx. p.</i>	1	1	3	3	4	4
	2	<i>An. m.</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cx. p.</i>	-	-	-	1	3	3
	3	<i>An. m.</i>	-	161	161	161	161	161
		<i>Cx. p.</i>	-	-	-	1	1	1
	4	<i>An. m.</i>	-	140	140	140	140	140
		<i>Cx. p.</i>	-	-	2	2	4	4
	5	<i>An. m.</i>	-	-	-	-	170	170
		<i>Cx. p.</i>	-	-	-	1	1	1
	6	<i>An. m.</i>	-	-	138	138	138	138
		<i>Cx. p.</i>	-	-	2	2	3	3
Deneme III	1	<i>An. m.</i>	-	241	241	241	241	241
		<i>Cx. p.</i>	-	-	-	2	3	3
	2	<i>An. m.</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Cx. p.</i>	1	2	5	5	5	5
	3	<i>An. m.</i>	-	156	156	156	156	156
		<i>Cx. p.</i>	-	-	1	3	5	6

*Culex pipiens* ve *An. maculipennis* dişilerinin aynı alana yumurtlama eğilimini belirlemek için yapılan üç denemeden birinde, kullanılan üç ovitraba bırakılan yumurtalarda ergin çıkışı takip edilmiştir. Süreçte, az sayıda da olsa *An. maculipennis* larvalarına rastlanmıştır; ancak, tamamı 4. dönem larva düzeyine ulaşmadan ölmüştür. Son larva erginleşinceye veya ölene kadar devam edilen 41 günlük takip sürecinde toplam 330 erkek ve 333 dişi *Cx. pipiens* ergini çıkmıştır (Çizelge 4.14) (Şekil 4.2). *Cx. pipiens* paketlerinden çıkan paket başına birey sayıları bütün gruplarda birbirine yakın çıkmıştır (Çizelge 4.15).

**Çizelge 4.14.** *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens* tarafından üç ovitraba bırakılan yumurtalardan çıkan erginler.

Gün	Ovitraplardan çıkan ergin dişi ve erkek sivrisinekler							
	1		2		3		Toplam	
	E	D	E	D	E	D	E	D
0. gün	-	-	-	-	-	-	-	-
1. gün	-	-	-	-	-	-	-	-
2. gün	-	-	-	-	-	-	-	-
3. gün	-	-	-	-	-	-	-	-
4. gün	-	-	-	-	-	-	-	-
5. gün	3	-	1	-	1	-	5	-
6. gün	35	-	3	-	13	2	51	2
7. gün	11	1	9	-	6	1	26	2
8. gün	1	30	16	1	-	3	17	34
9. gün	1	8	18	4	1	8	20	20
10. gün	-	3	3	6	-	3	3	12
11. gün	1	-	5	4	2	1	8	5
12. gün	1	-	1	4	-	2	2	6
13. gün	-	-	-	8	-	5	-	13
14. gün	2	6	-	4	-	3	2	13
15. gün	-	2	1	5	1	2	2	9
16. gün	-	1	-	8	2	2	2	11
17. gün	3	3	5	12	23	1	31	16

E: Erkek, D: Dişi

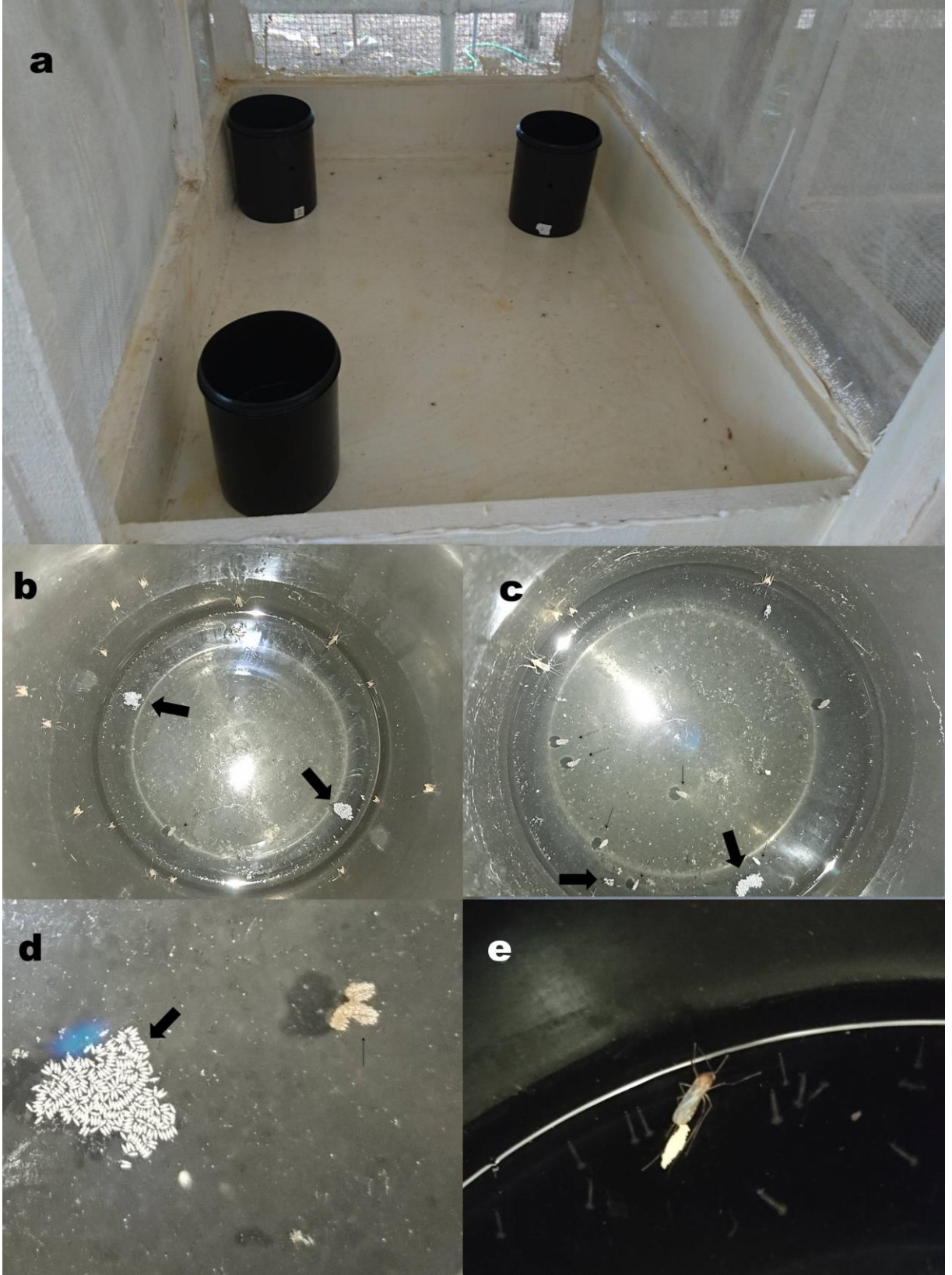
Çizelge 4.14. Devamı.

Gün	Ovitraplardan çıkan ergin dişi ve erkek sivrisinekler							
	1		2		3		Toplam	
	E	D	E	D	E	D	E	D
18. gün	9	1	3	5	14	1	26	7
19. gün	2	7	1	1	4	1	7	9
20. gün	-	9	2	1	1	-	3	10
21.gün	-	4	1	-	-	-	1	4
22. gün	-	3	3	2	-	-	3	5
23.gün	-	2	3	1	1	-	4	3
24. gün	-	2	7	2	17	6	24	10
25. gün			50	22	21	45	71	67
26. gün			10	7	5	22	15	29
27. gün			2	9	1	11	3	20
28. gün			1	1	-	10	1	11
29. gün			1	-	-	5	1	5
30. gün			-	-	-	4	-	4
31. gün			-	2	-	-	-	2
32. gün			-	-	1	2	1	2
33. gün			-	-			-	-
34. gün			-	-			-	-
35. gün			-	-			-	-
36. gün			-	-			-	-
37. gün			-	-			-	-
38. gün			-	-			-	-
39. gün			-	-			-	-
40. gün			1	1			1	1
41. gün			-	1			-	1
<b>Toplam</b>	<b>69</b>	<b>82</b>	<b>147</b>	<b>111</b>	<b>114</b>	<b>140</b>	<b>330</b>	<b>333</b>

E: Erkek, D: Dişi

Çizelge 4.15. *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens* sivrisineklerinin aynı alana yumurtlama eğilimi denemelerinde çıkan *Cx. pipiens* erginleri.

Ovitrap No	Ovitraplarda bulunan toplam paket sayısı	Paket başına ortalama çıkan ergin sayısı	Çıkan ergin erkek sivrisinek oranı	Çıkan Ergin dişi sivrisinek oranı
1	3	50,3	45,7	54,3
2	5	51,6	57	43
3	6	42,3	44,9	55,1



**Şekil 4.2.** Küçük kafese alınmış ovitraplar (a), ovitrap duvarında bekleyen *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens*'ler (b,c), *An. maculipennis* yumurta grubu (d; kalın ok), *Cx. pipiens* yumurta paketleri (d; ince ok) ve yumurtlayan *Cx. pipiens* ve suda larvalar (e).



## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yumurtlama alanı seçimi sivrisinekler açısından yaşamsal bir öneme sahiptir (Bentley ve Day 1989). Sivrisinekler yaşamlarının ilk aşamasını suda geçirdiklerinden sivrisineklerin dağılımlarında, üremelerinde, popülasyon dinamiklerinde seçilen üreme alanı çok önemlidir (Spencer ve ark. 2002). Bu durum özellikle de belli bir kapasitesi olan konteyner ve küçük su alanlarında çok önemlidir. Böyle alanlarda kirlenme hızı, ısınma hızı ve diğer fiziksel ve kimyasal özellik değişimi yüksek olabilmektedir. Dişi sinek yumurtlarken bu tip olasılıkları mutlaka gözetmek durumundadır ve ilgili nedenlerden dolayı konteyner türlerinin değişen ekstrem koşullara olan direnci diğer açık alan türlerine göre genelde daha yüksektir. İlgili neden dolayı, böyle küçük su alanlara adapte olan sivrisinekler daha fazla yayılım gösterebilmektedirler (Lutz ve ark. 2017). Sivrisineklerin üreme alanlarında, sivrisinek yumurtası, larvası veya pupası, organik atıkları, mikroorganizmalar, sivrisinek yaşam formları ile beslenebilen ve yarışabilen omurgalı veya omurgasız predatörler bulunabilmekte olup bu etmenler sivrisineklerin yumurtlamasını etkileyebilmektedir (Bentley ve Day 1989, Millar ve ark. 1992, Mokany ve Shine 2003, Trexler ve ark. 2003, Huang ve ark. 2006). Özellikle de kısıtlı kapasitesi olan üreme alanlarında bu gibi faktörler yumurtlama alanının seçiminin önemini artırabilmektedir (Bentley ve Day 1989, Lutz ve ark. 2017). Üreme alanını etkileyen faktörlerin türden türe değişik etki edebileceği gibi, bir tür için ideal olan faktör diğer bir tür için repellent etki gösterebilmektedir. Ancak, bazı faktörlerin etkisi birçok türde benzer de olabilmektedir (Afify ve Galiza 2015).

Yapılan bir araştırmada, *Cx. pipiens* bataklık, bodrum, dere, doğal gölet (geçici veya kalıcı), foseptik çukuru, göl, havuz, kuyu, su birikintisi, su deposu, su kanalı, su saklama kapları, araba lastiği gibi üreme alanlarının hepsinde bulunurken, *An. maculipennis* (*An. sachoravi* hariç) sadece bu üreme alanlarından dere, doğal gölet (geçici veya kalıcı), su birikintisi ve su kanalında rastlanılmıştır. Bu durum *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens*'in aynı üreme alanını paylaşabileceğini, ama ilk türün kısmen biraz daha temiz suları tercih edebileceğini göstermiştir. *Cx. pipiens*'in aşırı derecede kirli atık sulardan, temiz su birikintileri ve su kaplarına kadar çok sayıda farklı üreme alanlarını kullanabildikleri tespit edilmiştir. *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens* türlerinin seçtikleri habitatların organik materyaller bakımından zenginlik derecesi değişse de, iki türün de belli bir organik içeriğe ihtiyaç duyduğu bildirilmiştir (Öter ve Tüzer 2014). Yine, bir başka çalışmada *Cx. pipiens* yoğun olarak (% 70-80) foseptik çukurlarında bulunmuştur (Çetin ve Yanıkoğlu 2004). Bizim çalışmamızda organik madde içeriği balık yemi (mikromin) aracılığıyla oluşturulmuştur.

Sivrisinekler yumurtlama alanına konulduktan sonra genelde 24 saat sonra yumurtlamıştır. *Culex* cinsi sivrisineklerin yeni yumurta paketlerinin yumuşak ve beyaz olup birkaç saat sonra sertleşip ve siyahlaştığı bildirilmiştir (Becker ve ark. 2010). Çalışmamızda *Cx. pipiens* yumurta paketlerinde aynı olay gözlenmiştir. *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens* türlerinin rekabet ettiği aynı alana yumurtlama eğilimi denemelerinde *An. maculipennis* sivrisinekleri 48 saat sonra yumurtlarken, *Cx. pipiens* 24 saat sonra yumurtlamıştır. Sadece *An. maculipennis* sivrisineklerinin bulunduğu aynı alan yumurtlama eğilimi denemelerinin 3'ün ikisinde 24 saat sonra, birinde ise 48 saat sonra yumurtlama meydana gelmiştir. *An. maculipennis* yumurta gelişimi *Cx. pipiens*'lere göre geç gerçekleşebilmektedir. *Cx. pipiens* tüm yapılan yumurtlama eğilimi denemelerinde 24 saat sonra yumurtlamıştır. Kan alınmasından yumurtlaya kadar geçen sürece gonotrofik döngü olarak bilinir (Jetten ve Takken 1994, Foster ve Walker 2002). Bu döngü hem *An. maculipennis* sivrisineklerinde (Ghavami 2005, Edalat ve Moosa-Kazemi 2016), hem de *Cx. pipiens* için 4 gündür (García-Rejón ve ark 2008). Gonotrofik döngü süresinin belirlenmesinde sıcaklık, nem ve beslenen kan sindirim hızı önem taşır. Araştırmalarda *An. maculipennis* s.l sivrisineklerinin kan sindirimini Ekim ayında 14 günde, Kasım da 7 günde, Ağustos da 2,5 günde tamamladığı izlenmiştir. *An. maculipennis* kompleksinden *An. atroparvus*'un 4°C de 30 günde, 16°C de 5 günde, 27 °C'de ise 2 günde kan sindirimini gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir (Jetten ve Takken 1994).

*Anopheles maculipennis* dişileri tüm denemelerde genelde ovitraplara aynı gün içinde yumurtlayıp tekrar yumurtlamazken (Çizelge 4.9-10-11-12), *Cx. pipiens* dişileri ise yumurtladığı ovitraba tekrar yumurtlamıştır (Çizelge 4.1-2-3-4). *An. maculipennis* sivrisineklerinde bir dişi birden fazla yumurtlama yapabildiğinden (Jetten ve Takken 1994, Edalat ve Moosa-Kazemi 2016) denemelerimizde bu türe ait aynı günde yumurtlanan toplam yumurtaların tek dişiden mi yoksa ayrı dişilerden mi olduğu saptanamamıştır. Genelde ovitraplara toplam yumurtlanan yumurtaların 24 saatlik zaman diliminde gelip tekrar yumurtlama meydana gelmemesinin nedeni 400 ml suda barındırabileceği yumurta sayına ulaşmasından kaynaklanmış olabilir. Yumurtlama konusunda sivrisineklerde kimi dişilerin keşifçi olabileceği, diğerlerinin ilk dişiden veya larvalarından gelen ipuçlarını kullanıyor olabileceği ifade edilmiştir (Reiter 2007, Himeidan ve ark. 2013). *An. gambiae* ve *Ae. aegypti* sivrisineklerinin dişilerinde böyle bir özellik görülebilmektedir. *An. gambiae*'da yakın mesafelerdeki konteynerlere azar azar yumurtlama eğilimi görülür (Himeidan ve ark. 2013). *Ae. aegypti* yumurtlarını tek seferde bırakmak yerine parça parça farklı yerlere bırakmak

eğilimindedir; bir dişi önce oraya yumurtlamışsa sonraki dişiler daha az yumurta bırakma eğilimindedir (Reiter 2007). Çalışmamızda *An. maculipennis* sivrisineklerinin yumurtlama davranışına benzer olup yumurta sayısının belli bir seviye tutup yoğunluktan kaçınmaya çalıştığı kaydedilmiştir.

*Anopheles maculipennis* dişileri kendi türünün olduğu aynı alana yumurtlama eğilimi denemelerindeki 14 ovitraptan 2'sine yumurtladıktan 24 saat sonra tekrar yumurtlamıştır. Tekrar yumurtlama yumurta sayısı az olan ovitraplarda gerçekleşmiştir. Tekrar yumurtlamalardan biri deneme II de meydana gelmiştir. O deneme alanında hiç yumurtlanmayan ovitrap olmasına rağmen az sayıda (58) yumurta bulunan 1 nolu ovitrapta yumurta bırakılmıştır. Sivrisineklerin kendi türüne ait yaşam formunu bulması alanın gelecek bireyler için yaşanabilecek bir alan anlamına gelebilir. *Ae. albopictus*'ta farklı miktarda yem bulunan ve farklı sayıda aynı tür larva evresinin bulunduğu konteynerlere yumurtlama eğilimine bakıldığında, konspesifik larva varlığının yumurtlamaya besin varlığından daha etkili olduğu görülmüştür. Ancak, bırakılan yumurta sayısı, mevcuttaki larva sayısı arttıkça azalmıştır (Yoshioka ve ark. 2012). *Ae. atropalpus* kendi türünün larva ve pupalarınca kullanılmış sulara (Kalpage ve Brust 1973), *Ae. aegypti* konspesifik larva ve pupa bulunan sulara yumurta bırakma eğilimindedir (Wong ve ark. 2011). Hatta, *Ae. albopictus* için türdeş yaşam formlarının besin zenginliğinden daha etkili bir atraktan olduğu saptanmıştır. *Anopheles* larvaları su yüzeyinde ve hemen altında beslenir (Merritt ve ark. 1992) ki bu üreme alanında yumurta bırakabileceği yüzey alanının genişliğini önemli kılacak bir durumdur. Sivrisineğin yumurta bırakabileceği yüzey alanı az miktarda yumurta bulunan ovitraplarda çok miktarda yumurta bulunan ovitraplara göre daha fazla olup, bu noktada yeterli yüzey genişliği yumurtlamayı artırmış olabilir. *Ae. aegypti*'nin konteynerin çapı, volümü ve su yüzeyi arttıkça daha fazla yumurtladığı (Harrington ve ark. 2008) ve konteynerin ağız kenar çevresinin de önemli olduğu, daire çevresi 270 cm olana kadar yumurtlamanın arttığı ancak daha fazla olursa düştüğü tesbit edilmiştir (Wong ve ark. 2011).

*Culex pipiens* dişileri sadece kendi türünün olduğu aynı alana yumurtlama eğilimi denemelerinde yumurtladığı kaplara tekrar tekrar yumurtlamış olup ovitraplarda yumurta agregasyonlarına neden olmuşlardır (Çizelge 4.1-2-3-4). İlk yumurtalar bırakıldıktan sonra 2-3 gün arasında 19cm<sup>2</sup>'de 1 yumurta paketi bulunması durumu özellikle cezp edici etki göstermiştir. Yapılan bir araştırmada *Cx. quinquefasciatus* dişisinin ortamda bulunan hem kendi türünün yumurta paketine hemde *Cx. molestus* ve *Cx. tarsalis* türlerinin yumurta

paketlerine benzer derecede yumurtlama eğilim gösterdiği izlenmiştir. Bu etki için ortamda tek yumurta paketi yeterli olup, suda yumurta paketi bekledikçe duyulan ilgi artmıştır. Bu ilginin yumurtanın apikal kısmındaki küçük damlacıktan kaynaklandığı ifade edilmiştir (Bruno ve Laurence 1979). Daha sonra *Cx. quinquefasciatus* yumurtasının apikal damlacığında saptanmış olan büyük komponent erythro-6-acetoxy-5-hexadecanolide molekülünün suda voltail feromon özellik gösterdiği, 55 cm öteden etkili olduğu (Laurence ve Pickett 1985) ve üreme alanında yumurta agregasyonuna neden olduğu tesbit edilmiştir (Michaelakis ve ark. 2005). Sentetik olarak izole edilip hazırlanan formulasyonu doğalından çok daha etkili olmuştur (Laurence ve Pickett 1985). *Cx. quinquefasciatus* için sentetik erythro-6-acetoxy-5-hexadecanolide (Synthetic oviposition pheromone / SOP) belli bir doza kadar yumurtlama atraktan etkisi gösterirken, belli dozun üstünde repellent etki gösterebilmektedir (Barbosa ve ark. 2007). Ayrıca bir araştırmada sentetik erythro-6-acetoxy-5-hexadecanolide katılmış su veya kirli su, temiz suya göre *Cx. quinquefasciatus*'u yumurtlamaya daha çok atrakte etmiştir. Bu iki faktör (erythro-6-acetoxy-5-hexadecanolide ve kirli su) kombine edildiğinde ise daha iyi sonuç çıkardığı tesbit edilmiştir (Blackwell ve ark. 1993). Diğer bir çalışmada ise, sentetik olarak (-)-(5R,6S)-6-acetoxy-5-hexadecanolide rasemik formda hazırlanan ovopozisyon feromonunun *Cx. pipiens* f. *molestus*'a 1 µg/100 ml dozda atraktan etkili olurken, bu oranın daha altında ya da üstünde olması yumurtlama alanına ilgiyi azaltmıştır (Michaelakis ve ark. 2005). *Cx. molestus* ve *Cx. tarsalis* yumurta paketlerine *Cx. quinquefasciatus* dişilerinin aynı yumurtlama tepkisini vermesi, ilgili faktörlerin *Culex* cinsi sivrisineklerine ait genel bir özellik olabileceğini gösterebilir. Bruno ve Lawrence 1979'da yaptığı çalışmada yüksek miktarda apical damlacık içeren materyalin, yani ortamdaki fazla yumurta sayısının, yumurtlamayı daha fazla aktive ettiği gösterilmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada en fazla yumurtlama meydana gelen ovitraplar genelde ilk yumurta bırakıldıktan sonra 2-3 gün arasında en fazla yumurta paketi bulunanlar olmuştur. Yani birim alanı düşen yumurta sayısı arttıkça daha fazla yumurtlama gerçekleşmiştir.

*Culex pipiens* dişilerinin aynı ortama yumurtlama eğilimi denemelerinde ovitraplara yumurtlanan ilk yumurtalar bırakıldıktan sonra larva çıkışı ortalama 3,1 (3-4) gün sonra gerçekleşmiştir. *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *An. gambiae* gibi birçok sivrisinek türü için ortamda kendi türünden larva varlığı bulunması veya bulunmuş olması yumurtlamaya situmule etmektedir; ancak, belli bir seviyeden sonra larva sayısının artması repellent etki yapmaktadır (Zahiri ve Rau 1998, Munga ve ark. 2006, Yoshioka ve ark. 2012). En fazla yumurta görülen ovitraplar ara ara yumurtlamada duraksama olsada, duraksamadan sonra

diğer kaplara göre yumurtlama daha fazla meydana gelmiştir (Çizelge 4.2-3-4). *Cx. pipiens* aynı ortama yumurtlama eğilimi denemelerinde en az yumurta bırakılan ovitraplar ilk yumurtlamanın en geç olduğu ovitraplardır. Mikroorganizmalar ve organik döküntü partikülleri çoğu sivrisinek türünün larvaları için asal besin materyalidir (Merritt ve ark. 1992). Halbu ki en geç yumurtlama meydana gelen ovitraplar organik madde içerik bakımından larva bulunan kaplara göre daha zengindir. Yapılan başka araştırmada doğada belli kapasitesi olan bir üreme alanı veya konteynerin yumurtlama açısından cezp ediciliğinin *Culex* türleri için değişken olduğu bildirilmiştir olup, başlangıçta ilgisini oldukça çekerken, bir süre sonra ortamda üreyen larvaların organik içeriği azalttığı için sineklerin ilgisini kaybettiğini ifade edilmiştir. Larvalarca kullanılan organik içeriğin eklenmesi ilgiyi tekrar kazandırabilmektedir (Beehler ve Mulla 1995).

*Anopheles maculipennis* ve *Cx. pipiens* dişilerinin rekabet halinde olduğu aynı alana yumurtlama eğilimi denemelerimizde, her iki türün dişileri birbirinin yumurta paketleri ya da yumurtalarının bulunduğu ovitraplara yumurtlamıştır. Sivrisineklerde sudaki larva veya yumurta varlığı, farklı türlerin aynı su ortamına yumurtlama davranışını da etkileyebilmektedir. Örneğin; *An. gambiae* dişileri düşük seviyede *Cx. quinquefasciatus* yumurtası bulunan sulara yumurtlama ilgisi gösterirken, yüksek düzeyde *Cx. quinquefasciatus* yumurtası veya herhangi bir düzeydeki larvası caydırıcı olmaktadır (Wachira ve ark. 2010). *An. maculipennis* dişileri *Cx. pipiens* dişileri ile rekabet halinde olduğu aynı alana yumurtlama denemelerde kullanılan 15 ovitraptan 12'sini yumurtlamak için kullanmış olup bunlardan 11 ovitrapta 24 saat içinde yumurtalar bırakılmıştır. Sadece 1 ovitrapta ilk yumurta bırakıldıktan sonra 1.ve 3. gün olmak üzere 2 kere tekrar yumurtlamıştır (Çizelge 4.13). *Cx. pipiens* dişileri için aynı yumurtlama alanında *An. maculipennis* bulunması, agregasyonu bile engelleyici etki göstermemiştir. Ayrıca *Cx. pipiens* tek başına kendi türünün olduğu yumurtlama denemelerinde en fazla 12 paket yumurtlarken, *An. maculipennis* ile beraber rekabet halinde olduğu aynı alana yumurtlama deneyinde 11 paket yumurtlamıştır (Çizelge 5.1-2). Kaldı ki *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens* türlerinin aynı üreme ortamlarını paylaşabileceğini gösteren birçok çalışma vardır (Demirci 2006, Azari-Hamidian 2007).

Yapılan taramalarda *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens* hem göletlerde hemde drenaj kanalların kaydedilmiştir. İki üreme alanında tür bakımından sadece *An. maculipennis* bulunurken, *Cx. pipiens*'in tek başına bulunduğu üreme alanı olmayıp başka sivrisinek türleriyle birlikte (*An. maculipennis*, *Cx. theileri*, *Cx. territans*, *Cx. mimeticus*) rastlanılmıştır (Demirci 2006). Bazı araştırmalarda aynı bölgede *An. maculipennis* yoğunluğunun larva ve

ergin yoğunluğu arasında yıllara göre belli bir düzenli seyir izlenememiş, bu durum da türün larva döneminin erginleşme yetisindeki yetersizlik ile ilişkilendirilmiştir (Demirci 2006, Alkan 2008).

**Çizelge 5.1.** *An. maculipennis* dişileriyle ilgili denemelerde yumurta sayıları.

	<i>Anopheles maculipennis</i> aynı alana yumurtlama			<i>Anopheles maculipennis</i> ve <i>Culex pipiens</i> aynı alana yumurtlama		
Deneme no	Deneme I	Deneme II	Deneme III	Deneme I	Deneme II	Deneme III
Aralık (Min-Max)	0-363	0-301	132-321	0-495	0-437	0-241
ortalama±sd	269,2±134,5	123,7±138,9	214,6±3,5	202,3±190,7	174,3±160,8	221,4±136,9

**Çizelge 5.2.** *Cx. pipiens* dişileriyle ilgili denemelerde yumurta sayıları.

	<i>Culex pipiens</i> Aynı alana yumurtlama			<i>Anopheles maculipennis</i> ve <i>Culex pipiens</i> aynı alana yumurtlama		
Deneme no	Deneme I	Deneme II	Deneme III	Deneme I	Deneme II	Deneme III
Aralık (Min-Max)	1-9	1-9	1-12	5-11	1-4	3-6
Ortalama±sd	4,13±3,09	4,88±2,90	5,3±3,9	7,6±2,34	2,67±3,09	4,67±1,53

Sivrisineklerin bir bölgede yaşayabilme kabiliyeti yumurtlayabileceği üreme alanlarının mevcudiyetine ve beslenebileceği konakların bulunabilirliğine bağlıdır. Fakat iklimsel değişimler, gıda kaynaklarındaki mevcudiyetinde azalma gibi çeşitli çevresel değişkenlerin sivrisineklerin popülasyonunu etkileyebilmektedir. Sivrisinek popülasyonu eksojen (sıcaklık, yağış gibi iklimsel faktörler) ve endojen (popülasyon büyüklüğü) olarak iki mekanizma tarafından denetlenir (Begon ve ark. 2006; Ratikainen ve ark. 2007, Legros ve ark. 2009, Chaves ve ark. 2012). Sabit 379,94 ml (3,14 x 5,5 x 5,5 x 4= 379,94) hacme sahip yumurtlama alanlarımızın ürettiği ergin popülasyonlarını gözlemlediğimizde *Cx. pipiens* aynı ortama yumurtlama denemesinde toplam yumurtlanan 104 paketten toplam 1793 *Cx. pipiens*

ergini çıkarken, *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens* denemesinde 14 paketten 663 *Cx. pipiens* ergini çıkmıştır. *Cx. p. pipiens* sivrisinekleri 150-240 arasında yumurta içeren paket bırakabilmektedir (Becker ve ark. 2010).

Belli bir bölgedeki sivrisinek popülasyonunu belirleyen asal faktör larval dönemin durumudur (Dowling ve ark. 2013). Üreme alanındaki aşırı kalabalık durumu, ortama salınan kimyasaların (self-limiting ecomons) belli bir seviyenin üstündeki birey üzerinde baskılayıcı özellik gösterir. Kalabalıklaşma popülasyondaki dişi birey oranı düşürüp larva gelişim sürecini uzatıp, diapoza girme eğilimi artırır. Sivrisinek larvalarında, yem yeterli olsa bile kalabalık sonucu baskılanma ve ölüm görülür. Kalabalıklaşma durumunun yaptığı etki birey için kötü olsada popülasyonun belli bir seviyede tutulmasını sağlayarak tür için yarar sağlar (Ikeshoji 1978).

*Anopheles maculipennis* bireyleri çalışmamızda gelişimini tamamlayamamıştır. *Anopheles* türlerinin beslenmeleri hypo-neustonic'tir, yani su yüzeyinin hemen altındaki mikroorganizmaları veya suda yüzen planktonik mikro canlıları beslenir. Ayrıca hem de yüzeyin hemen altında bulunan diğer organik materyalleri de tüketirler. Hem *Anopheles* türleri hemde *Culex* türleri besinleri toplayıcı filtre edici beslenme tipine sahiptirler. *Culex* türleri su derinliği boyunca organik döküntü ve mikroorganizmalarla beslenir. Ayrıca suda dalma eğilimleri vardır (Merritt ve ark. 1992). Bu beslenme tarzı *An. maculipennis* ve *Cx. pipiens* türlerinin aynı alana yumurtlama eğilimi denemelerinde ovitraplardaki iki türün larvaları arasında rekabet oluşmasına neden olabilir. Bizim kullandığımız ovitrapların derinliği 4 cm'dir. Su derinliğinin sivrisineklerin gelişimini etkileyebileceği *Ae. aegypti*, *An. albimanus*, *An. gambiae* ve *An. stephensi* ile ilgili çalışmalarda gösterilmiştir. Bu gruplarda, en yüksek larva canlı kalma oranı 0,5-1 cm derinlikte izlenirken, *Anopheles* larvaları 2 cm'den daha derin sularda genelde ölmüşlerdir. Su derinliğinin besin ulaşabilirliğini etkileyeceği, uygun besin dağılımının kalabalık etkisi stresini düşürüp, larval beslenemenin pupa ve ergin sürecini etkilediği de ifade edilmiştir (Timmerman ve Briegel 1993).

Yumurtlama alanındaki larval dönemin sivrisineklerin yoğunluğu, gelişme zamanı, vücut büyüklüğü, hayatta kalma (Dodson ve ark. 2011, Couret ve ark. 2014) ve ortaya çıkan yetişkinlerin performansını (Ng'habi ve ark. 2005), vektörlük yeteneğini (Araujo ve ark. 2012) etkileyebileceği bildirilmiştir. Üreme alanında aşırı kalabalıklaşma durumunda ortamda kimyasalar (self-limiting ecomons) oluştuğu kaydedilmiştir (Ikeshoji 1978). Kalabalık ortamda oluşan kimyasalların ortamdaki miktarı larva sayısı ile ilişkili olmayıp larvaların yoğunluk düzeyiyle ilişkili olabileceği ifade edilmiştir (Ikeshoji ve Mulla 1974). Bizim

çalışmamızdaki *Cx. pipiens* larva ölümleri genelde pupa dönemine geçişten hemen önce veya geçiş sürecinde izlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada *An. maculipennis*'in genelde ovitraplara 24 saatlik zaman diliminde yumurtlayıp tekrar yumurtlamadığı kaydedilerek yayılımcı yumurtlama davranışı gösterdiği belirlenmiştir. *Cx. pipiens* ise önceden yumurtladığı ovitraplara tekrar tekrar yumurtlayarak paket toplama davranışı göstermiştir. Bu çalışma *An. maculipennis*'in gelişim bakımından daha dirençsiz tür olduğunu işaret etmektedir. Her iki tür de kendi yumurtası bulunan alana yumurtlama eğilimindedir. Ancak bu noktada *An. maculipennis* daha seçici bir türdür. Gerek saha taramaları gerekse de mücadele de yararlanabilmek adına *Culex* türlerinin sentetik yumurtlama atraktanının bulunmasına şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır (Leal ve ark. 2008). *Cx. quinquefasciatus*'ta yapılan bir çalışmada, sinek eğer larva veya pupadan çıkış döneminde belli bir yumurtlama atraktanına maruz kalır ise, ergin iken o atraktana olan ilgisinin daha yüksek olduğu, erken biyolojik dönemden gelen bir belleğin söz konusu olduğu kaydedilmiştir (McCall ve Eaton 2001).



## 6. KAYNAKLAR

- Afify A, Galizia CG (2015). Chemosensory cues for mosquito oviposition site selection. *J Med Entomol*, 52(2):120-130.
- Aldemir A, Bosgelmez A (2006). Population dynamics of adults and immature stages of mosquitoes (Diptera:Culicidae) in Gölbaşı district, Ankara. *Turk J Zool*, 30:9-17.
- Alkan SS, (2008). Iğdır Ovası'nda Kapalı Alanlardaki Sivrisinek (Diptera:Culicidae) Türlerinin Örneklenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.49 p.
- Allan SA, Kline DL (1995). Evaluation of organic infusions and synthetic compounds mediating oviposition in *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Chem Ecol*, 21(11):1847-1860.
- Ali A, Nayar J (1997). Invasion, spread, and vector potential of *Aedes albopictus* in the USA and its control possibilities. *Med Entomol Zool*, 48:1-9.
- Alten B, Bellini R, Caglar SS, Simsek FM, Kaynas S (2000). Species composition and seasonal dynamics of mosquitoes in the Belek region of Turkey. *J Vector Ecol*, 25(2):146-154.
- Alten B (1993). Muğla İli, Ortaca ve Dalaman Yörelerinde *Culex* Türlerinin (Diptera:Culicidae) Biyo-Ekolojisi Üzerine Çalışmalar.Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 273 s.
- Alten B, Kampen H, Fontenille D (2007). Malaria in Southern Europe: resurgence from the past? In: *Emerging Pests and Vector-Borne Disease in Europe. Ecology and Control of Vector-Borne Diseases*, Vol. 1. Takken W, Knols BGJ (eds.). pp. 35-57. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands.
- Anderson JF, Andreadis TG, Main AJ, Ferrandino FJ, Vossbrinck CR (2006). West Nile virus from female and male mosquitoes (Diptera: Culicidae) in subterranean, ground, and canopy habitats in Connecticut. *J Med Entomol*, 43(5):1010-1019.
- Anonim 1. Common name: common malaria mosquito scientific name: *Culex quinquefasciatus* Say (Insecta: Diptera: Culicidae). [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/southern\\_house\\_mosquito.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/southern_house_mosquito.htm). (Erişim tarihi, 02.12.2018).
- Anonim 2. Common name: common malaria mosquito scientific name: *Anopheles quadrimaculatus* Say (Insecta: Diptera: Culicidae). [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/Anopheles\\_quadrimaculatus.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/Anopheles_quadrimaculatus.htm). (Erişim tarihi, 02.12.2018)
- Araujo MS, Gil LHS, e-Silva AA (2012). Larval food quantity affects development time, survival and adult biological traits that influence the vectorial capacity of *Anopheles darlingi* under laboratory conditions. *Malar J*, 11:261.
- Azari-Hamidian S (2007). Larval habitat characteristics of mosquitoes of the genus *Culex* (Diptera: Culicidae) in Guilan Province, Iran. *J ArthropodBorne Dis*,1(1):9-20.
- Baldini F, Gabrieli P , Rogers DW, Catteruccia F (2012). Function and composition of male accessory gland secretions in *Anopheles gambiae*: a comparison with other insect vectors of infectious diseases. *Pathog Global Health*,106(2):82-93.

- Barbosa RM, Souto A, Eiras AE, Regis L (2007). Laboratory and field evaluation of an oviposition trap for *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 102(5):523-529.
- Baqar S, Hayes CG, Murphy JR, Watts DM (1993). Vertical transmission of West Nile virus by *Culex* and *Aedes* species of mosquitoes. *Am J Trop Med Hyg*, 48:757-762.
- Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Madon M, Dahl C, Kaiser A (2010). *Mosquitoes and Their Control*. Second Edition. Springer, Heidelberg, New York, p. 577.
- Becker N, Jöst A, Weitzel T (2012). The *Culex pipiens* complex in Europe. *J Am Mosq Control Assoc*, 28(4s), 53-67.
- Beehler JW, Millar JG, Mulla MS (1993). Synergism between chemical attractants and visual cues influencing oviposition of mosquito, *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *J Chem Ecol*, 19(4):635-644.
- Beehler JW, Millar JG, Mulla MS (1994). Field evaluation of synthetic compounds mediating oviposition in *Culex* mosquitoes (Diptera: Culicidae). *J Chem Ecol*, 20(2):281-291.
- Beehler JW, Mulla Ms (1995). Effects of organic enrichment on temporal distribution and abundance of culicine egg rafts. *J Am Mosq Control Assoc*, 11(2):167-171.
- Begon M, Harper JL, Townsend CR, (2006). *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Science, pp. 738.
- Beier JC, Müller GC, Gu W, Arheart KL, Schlein Y (2012). Attractive toxic sugar bait (ATSB) methods decimate populations of *Anopheles* malaria vectors in arid environments regardless of the local availability of favoured sugar-source blossoms. *Malar J*, 11:1.
- Bellini R, Carrieri M, Burgio G, Bacchi M. 1996. Efficacy of different ovitraps and binomial sampling in *Aedes albopictus* surveillance activity. *J Am Mosq Control Assoc*, 12:632-636.
- Bentley MD, Day JF (1989). Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Annu Rev Entomol*, 34:401-421.
- Blackwell A, Mordue Luntz AJ, Hansson BS, Wadhams LJ, Pickett JA (1993). A behavioural and electrophysiological study of oviposition cues for *Culex quinquefasciatus*. *Physiol Entomol*, 18(4):343-348.
- Blaustein L (1998). Influence of predatory backswimmer, *Notonecta maculata*, on invertebrate community structure. *Ecol Entomol*, 23:246-252.
- Blaustein L, Blaustein J, Chase J (2005). Chemical detection of the predator *Notonecta irrorata* by ovipositing *Culex* mosquitoes. *J Vector Ecol*, 30(2):299-301.
- Blaustein L, Kiflawi M, Eitam A, Mangel M, Cohen JE (2004). Oviposition habitat selection in response to risk of predation in temporary pools: Mode of detection and consistency across experimental venue. *Oecologia*, 138(2):300-305.
- Bruno DW, Laurence BR (1979). The influence of the apical droplet of *Culex* egg rafts on oviposition of *Culex pipiens fatigans* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol*, 16(4):300-305.
- Cancrini G, Pietrobelli M, Frangipane di Regalbano AF, Tampieri MP, Della Torre A (1995). Development of *Dirofilaria* and *Setaria* nematodes in *Aedes albopictus*. *Parassitologia*, 37(2-3):141-145.

- Chaves LF, Morrison AC, Kitron UD, Scott TW (2012). Nonlinear impacts of climatic variability on the density-dependent regulation of an insect vector of disease. *Glob Change Biol*, 18:457-468.
- Chamberlain RW, Sudia WD, GOGEL RH. (1964). Studies on transovarial transmission of St. Louis encephalitis virus by *Culex quinquefasciatus* Say. *Am J Hyg*, 80(2).
- Chompoonsri J, Thavara U, Tawatsin A, Boonserm R, Phumee A, Sangkitporn S, Siriyasatien P (2016). Vertical transmission of Indian Ocean Lineage of chikungunya virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes. *Parasit Vectors*, 9:227.
- Couret J, Dotson E, Benedict MQ (2014). Temperature, larval diet, and density effects on development rate and survival of *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae). *PLoS One*, 9(2):e87468.
- Çetin H, Yanıkoğlu A (2004). Antalya kentinde bulunan Sivrisinek (Diptera: Culicidae) türleri, üreme alanları ve baskın tür *Culex pipiens* L.'in bazı özellikleri Mosquito (Diptera: Culicidae) species, their breeding sites and some biological aspects of dominant species *Culex pipiens* L. in Antalya, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28(4).
- Day JF (2016). Mosquito oviposition behavior and vector control. *Insects*, 7(4): 65.
- Darsie RF, Samanidou-Voyadjoglou A (1997). Keys for the identification of the mosquitoes of Greece. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 13(3):247-254.
- Dodson BL, Kramer LD, Rasgon JI (2011). Larval nutritional stress does not affect vector competence for West Nile virus (WNV) in *Culex tarsalis*. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 11(11):1493-1497.
- Doğan F (1987). Çukurova bölgesi sivrisinek faunasının araştırılması. *Ege Üni Tıp Fak Derg*, 26(2): 617-623.
- Dowling Z, Ladeau SL, Armbruster P, Biehler D, Leisnham PT (2013). Socioeconomic status affects mosquito (Diptera: Culicidae) larval habitat type availability and infestation level. *J Med Entomol*, 50(4):764-772.
- Demirci B (2006). Iğdır ve civarındaki sivrisinek (Diptera: Culicidae) türlerinin biyoekolojisi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Du YJ, Millar JG (1999). Electroantennogram and oviposition bioassay responses of *Culex quinquefasciatus* and *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) to chemicals in odors from Bermuda grass infusions. *J Med Entomol*, 36(2):158-166.
- Edalat H, Moosa-Kazemi SH (2016). Age Determination and Vectorial Capacity of *Anopheles Maculipennis* Sensu Lato (Diptera: Culicidae), in the Central Plateau of Iran. *Iran J Health Sci*, 4(2):31-42
- Ergunay K, Whitehouse CA, Ozkul A (2011). Current status of human arboviral diseases in Turkey. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 11( 6): 731–741,
- Ergunay K, Gunay F, Oter K, Kasap OE, Orsten S, Akkutay AZ, Erdem H, Ozkul A, Alten B (2013). Arboviral surveillance of field-collected mosquitoes reveals circulation of West Nile virus lineage 1 strains in Eastern Thrace, Turkey. *Vector-Borne Zoonotic Dis*, 13( 10):744-752.
- Ergünay K, Litzba N, Brinkmann A, Günay F, Sarıkaya Y, Kar S, Serra O, Kerem O, Cristina D, Kasap OE, Aykut O, Luke M, Andreas N, Bülent A, Yvonne-Marie L (2017). Co-

- circulation of West Nile virus and distinct insect-specific flaviviruses in Turkey. *Parasite Vectors*,10(1):149.
- Fawaz EY, Allan SA, Bernier UR, Obenauer PJ, Diclaro JW (2014). Swarming mechanisms in the yellow fever mosquito aggregation pheromones are involved in the mating behavior of *Aedes aegypti*. *J Vector Ecol*, 39(2):347-354.
- Foster WA, Walker ED (2002). Mosquitoes (Culicidae). In. *Medical and Veterinary Entomology*. Mullen GR, Durden LA (eds.). 203-262 pp. Academic Press, New York.
- García-Rejón JE, Farfan-Ale JA., Ulloa A, Flores-Flores LF, Rosado-Paredes E, Baak-Baak C, Loroño-Pino MA, Fernández-Salas I, Beaty BJ (2008). Gonotrophic cycle estimate for *Culex quinquefasciatus* in Merida, Yucatan, Mexico. *J Am Mosq Control Assoc*,24(3), 344-348.
- Ghavami MB. (2005). Estimation and comparison of *Anopheles maculipennis* sl (Diptera: Culicidae) survival rates with light-trap and indoor resting data. *Iran J Public Health*,34(2):48-57.
- Gimning JE, Ombok M, Otieno S, Kaufman MG, Vulule JM, Walker ED (2002). Density-dependent development of *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) larvae in artificial habitats. *J Med Entomol*, 39(1):162-172.
- Glick JI (1992). Illustrated Southwestern key to the female *Anopheles* of Asia and Egypt (Diptera: Culicidae). *Mosquito Systematics*, 24:125-153.
- Goddard J (2007). *Physician's Guide to Arthropods of medical Importance*. Fifth edition. CRC Press, p.480, New York.
- Goddard J (2008). *Infectious Diseases and Arthropods*. Second edition. Humana Press (Springer International), 251 p, Berlin
- Gordeev MI, Zvantsov AB, Goriacheva II, Shaikevich EV, Ezhov MN (2005). Description of the new species *Anopheles artemievi* sp.n. (Diptera, Culicidae). *Med Parazitol*, 2:4-5.
- Gould EA, Higgs S (2009). Impact of climate change and other factors on emerging arbovirus diseases. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 103:109-121.
- Gubler DJ (2010). The global threat of emergent/re-emergent vector-borne diseases. *Vector Biology, Ecology and Control*, pp.39-62.
- Gutsevich AV, Monchadskii AS, Shtakelberg AA (1974). *Fauna of the U.S.S.R. Diptera. Volume 3, No.4 Mosquitoes Family Culicidae*. Jerusalem: Keter Publishing House, 16-17 p.
- Günay F (2015). Türkiye sivrisinek faunası üzerine DNA barkodlama yöntemiyle moleküler analizler. *Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. 120 p.
- Harrington LC, Ponlawat A, Edman JD, Scott TW, Vermeylen F (2008) Influence of container size, location, and time of day on oviposition patterns of the dengue vector, *Aedes aegypti*, in Thailand. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 8(3):415-423.
- Harbach R, Kitching I (1998). Phylogeny and classification of the Culicidae (Diptera), *Systematic Entomol*, 327–370
- Harbach RE, Dahl C ve White GB (1985). *Culex* (*Culex*) *pipiens* Linnaeus (Diptera: Culicidae) concepts, type designations and description. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 87(1):1-24.

- Hazard EI, Mayer MS, Savaoe KE (1967). Attraction and oviposition stimulation of gravid female mosquitoes by bacteria from hay infusion. *Mosq News*, 27(2):133-136.
- Hayes EB, Komar N, Nasci RS, Montgomery SP, O'Leary DR, Campbell GL (2005). Epidemiology and transmission dynamics of West Nile virus disease. *Emer Infect Dis*, 11( 8):1167-1173,.
- Himeidan YE, Temu EA, El Rayah EA, Munga S, Kweka EJ (2013). Chemical cues for malaria vectors oviposition site selection: challenges and opportunities. *J Insects*, ID:685182.
- Huang J, Miller JR, Chen S, Vulule JM, Walker ED (2006). *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) oviposition in response to agarose media and cultured bacterial volatiles. *J Med Entomol*, 43(3):498-504.
- Hudson A, McLintock J (1967). A chemical factor that stimulates oviposition by *Culex tarsalis* Coquillett (Diptera: Culicidae). *Anim Behav*, 15:336-341.
- Ikeshoji T (1978). Lipids self-limiting the populations of mosquito larvae. In: *The Pharmacological Effect of Lipids*. J.J. Kabara (ed.). The American Oil Chemists' Society, Illinois, USA. pp. 113-121. ISBN: 9991817697.
- Ikeshoji T, Mulla MS (1974). Overcrowding factors of mosquito larvae: isolation and chemical identification. *Environ Entomol*, 3(3):482-486.
- Ikeshoji T, Saito K, Yano A (1975). Bacterial production of the ovipositional attractants for mosquitoes on fatty acid substrates. *Appl Entomol Zool*, 10:239-242.
- İnci A, Yıldırım A, Njabo KY, Düzlü O, Bişkin Z, Çiloğlu A (2012). Detection and molecular characterization of avian *Plasmodium* from mosquitoes in central Turkey. *Vet Parasitol*, 13;188(1-2):179
- Jetten TH, Takken W. (1994). Anophelism without malaria in Europe: a review of the ecology and distribution of the genus *Anopheles* in Europe 24-37 pp. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University.
- Kasap M (1985). Sivrsinek larvalarının habitat tiplerinin incelenmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 42(2):269-274.
- Kalpage KSP, Brust RA (1973). Oviposition attractant produced by immature *Aedes atropalpus*. *Environ Entomol*, 2(5):729-730
- Kaufman MG, Walker ED, Smith TW, Merritt RW, Klug MJ (1999). Effects of larval mosquitoes (*Aedes triseriatus*) and stemflow on microbial community dynamics in container habitats. *Appl Environ Microbiol*, 65(6):2661-2673.
- Kiarie-Makara MW, Ngumbi PM, Lee DK (2015). Effects of temperature on the growth and development of *Culex pipiens* complex mosquitoes (Diptera: Culicidae). *IOSR J Pharm Biol Sci*, 10(6):1-10.
- Kiflawi M, Blaustein L, Mangel M (2003). Oviposition habitat selection by the mosquito *Culiseta longiareolata* in response to risk of predation and conspecific larval density. *Ecol Entomol*, 28(2):168-173.
- Lang JT (1977). Contact sex pheromone in the mosquito *Culiseta inornata* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol*, 14(4):448-454.
- Laurence BR, Pickett JA (1985). An oviposition attractant pheromone in *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Bull Entomol Res*, 75(2):283-290.

- Leal WS, Barbosa RMR, Xu W, Ishida Y, Syed Z, Latte N, Chen AM, Morgan TI, Cornel AJ, Furtado A (2008). Reverse and conventional chemical ecology approaches for the development of oviposition attractants for *Culex mosquitoes*. PLoS ONE 3(8):e3045.
- Legros M, Lloyd AL, Huang Y, Gould F(2009). Density-dependent intraspecific competition in the larval stage of *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae): revisiting the current paradigm. J Med Entomol, 46:409-419.
- Lehane M (2005). The Biology of Blood-Sucking in Insects. Second Edition. Cambridge University Press, UK. pp.321.
- Lindh JM, Kannaste A, Knols BGJ, Faye I, Borg-Karlson AK (2008). Oviposition responses of *Anopheles gambiae* s.s. (Diptera: Culicidae) and identification of volatiles from bacteria-containing solutions. J Med Entomol, 45(6):1039-1049.
- Lowenberger CA, Rau ME (1994). Selective oviposition by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in response to a larval parasite, *Plagiorchis elegans* (Trematoda: Plagiorchiidae). Environ Entomol, 23(5):1269-1276.
- Lucius R, Loos-Frank B. (2008). Biologie von Parasiten. 2. Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg. 552p
- Lutz EK, Lahondère C, Vinauger C, Riffell JA (2017). Olfactory learning and chemical ecology of olfaction in disease vector mosquitoes: a life history perspective. Curr Opin Insect Sci, 20:75-83.
- Madder DJ, MacDonald RS, Surgeoner GA, Helson BV (1980). The use of oviposition activity to monitor populations of *Culex pipiens* and *Culex restuans* (Diptera: Culicidae). Can Entomol, 112(10):1013-1017.
- Maire A, Langis R (1985). Oviposition responses of *Aedes (Ochlerotatus) communis* (Diptera: Culicidae) to larval holding water. J Med Entomol, 22(1):111-112.
- Marshall JF (1938). The British Mosquitoes. Johnson Reprint Corporation, London, 332 p
- Mboera LEG, Mdira KY, Salum FM, Takken W, Pickett JA (1999). The influence of synthetic oviposition pheromone and volatiles from soakage pits and grass infusions upon oviposition site-selection of *Culex* mosquitoes in Tanzania. J Chem Ecol, 25(8):1855-1865.
- Mboera LEG, Takken W, Mdira KY, Chuwa GJ, Pickett JA (2000). Oviposition and behavioral responses of *Culex quinquefasciatus* to skatole and synthetic oviposition pheromone in Tanzania. J Chem Ecol, 26(5):1193-1203.
- McCall PJ, Eaton G (2001). Olfactory memory in the mosquito *Culex quinquefasciatus*. Med Vet Entomol, 15:197-203.
- McDaniel IN, Bentley MD, Lee HP, Yatagai M (1976). Effects of color and larval-produced oviposition attractants on oviposition of *Aedes triseriatus*. Environ Entomol, 5(3):553-556.
- McPhatter LP, Debboun M (2009). Attractiveness of botanical infusions to ovipositing *Culex quinquefasciatus*, *Cx. nigripalpus*, and *Cx. erraticus* in San Antonio, Texas. J Am Mosq Control Assoc, 25(4):508-510.
- Medici A, Carrieri M, Scholte EJ, Maccagnani B, Dindo ML, Bellini R (2011). Studies on *Aedes albopictus* larval mass-rearing optimization. J Econ Entomol, 104(1):266-273.
- Merritt RW, Dadd RH, Walker ED (1992). Feeding behavior, natural food, and natural relationships of larval mosquitoes. Annu Rev Entomol, 37:349-376.

- Michaelakis A, Mihou AP, Couladouros EA, Zounos AK, Koliopoulos G (2005). Oviposition responses of *Culex pipiens* to a synthetic racemic *Culex quinquefasciatus* oviposition aggregation pheromone. *J Agric Food Chem*, 53:5225-5229.
- Millar JG, Chaney JD, Mulla MS (1992). Identification of oviposition attractants for *Culexquinquefasciatus* from fermented Bermuda grass infusions. *J Am Mosq Control Assoc*, 8(1):11-17.
- Mitchell CJ, Gubler DJ, Monath TP (1983). Variation in infectivity of Saint Louis encephalitis viral strains for *Culex pipiens quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol*, 20(5), 526-533.
- Mokany A, Shine R (2003). Competition between tadpoles and mosquito larvae. *Oecologia*, 135(4):615-620.
- Muller GC, Beier JC, Traore SF, Toure MB, Traore MM, Bah S, Doumbia S, Schlein Y (2010a). Successful field trial of attractive toxic sugar bait (ATSB) plantspraying methods against malaria vectors in the *Anopheles gambiae* complex in Mali, West Africa. *Malar J*, 9:210.
- Muller GC, Junnila A, Qualls W, Revay EE, Kline DL, Allan S, Schlein Y, Xue RD (2010b). Control of *Culex quinquefasciatus* in a storm drain system in Florida using attractive toxic sugar baits. *Med Vet Entomol*, 24:346-351.
- Munga S, Minakawa N, Zhou G, Barrack OOJ, Githeko AK, Yan G (2006). Effects of larval competitors and predators on oviposition site selection of *Anopheles gambiae* sensu stricto. *J Med Entomol*, 43(2):221-224.
- Nazni WA, Lee HL, Wan Rozita WM, Lian AC, Chen CD, Azahari AH, Sadiyah I (2009). Oviposition behaviour of *Aedes albopictus* in temephos and *Bacillus thuringiensis israelensis*-treated ovitraps. *Dengue Bull*, 33:209-217.
- Nicolescu G, Linton YM, Vladimirescu A, Howard TM, Harbach RE (2004). Mosquitoes of the *Anopheles maculipennis* group (Diptera: Culicidae) in Romania, with the discovery and formal recognition of a new species based on molecular and morphological evidence. *Bull Entomol Res*, 94(6):525–535.
- Ng'habi KR, John B, Nkwengulila G, Knols BGJ, Killeen GF, Ferguson HM (2005). Effect of larval crowding on mating competitiveness of *Anopheles gambiae* mosquitoes. *Malar J*, 4:49.
- Öter K (2007). İstanbul'da görülen sivrisinek türlerinin tespiti. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 160p.
- Öter K, Tüzer E (2014). İstanbul'da Sivrisinek Türlerinin (Diptera: Culicidae) Kompozisyonu. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*,40(2), 249-259.
- Özbilgin A, Topluoglu S, Es S, Islek E, Mollahaliloglu S, Erkoc Y (2011). Malaria in Turkey: Successful control and strategies for achieving elimination. *Acta Tropica*, 120:15–23.
- Parrish (1959). The mosquitoes of Turkey. *Mosquito News*, 19(4):264–266.
- Pates H, Curtis C (2005). Mosquito behavior and vector control. *Annu Rev Entomol*,50:53-70.
- Pavlovich SG, Rockett CL (2000). Color, bacteria, and mosquito eggs as ovipositional attractants for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Great Lakes Entomol*, 33(2):141-153.

- Paupy C, Delatte H, Bagny L, Corbel V, Fontenille D (2009). *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: From the darkness to the light. *Microbes Infect*, 11(14-15):1177-1185.
- Ponnusamy L, Wesson DM, Arellano C, Schal C, Apperson CS (2010a). Species composition of bacterial communities influences attraction of mosquitoes to experimental plant infusions. *Microb Ecol*, 59(1):158-173.
- Ponnusamy L, Xu N, Böröczky K, Wesson DM, Abu Ayyash L, Schal C, Apperson CS (2010b). Oviposition responses of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* to experimental plant infusions in laboratory bioassays. *J Chem Ecol*, 36(7):709-719.
- Poonam S, Paily KP, Balaraman K (2002). Oviposition attractancy of bacterial culture filtrates - response of *Culex quinquefasciatus*. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 97(3):359-362.
- Proft J, Maier WA, Kampen H (1999). Identification of six sibling species of the *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) by a polymerase chain reaction assay. *Parasitol Res*, 85:837-843.
- Ramsdale CD, Alten B, Caglar SS, Ozer N (2001). A revised, annotated checklist of mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Turkey. *Eur Mosq Bull*, 9:18-28.
- Ratikainen II, Gill JA., Gunnarsson TG, Sutherland WJ, Kokko H.(2007). Whendensity dependence is not instantaneous: theoretical developments andmanagement implications. *Ecol Lett*, 11(2):184-189.
- Reisen WK, Meyer RP (1990). Attractiveness of selected oviposition substrates for gravid *Culex tarsalis* and *Culex quinquefasciatus* in California. *J Am Mosq Control Assoc*, 6(2):244-250.
- Reiskind MH, Zarrabi AA (2011). The importance of an invasive tree fruit as a resource for mosquito larvae. *J Vector Ecol*, 36(1):197-203.
- Reiter P (1986). A standardized procedure for the quantitative surveillance of certain *Culex* mosquitoes by egg raft collection. *J Am Mosq Control Assoc*, 2(2):219-221.
- Reiter P (2007). Oviposition, dispersal and survival in *Aedes aegypti*: implications for the efficacy of control strategies. *Vector-Borne Zoonot Dis*, 7(2):261-273.
- Reiter P, Sprenger D (1987). The used tire trade: a mechanism for the worldwide dispersal of container breeding mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc*, 3(3):494-501.
- Roberts DR, Hsi BP (1977). A method of evaluating ovipositional attractants of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) with preliminary results. *J Med Entomol*, 14(1):129-131.
- Rohani A, Zamree I, Joseph RT, Lee HL (2008). Persistency of transovarial dengue virus in *Aedes aegypti* (Linn.). *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 39(5):813-816.
- Rosen L, Lien JC, Shroyer DA, Baker RH, Lu LC (1989). Experimental vertical transmission of Japanese encephalitis virus by *Culex tritaeniorhynchus* and other mosquitoes. *Am J Trop Med Hyg*, 40(5):548-556.
- Rozendaal JA (1997). *Vector Control: Methods for Use by Individuals and Communities*. World Health Organization, p.423, Albany.
- Rydzanicz K, Lonc E (2003). Species composition and seasonal dynamics of mosquito larvae in the Wrocław, Poland area. *J Vector Ecol*, 28(2):255-266.



- Sarıkaya Y (2017). Türkiye-Suriye sınırında yer alan mülteci kampları çerçevesinde ve mülteci göç yolları üzerinde sivrisinek (Diptera: Culicidae) türlerinin tespit edilmesi. Yüksek Lisan Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, p.49
- Saward-Arav D, Sadeh A, Mangel M, Templeton AR, Blaustein L (2016). Oviposition responses of two mosquito species to pool size and predator presence: varying trade-offs between desiccation and predation risks. *Isr J Ecol Evol*, 62(3-4):143-148.
- Saiyasombat R, Bolling BG, Brault AC, Bartholomay LC., Blitvich BJ ,2011. Evidence of transovarial transmission of *Culex flavivirus* by *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) *J Med Entomol*, 48(5):1031-1038.
- Sedaghat MM, Linton YM, Oshaghi M, Vatandoost H, Harbach RE (2003). The *Anopheles maculipennis* complex (Diptera: Culicidae) in Iran: molecular characterization and recognition of a new species. *Bull Entomol Res*, 93(6):527–535
- Shaikevich EV, Vinogradova EB. (2014). The discovery of a hybrid population of mosquitoes of the *Culex pipiens* L. complex (Diptera, Culicidae) on the Kos Island (Greece) by means of molecular markers. *Entomol Rev*, 94(1), 35-3
- Shaikevich EV, Vinogradova EB, Bouattour A, Gouveia de Almeida AP. (2016). Genetic diversity of *Culex pipiens* mosquitoes in distinct populations from Europe: contribution of *Cx. quinquefasciatus* in Mediterranean populations. *Parasit Vectors*, 9(1):47.
- Schaffner E, Angel G, Geoffroy B, Hervy JP, Rhaiem A, Brunhes J (2001). The Mosquitoes of Europe (CD-Rom). Institute de Recherche pour le Développement (IRD), Montpellier, France.
- Schneider P, Takken W, McCall PJ (2000). Interspecific competition between sibling species larvae of *Anopheles arabiensis* and *An. gambiae*. *Med Vet Entomol*, 14(2):165-170.
- Scholte E-J, Jacobs F, Linton Y-M, Dijkstra E, Franssen J, Takken W (2007). First record of *Aedes (Stegomyia) albopictus* in the Netherlands. *Eur Mosq Bull*, 22:5-9.
- Shroyer DA (1990). Vertical maintenance of dengue-1 virus in sequential generations of *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc*, 6(2):312-314.
- Sih A (1986). Antipredator responses and the perception of danger by mosquito larvae. *Ecology*, 67(2):434-441.
- Silberbush A, Markman S, Lewinsohn E, Bar E, Cohen JE, Blaustein L (2010). Predator-released hydrocarbons repel oviposition by a mosquito. *Ecol Lett*, 13(9):1129-1138.
- Spencer M, Blaustein L, Cohen JE (2002). Oviposition habitat selection by mosquitoes (*Culiseta longiareolata*) and consequences for population size. *Ecology*, 83(3):669-679.
- Stav G, Blaustein L, Margalith J (1999). Experimental evidence for predation risk sensitive oviposition by a mosquito, *Culiseta longiareolata*. *Ecol Entomol*, 24:202-207.
- Sunahara T, Ishizaka K, Mogi M (2002). Habitat size: a factor determining the opportunity for encounters between mosquito larvae and aquatic predators. *J Vector Ecol*, 27(1):8-20.
- Şahin İ (1984). Antalya ve çevresindeki sivrisinekler (Diptera: Culicidae) ve filariose vektörü olarak önemleri üzerinde araştırmalar. II. Sivrisinek faunasını belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar. *Doğa Bilim Der A2*, 8(3): 385-396.

- Şengil AZ, Akkaya H, Gonenc M, Gonenc D, Ozkan D (2011). Species composition and monthly distribution of mosquito (culicidae) larvae in the Istanbul metropolitan area, Turkey. *Int J Biol Med Res*, 2(1):415-424.
- Şimşek FM, Ulger C, Akiner MM, Tuncay SS, Kiremit F, Bardakci F (2011). Molecular identification and distribution of *Anopheles maculipennis* complex in the Mediterranean region of Turkey. *Biochem Syst Ecol*, 39(4–6):258–265.
- Tesh RB, Gubler DJ (1975). Laboratory studies of transovarial transmission of La Crosse and other arboviruses by *Aedes albopictus* and *Culex fatigans*. *Am J Trop Med Hyg*, 24(5):876-880.
- Timmerman SE, Briegel H (1993). Water depth and larval density affect development and accumulation of reserves in laboratory populations of mosquitoes. *Bull Soc Vector Ecol*, 18(2):174-187.
- Trexler JD, Apperson Cs, Zurek L, Gemeno C, Kaufman CM, Walker E, Watson DW, Wallace L (2003). Role of bacteria in mediating the oviposition responses of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol*, 40(6):841-848.
- Wachira SW, Ndung'u M, Njagi PG, Hassanali A (2010). Comparative responses of ovipositing *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus* females to the presence of *Culex* egg rafts and larvae. *Med Vet Entomol*, 24:369-374.
- Wachira SW, Ndung'u M, Njagi PGN, Hassanali A (2010). Comparative responses of ovipositing *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus* females to the presence of *Culex* egg rafts and larvae. *Med Vet Entomol*, 24(4):369-374.
- Wall R, Shearer D (2001). *Veterinary Ectoparasites: Biology Pathology, and Control*. Second edition. Wiley-Blackwell Publishing, Malden, USA, 262p.
- Wong J, Stoddard ST, Astete H, Morrison AC, Scott TW (2011). Oviposition site selection by the dengue vector *Aedes aegypti* and its implications for dengue control. *PLoS Negl Trop Dis*, 5(4):e1015.
- Weavera SC, Reisen WK (2010). Present and future arboviral threats. *Antiv Res*, 85:328-345.
- Weissenböck H, Hubálek Z, Bakonyi T, Nowotny N (2010). Zoonotic mosquito-borne flaviviruses: worldwide presence of agents with proven pathogenicity and potential candidates of future emerging diseases. *Vet Microbiol*, 140:271-280.
- Wheeler AS, Petrie WD, Malone D, Allen F (2009). Introduction, Control, and Spread of *Aedes albopictus* on Grand Cayman Island, 1997–2001. *J Am Mosq Control Assoc*, 25(3):251-259.
- White GB (1978). Systematic reappraisal of *Anopheles maculipennis* complex. *Mosquito Systematics*, 10(1):13-44
- Yıldırım A, İnci A, Düzlü Ö, Bişkin Z, İça A, Şahin İ (2011). *Aedes vexans* and *Culex pipiens* as the potential vectors of *Dirofilaria immitis* in Central Turkey. *Vet Parasitol*, 178(1-2):143-147.
- Yoshioka M, Couret J, Kim F, McMillan J, Burkot TR, Dotson EM, Kitron U, Vazquez-Prokopec GM (2012). Diet and density dependent competition affect larval performance and oviposition site selection in the mosquito species *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasit Vectors*, 5:225.

- Zahiri N, Rau ME (1998). Oviposition attraction and repellency of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to waters from conspecific larvae subjected to crowding, confinement, starvation, or infection. *J Med Entomol*, 35(5):782-787.
- Zahiri NS, Mulla MS (2005). Non-larvicidal effects of *Bacillus thuringiensis israelensis* and *Bacillus sphaericus* on oviposition and adult mortality of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *J Vector Ecol*, 30(1):155-162.
- Zuharah WF, fadzly N, Ong Kang Wei W, Hashim ZH (2016). Oviposition habitat selection of Dengue vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in response to fish predator. *Trop Life Sci Res*, 27(supp1):117-122.
- Zuharah WF, Lester PJ (2010). Can adults of the New Zealand mosquito *Culex pervigilans* (Bergorth) detect the presence of a key predator in larval habitats? *J Vector Ecol*, 35(1):100-105.



## ÖZGEÇMİŞ

Şengül TALAY 12 Temmuz 1990 tarihinde Tokat'da doğdu. Tekirdağ'da ilköğretimi Nurettin Ekmekçioğlu İlköğretim okulunda, ortaöğretimi ise Tuğlacılar Lisesi'nde (Yabancı Dil Ağırlıklı Lise/ Süper Lise ) tamamladı. Üniversite eğitimini 2010-2015 yılları arasında Namık Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde tamamladı. Üniversiteyi Namık Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi ikincisi ve Biyoloji Bölüm birincisi olarak bitirdi.

