

***Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) TÜRÜ  
SİVRİSİNEKLERİN LARVALARINDA TÜR  
İÇİ KALABALIK ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Buket SEYMEN**

**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* (Diptera: Culicidae) TÜRÜ SİVRİSİNEKLERİN  
LARVALARINDA TÜR İÇİ KALABALIK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Buket SEYMEN**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. Sırrı KAR**

**TEKİRDAĞ-2018**

**Her hakkı saklıdır**

Doç. Dr. Sırrı KAR danışmanlığında, Buket SEYMEN tarafından hazırlanan “*Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) Türü Sivrisineklerin Larvalarında Tür İçi Kalabalık Etkisinin 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* (Diptera: Culicidae) TÜRÜ SİVRİSİNEKLERİN LARVALARINDA TÜR İÇİ KALABALIK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Buket SEYMEN**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sırrı KAR

Bu çalışmada, deneme alanında doğal olarak da yaygın görülen, birimimize ait *Culex pipiens pipiens* kolonisine ait sivrisinekler kullanılmıştır. Koloni bakımı, üniversitemiz yerleşkesi dahilinde yer alan sera ve tarımsal araştırma alanları bölgesinde, ağaçlıklı bir bölgede bulunan, artropod araştırma ünitelerinde gerçekleştirilmiştir. Koloni bakımı yarı doğal bir simulasyon şeklinde hazırlanmış bu sistemde yapılmıştır. Koloniye ait ergin sivrisineklerin beslenmesi amacıyla evcil tavuk (*Gallus gallus domesticus*) kullanılmıştır. Bu tez çalışmasıyla, *Cx. pipiens* larvalarında tür içi kalabalık etkisi, çeşitli yönlerden incelenmiş, söz konusu etkiye yol açan yoğunluk derecesi, ilgili etkinin muhtemel nedenleri ve olası sonuçları araştırılmıştır. Deneme gruplarının oluşturulmasında, özel yumurtlama alanından toplanan yumurta paketlerinden çıkan birinci dönem larvalar kullanılmıştır. Denemeler üst çapı 8 cm, alt çapı 6 cm ve yüksekliği 8 cm olan, şeffaf cam bardak şeklindeki kaplarda gerçekleştirilmiştir. Her birine 150 ml, h:4 cm olacak şekilde su konmuştur. Çalışmada her bir grupta 6 tekrar (6 kap) olacak şekilde toplam 9 grup oluşturulmuştur. Gruplardaki kaplarda larva sayısı sırasıyla 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 ve 256 olacak şekilde ayarlanmıştır. Her bir grup 55 x 70 cm, h:75 cm ebatlarındaki kafeslere alınmış ve takip eden gelişim süreci izlenmiştir. Sonuçta, kullanılan 3076 larvadan 338'i (%40,4) dişi, 498'i erkek (%59,6) olmak üzere toplamda 837 (%27,21) birey ergenliğe ulaşmıştır. Larva yoğunluğunun *Cx. pipiens* türünde gelişimi olumsuz etkilediği, gelişim sürecini uzattığı, yaygın larva ölümleriyle sonuçlandığı ve çıkan erginlerde kanat uzunluğunu azalttığı açıkça izlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Culex pipiens*, larva, konteyner, kalabalık etkisi

**2018, 48 sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **INVESTIGATION OF THE INTRASPECIFIC LARVAL CROWDING EFFECTS IN THE MOSQUITO SPECIES *Culex Pipiens* (Diptera: Culicidae)**

**Buket SEYMEN**

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. SİRRI KAR

In this study, mosquitoes species, *Culex pipiens pipiens* belonging to our unit which is commonly seen as natural population in the experimental area were used. The rearing of the colony and maintenance was conducted in arthropod research units located in a wooded area, within the greenhouse and agricultural research areas within our university campus. The domestic chicken (*Gallus gallus domesticus*) was used to feed the adult mosquitoes of the colony. With this thesis study, intraspecific crowding effect of larval *Cx. pipiens* was investigated from various aspects, and the degree of intensity leading to this effect, possible causes of the effect and possible consequences were investigated in detail. In the formation of the experimental groups, the first stage larvae from the egg batches collected from the special breeding containers were used. Trials were performed in transparent glass cup-shaped containers with a diameter of 8 cm, bottom diameter of 6 cm and height of 8 cm; each was filled with 150 ml water at 4 cm depth. A total of 9 groups were formed in each group, with 6 replicates. The number of larvae in the containers of the groups was set to 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 and 256, respectively. Each group was placed in 55 x 70 cm, h:75 cm cages and the following developmental process was followed. As a result, 837 (27,21%) individuals from 3076 larvae, 338 (40,4%) females and 498 males (59,6%) in total, reached adolescence. It was clearly observed that larval crowding of the species adversely affected the development, prolonged the developmental process, resulted in extensive larval deaths and decreased wing length in adults.

**Keywords:** *Culex pipiens*, larva, container, crowding effect

**2018, 48 pages**

## ÖNSÖZ

Tez çalışmam ve yüksek lisans öğrenimimde bilgi birikimini ve deneyimlerini benimle paylaşan, bilimsel desteğini benden esirgemeyen tüm zor şartlar ve olumsuzluklara rağmen bana cesaret veren, bir ağabey gibi beni destekleyen yardım elini hiç esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Sırrı KAR'a;

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca yardımını benden esirgemeyen hocalarım Doç. Dr. Deniz ŞİRİN ve Doç. Dr. Nadim YILMAZER'E, arkadaşım Şengül TALAY'a ve sevgisini, desteğini benden hiç esirgemeyen annem Şengül SEYMEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2019

Buket SEYMEN

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
°C	: Derece santigrad
L	: Litre
m	: Metre
m <sup>2</sup>	: Metrekare
mg	: Milligram
ml	: Mililitre
M	: Molar
cm	: Santimetre
W/V	: Ağırlık/hacim
<i>An.</i>	: <i>Anopheles</i>
<i>Ae.</i>	: <i>Aedes</i>
<i>Cq.</i>	: <i>Coquillettidia</i>
<i>Cs.</i>	: <i>Culiseta</i>
<i>Cx.</i>	: <i>Culex</i>
CHIK	: Chikungunya
CHIKV	: Chikungunya virus
DENV	: Dengue humması virüsü
EEEV	: Doğu at ensefalitisi virüsü
f.	: form
GETV	: Getah virüs
ITV	: İsrail hindi meningoensefalomyelitis virüsü
JEV	: Japon ensefalitis virüsü
Min	: Minimum
Max	: Maksimum
<i>O</i>	: <i>Orthopodomyia</i>
<i>p.</i>	: <i>pipiens</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
<i>U</i>	: <i>Uranotaenia</i>
USUV	: Usutu virüs
YFV	: Sarıhumma virüsü
var	: Varyete
VEEV	: Venezuela at ensefalitisi virüsü
WEEV	: Batı at ensefalitisi virüsü
WNV	: Batı Nil virüsü

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>iii</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>2</b>
2.1. Epidemiyoloji.....	2
2.2. Türler.....	3
2.3. Sivrisineklerde genel biyoloji ve morfoloji.....	6
2.3.1. Üreme alanı.....	7
2.3.2. Yumurta.....	8
2.3.3. Larva.....	9
2.3.4. Pupa.....	11
2.3.5. Ergin sinek morfolojisi.....	11
2.3.6. Ergin sinek biyolojisi.....	12
2.3.7. Konak arama.....	14
2.3.7. <i>Culex pipiens</i> tür ayrımı.....	14
2.4. Sivrisineklerde vektörlük.....	15
2.5. Sivrisineklerde tür içi rekabet.....	17
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	<b>20</b>
3.1. Çalışma alanı .....	20
3.2. Kullanılan sivrisinek kolonisi ve üretimi.....	21
3.3. Larva deneme düzeneklerinin kurulması.....	24
3.4. Gruplarda çıkan sivrisineklerin takibi.....	25
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	<b>26</b>
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ</b> .....	<b>33</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>40</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>48</b>



## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.3.1. <i>Anopheles</i> , <i>Aedes</i> ve <i>Culex</i> soylarında temel biyolojik döngü.....	6
Şekil. 2.3.2.1. <i>Cx. pipiens</i> yumurtlayan dişi.....	8
Şekil 2.3.2.2. <i>Cx. pipiens</i> yumurta paketleri.....	9
Şekil 2.3.3.1. <i>Cx. pipiens</i> larvaları.....	10
Şekil 2.3.4.1. <i>Cx. pipiens</i> pupa ve larvaları.....	11
Şekil 2.3.6.1. Kan emmiş <i>Cx. pipiens</i> dişisi.....	13
Şekil 3.1.1. Çalışma alanının coğrafik konumu.....	20
Şekil 3.1.2. Çalışma ünitesinin genel görünümü.....	21
Şekil 3.2.1. Koloni üretiminde kullanılan kafes ve konteyner.....	22
Şekil 3.2.2. Ana stok üretim sürecindeki <i>Cx. pipiens</i> larva ve pupaları. ....	22
Şekil 3.3.1. Deneme gruplarında kullanılan kafes ve kaplar. ....	25
Şekil 4.1. <i>Culex pipiens</i> dişisi ve erkeği.....	30
Şekil. 4.1. Larval kalabalık etkisinde ergin dişi ve erkek kanat uzunluklarındaki değişimi.....	31

## ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1.1. Çalışma bölgesine ait ortalama meteorolojik veriler.....	21
Çizelge 3.3.1. Deneme gruplarına verilen yavru balık yemi miktarları.....	24
Çizelge 3.3.2. Gruplarda larva ve kap dağılım düzenleri.....	25
Çizelge 4.1. Gruplardan çıkan ergin sivrisineklerin günlük dağılımı.....	26
Çizelge 4.2. Gruplardan elde edilen ergin dişi ve erkek bireylerin yüzdeleri.....	27
Çizelge 4.3. Kafeslerden çıkan dişi ve erkek oranları ilişkisinin grafik dökümü.....	27
Çizelge 4.4. Konteynerlerdeki son larvaların ölüm zamanı.....	28
Çizelge 4.5. Gruplara göre ölçülen kanat uzunlukları.....	29

## 1. GİRİŞ

Insecta sınıfı, karada çok hücreli yaşamın en seçkin örneklerini oluşturur ve bu sınıf milyonlarca tanınmış türün 3/4'ünden fazlasını içerir. Sayıları 1-10 milyon arasında değişmekte olan (McGavin 2001), Insecta sınıfının 5 dizi, 400 cinste bulunan 14.000 kadar türü kan ile beslenmektedir (Adams ve Kapan 1999). Insecta sınıfının, Diptera takımından, Nematocera takımaltı, Culicidae familyasında yer alan sivrisineklerin, dünya genelinde 3500'den fazla türü tespit edilmiştir (Lehane 2005, Becker ve ark. 2010).

Kan emici böcekler, insanlık için büyük önem taşırlar (Becker ve ark. 2010) ve sivrisinekler (Diptera: Culicidae), hem ilettikleri hastalık etkenlerinin sayısı, hem de bu hastalıkların dünya çapında neden olduğu sağlık problemlerinin büyüklüğü sebebiyle, medikal açıdan bu sınıfın en önemli grubudur (Brown 1986, Becker ve ark. 2010). Örneğin, dünya genelinde 500'den fazla artropod kaynaklı virüs (arbovirüs) tespit edilmiş olup, ilgili gruptan sivrisinek aracılı olanların sayısı 200'ün üzerindedir ve bunlardan da 100 kadarı insanlarda görülmektedir (Lehane 2005, Lucius ve Loos-Frank 2008). Yapılan çalışmalar, WNV (Batı Nil virüsü), JEV (Japon ensefalitis virüsü), USUV (Usutu virüsü), ITV (İsrail hindi meningoensefalomyelitis virüsü), CHIKV (Chikungunyavirus), GETV (Getah virüs), SINV (Sindbis virüs), WEEV (Batı at ensefalitisi virüsü), EEEV (Doğu at ensefalitisi virüsü), VEEV (Venezuela at ensefalitisi virüsü), RVFV (Rift vadisi humması virüsü) gibi viral etkenler açısından *Cx. pipiens* kompleksin oldukça önemli vektör olabilecekleri bildirilmiştir (Gubler 2010, Weaver ve Reisen 2010, Weissenböck ve ark. 2010).

Sivrisneklerde yaygınlık ve vektör kapasitesini etkileyen birçok biyolojik ve ekolojik faktör söz konusudur. Bunlardan larval kalabalık etkisi özellikle konteyner türlerinde özellikle önemli olup konu ile ilgili bazı çalışmalar bulunsa da, yaygın veya kullanılabilir etkisine yönelik detaylı bilgi pek yoktur. Bu çalışma, larval kalabalık etkisinin *Culex pipiens* türü sivrisinek üzerindeki etkisini değişik yönlerden ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Epidemiyoloji

Özel adaptasyon mekanizmaları olan sivrisinekler, birçok ortamda gelişebilirler. Dünyada sivrisinekler için üreme alanı olamayacak su kaynağı hemen hemen yoktur (Becker ve ark. 2010). Bu yüzden sivrisinekler dünya çapında bir dağılıma sahip olup, taşıdığı hastalıkları da beraberinde getirirler. Sadece Antartika'da bulunamayan sivrisinekler için, Türkiye de, özellikle kıyı bölgeler başta olmak üzere, pek çok sivrisinek türü için ideal bir yaşam alanıdır (Alten ve ark. 2000, Aldemir ve Bosgelmez 2006, Sengil ve ark. 2011). Sivrisinekler için üreme alanı skalası geniş olduğundan, su dolu kavanozlar, çiçek ve mezarlık vazoları, saksılar, lastikler, küçük çömlek kaplar, hatta toynaklı ayak izi, ağaç kovukları ve yaprak yüzey alanındaki su birikintileri bile potansiyel üreme alanıdır (Becker ve ark. 2010).

Sivrisineklerin ya da vektörlüğünü üstlendikleri patojenlerin, epidemiyolojik karakterinde etkili olan pek çok etmen vardır. Bunlardan bazıları, su barındıran uygun üreme alanı, konak varlığı ve iklimsel faktörlerdir (sıcaklık, yağış, nem vs.). Her sivrisinek türünün, söz konusu faktörlere yönelik tercihi az çok değişir. Öte yandan, adaptasyon yeteneği oldukça güçlü olan bu artropodlar, endemik bir bölgeden, bir şekilde taşındıkları benzer başka bir bölgede de kolonize olabilmeye yetisindedirler (Becker ve ark. 2010).

Gelişimlerini tamamlayabilmek adına, sivrisineklerin, belli bir sıcaklık aralığı vardır ve söz konusu aralık, türden türe az çok değişkenlik gösterebilir. Genç gelişim dönemleri temel olarak suda geçtiğinden ve suyun soğuk ve sıcaklık stabilizasyon özelliği olmasından dolayı, ekstrem hava koşullarına sahip coğrafyalarda da beklenmedik sivrisinek popülasyonlarıyla karşılaşılabilir. Uygun aralıkta olduğu sürece, sıcaklık artışları sivrisineğin biyolojisini daha kısa sürede tamamlamasıyla sonuçlanırken, üst sınırı aşan değerler olumsuz etkiye sahiptir. Genel olarak, 21. yy'da ortalama 1,8-4°C ısınacağı düşünülen dünyada, sivrisineklerin yayılımlarının ve yoğunluklarının belirgin şekilde değişeceği öngörülmektedir (Becker 2008).

Sivrisinek yayılışı ile aracılık ettikleri hastalıkların epidemiyolojisi arasında doğrudan bir ilişki vardır. İklim değişikliği, konak ve vektör hareketi gibi etmenlerin, ilgili hastalıkların yayılışında etkili olduğu ve bu gibi nedenlerden ötürü, dünyada son 50 yılda sivrisinek aracılı viral hastalıklarda belirgin artış görüldüğü kaydedilmiştir (Gould ve Higgs 2009). Örneğin; Afrika'da görülen Usutu virüsün, Avrupa'daki bazı kuş türlerinde yaygın ölümlere neden

olması ve olguların genelde havaalanı civarlarında baş göstermesi, enfekte sineğin uçaklarla gelmiş olabileceğini düşündürmüştür (Pfeffer ve Dobler 2010).

## 2.2. Türler

Insecta sınıfı, Diptera dizisi, Culicidae ailesinde yer alan sivrisinekler, Anophelinae (3 cins) ve Culicinae (11 tribus = oymak, 92 cins) olmak üzere iki alt ailede yer almaktadır. Toxorhynchitini tribusundaki türler haricinde, sivrisineklerin dişileri kan emerler; adı geçen tribusta ise, erginler nektarla vs. beslenirken, larvaları diğer sivrisinek larvalarının ve bazı küçük canlıların predatörüdür. Culicidae ailesi, içerdiği çok sayıda tribus, cins, alt cins, tür ve birbirine benzer türlerin toplandığı komplekslere (*Anopheles maculipennis* kompleks, *Culex pipens* kompleks vs.) sahiptir. O nedenle sınıflandırılmaları genellikle problemlidir. İsimlendirmede, türün altcins adı (Ör. *Culicella morsitans*) veya genelde de asıl cins adı (Ör. *Culex territans*) verilmektedir (Lehane 2005, Goddard 2008, Becker ve ark. 2010).

Türkiye’de, varyetelerle birlikte toplam 65 kadar türün varlığından söz edilmiştir. Bunlar; 26 *Aedes*, 16 *Culex*, 13 *Anopheles*, 6 *Culiseta*, 2 *Coquillettia*, 1 *Orthopodomyia* ve 1 *Uranotaenia* cinsine ait türlerdir (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015, Sarıkaya 2017). Öte yandan, bazı diğer türlerin de görülme olasılığının bulunduğu ve söz konusu uzak alanlar arası yayılımın günümüzde sıklıkla karşılaşıldığı ifade edilmiş, bu noktada, Güney Amerika orijinli olan *Ochlerotatus atropalpus*’un Avrupa’ya taşınabilmiş olması örnek olarak gösterilmiştir (Ramsdale ve ark. 2001).

Türkiye’de bildirilmiş sivrisinek tür ve varyeteleri liste dökümü şu şekildedir:

### 1) *Anopheles* cinsi (13 tür)

- *An. algeriensis* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *An. algeriensis* benzeri (Günay 2015)
- *An. claviger* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *An. hyrcanus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *An. hyrcanus* var. *pseudopictus* (Günay 2015)
- *An. maculipennis* s.s. (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *An. marteri* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *An. melanoon* (*subalpinus*) (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *An. messeae* (ve *daciae*) (Günay 2015)
- *An. plumbeus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)

- *An. pulcherrimus* (Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *An. sacharovi* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *An. superpictus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)

**2) *Aedes* cinsi (26 tür)**

- *Ae. aegypti* (Akiner ve ark. 2016)
- *Ae. albopictus* (Öter ve ark. 2013, Günay 2015)
- *Ae. annulipes* (Parrish 1959, Günay 2015)
- *Ae. caspius* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. cataphylla?* (Aldemir ve ark. 2009)
- *Ae. cinereus* (Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. communis* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. cretinus* (Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. cyprius?* (Aldemir ve ark. 2009)
- *Ae. detritus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. dorsalis* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001)
- *Ae. echinus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. excrucians* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001)
- *Ae. flavescens* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. geniculatus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. lepidonotus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. leucomelas* (Günay 2015)
- *Ae. nigrocanus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. phoeniciae* (Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. pulcritarsis* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. pullatus* (Günay 2015)
- *Ae. punctor* (Günay 2015)
- *Ae. refiki* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. rusticus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. vexans* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Ae. zammitii* (Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)

**3) *Culex* cinsi (16 tür)**

- *Cx. deserticola* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. hortensis* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. impudicus* (Günay 2015)

- *Cx. laticinctus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. martini* (ve/veya *europaeus*) (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. mimeticus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. modestus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. perexiguus* (Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. pusillus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. theileri* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. quinquefasciatus* (Parrish 1959, Günay 2015)
- *Cx. pipiens* s.s. (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. pipiens* form *molestus* (*Cx. p. f. molestus*) (Günay 2015)
- *Cx. torrentium* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. tritaeniorhynchus* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cx. territans* (Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)

**4) *Culiseta* cinsi (6 tür)**

- *Cs. alaskaensis* (Aldemir ve ark. 2009, Günay 2015)
- *Cs. annulata* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cs. fumipennis* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cs. longiaerolata* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cs. morsitans* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)
- *Cs. subochrea* (?) (Şimşek ve ark. 2011, Günay 2015)

**5) *Coquillettidia* cinsi (2 tür)**

- *Cq. buxtoni* (Günay 2015)
- *Cq. richiardi* (Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)

**6) *Orthopodomyia* cinsi (1 tür)**

- *O. pulcripalpis* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)

**7) *Uranotaenia* cinsi (1 tür)**

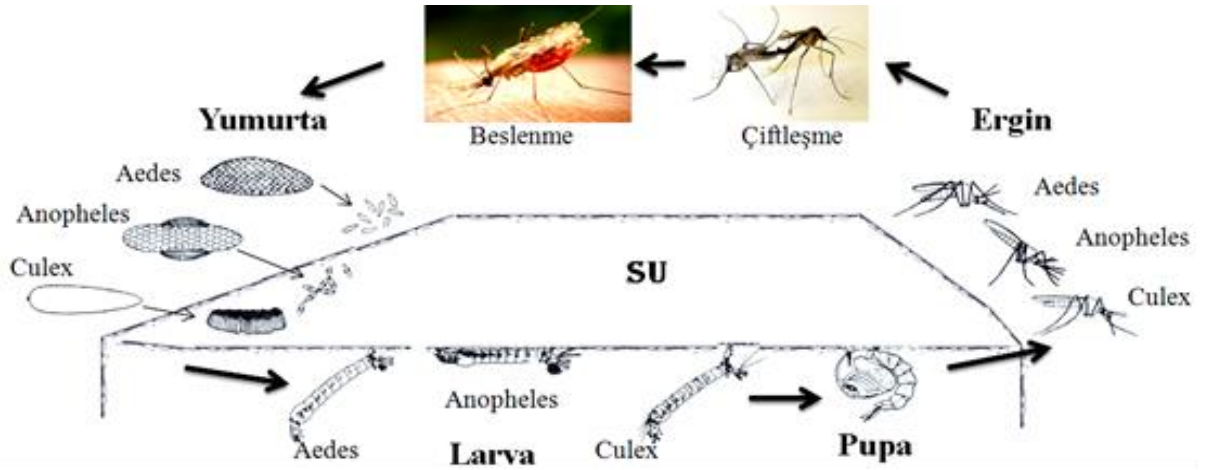
- *U. unguiculata* (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015)

Ayrıca, *Cs. subochrea* ve *Cx. europaeus* türleri ile ilgili şüpheli kayıtlardan da söz edilmiş olup, morfolojik olarak oldukça benzer olan *Cx. martini* ile *Cx. europaeus*'un karıştırılıyor olabileceği ve her iki türün de ülkemizde bulunuyor olabileceği bildirilmiştir. *An. maculipennis* s.l. (*An. maculipennis* kompleksi) dahilindeki türlerin holarktik coğrafyada dağılım gösterenleri arasında *An. daciae* ve *An. messeae*'nin genetik ve morfolojik olarak

birbirine en yakın türler olduğu bilinmektedir. İlgili yakınlıktan ötürü, ülkemizde her iki türün de olabileceği ifade edilmiştir (Günay 2015). Yine, bazı diğer türlerin (*An. stephensi*, *An. sergenti*, *An. multicolor*, *Mansonia richardii* vs.), birçok sivrisinek türüne göre ülkemizde bulunma olasılığının yüksek olduğundan da söz edilmiştir (Ramsdale ve ark. 2001, Öter ve ark. 2013).

### 2.3. Sivrisineklerde genel biyoloji ve morfoloji

Diptera takımının genel özelliği olarak, sivrisinekler tam metamorfoz geçirirler, gelişim holometaboldür. Tüm sivrisinekler gelişimleri için akuatik habitatlara gereksinim duyar. Yumurtadan çıkıştan sonra dört larval dönem ve pupa dönemini geçirerek erişkin döneme girerler. Toplam biyoloji, türe ve çevresel koşullara göre, birkaç haftada tamamlanabileceği gibi, 4 yıldan fazla sürdüğü de olur (Becker ve ark. 2003). Sivrisineklerin, hayat döngülerinde, yumurta, larva, pupa ve ergin evreler bulunur (Merdivenci 1984).



Şekil 2.3.1. *Anopheles*, *Aedes* ve *Culex* soylarında temel biyolojik döngü (Rozendaal 1997'den modifiye edilmiştir.)

Sivrisineklerde yaşam, özellikle de gelişim mutlak su ilişkilidir (Şekil 2.3.1.) ve her sivrisinek türünün tercih ettiği sulu alan tipi birbirinden az çok farklıdır. Örneğin; *Culex* türleri, yumurtalarını doğrudan su üstüne bırakırken (Lucius ve Loos-Frank 2008), su konusunda genel tercih göl, havuz, küçük mera yalakları gibi durgun su birikintileri, organik içerikten zengin foseptik, atık su birikintisi, bataklık gibi alanlar, insan yapımı tekerlek veya benzeri malzemelerin içindeki su birikintileri olabilmektedir. Ayrıca, bu cins ilgili noktadaki tercih esnekliğiyle de ön plana çıkmaktadır. Örneğin; *Culex pipiens* suyun kirliliği, pH'sı ve sıcaklığı noktasında pek seçici değildir; o nedenle de dünya genelinde en yaygın görülen türlerdendir. Esasen, hemen her tür için ortak tercih, suyun hafif bir çukurlukta olması,



kenarında ileride pupadan çıkacak ergini rüzgardan bir derece koruyacak otların, yükseltinin vs. bulunmasıdır (Rydzanicz ve Lonc 2003, Goddard 2008, Becker ve ark. 2010, Reiskind ve Zarrabi 2011).

Sıcaklığın düşmesi, gün uzunluğunun kısalması gibi faktörlere bağlı olarak sivrisineklerin metabolizması yavaşlar (kışlama / hibernasyon). Sivrisineklerin bazı türlerinde dişiler, sonbahar aylarının son dönemlerinde ahırlara, evlere vs. girerek loş bir köşe, çatlak ya da bodrumlarda kışlar. Havaların soğumasıyla birlikte, sivrisineğin vücudunda yağ düzeyi yükselir; üreme faaliyetleri durur ki dişiler de ilkbahara kadar vücutlarındaki bu yağı kullanır. Bazı türlerin dişileri, bu koşullarda da bazen kan emebilir; ancak yumurtlama aktivitesi görülmez; söz konusu beslenme sadece açlığın giderilmesi amaçlıdır. Yaşanan olayda diyaliz tam değildir (trofoni uygunluğu). Kışlama, hem vektör türlerin popülasyonlarının devamlılığı, hem de epidemiyolojik açıdan çok önemlidir (Merdivenci 1984, Alten ve ark. 2000). Benzer şekilde çok sıcak ve kurak geçen yaz aylarında, sivrisinekler, vücutlarından çok fazla su kaybeder, beslenme faaliyeti yavaşlar ve uyuşukluk başlar. Bu olaya estivasyon adı verilir (Demirci 2005).

Dişi sivrisineklerin yumurta bırakabilmesi için kan emmeleri gerekmektedir. Erkek sivrisinekler ise gerekli enerjiyi bitki öz sularından alırlar (Clements 1963, Bentley ve Day 1989). Kan, genellikle memeli hayvanlar ve kuşlardan emilir; ancak birkaç sivrisinek türü düzenli olarak kurbağa ya da sürüngenler üzerinden de beslenir (batrokofil). Bazı türler ise hem kuşlardan (ornitofil), hem mememeli hayvanlardan (mammofilik) kan emebilir. Hayvanlardan kan emen sivrisineklere zoofilik, insanlardan kan emenlere antropofilik, konak ayrımı yapmadan hayvanlardan ve insandan kan emenlere ise zoo-antropofilik denmektedir (Demirci 2005).

### **2.3.1. Üreme alanı**

Sivrisineklerde biyoloji, temel itibariyle suyla ilişkilidir ve her sinek türünün tercih ettiği sulu alan tipi az çok birbirinden farklıdır. *Culex* yumurtalarını doğrudan su üstüne bırakır ve su konusunda genel tercih göl, havuz, küçük mera yalıkları gibi durgun su birikintileridir (Lucius ve Loos-Frank 2008). Ayrıca, *Culex* türleri organik içerikten zengin foseptik, atık su birikintisi, bataklık gibi alanları kullanırlar. Organik içerikten zengin suları seven türler, ayrışan materyallerden salınan karbondioksit, amonyak, metan gibi gazları takip ederek bu alanlara yönelirler. Örneğin; *Cx. pipiens*, suyun kirliliği, pH'sı ve sıcaklığı

noktasında pek seçici değildir; o nedenle de dünya genelinde en yaygın görülen türlerdendir. Hemen her tür için ortak tercih olan durum bu tür için de geçerlidir; suyun hafif bir çukurlukta olması, kenarında ileride pupadan çıkacak ergini rüzgardan bir derece koruyacak otların, yükseltinin vs. bulunması önemlidir; çünkü genç erişkin henüz uçmadan suya düşer ise çoğunlukla ölmektedir (Rydzanicz ve Lonc 2003, Goddard 2008, Becker ve ark. 2010, Reiskind ve Zarrabi 2011).

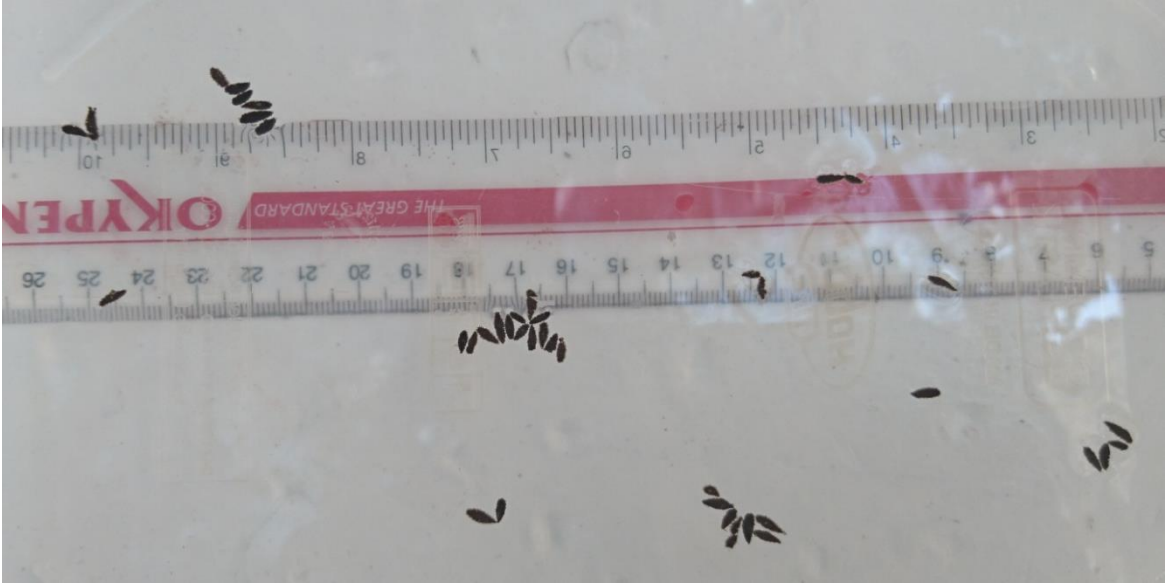
### 2.3.2. Yumurta



Şekil. 2.3.2.1. *Cx. pipiens* yumurtlayan dişi (orijinal)

*Culex* dişileri yumurtalarını gruplar halinde, paket olarak bırakır (Şekil. 2.3.2.1). Yumurtaların (0,5-1 mm) şekli de türe göre az çok değişir. *Culex* türlerinde gruplar halinde (100-300), suya dik şekilde bırakılan yumurtaların, birbirine tutunup sal benzeri bir yapı oluşturmalarını sağlayan özel aparatları (corolla) vardır (Wall ve Shearer 2001, Foster ve Walker 2002, Lucius ve Loos-Frank 2008). Yumurtlama sırasında, dişiler su yüzeyinde arka ayaklarını, V şeklinde yaparak, yumurtalarını genital açıklıktan salar ve arka bacakları arasında gruplandırır. Yumurtaların koryonik çıkıntılar ile birbirine tutturulmuş ön kutuplarda dikey olarak durduğu bir sal meydana getirir (Clements 1992). Her yumurtanın ön kutbu, hidrofilik iç yüzeye, su yüzeyine doğru uzanan arka kutup ise hidrofobik dış yüzeye sahiptir. Böylelikle yumurtaya fincan benzeri bir korolla elde edilir ve bu yüzey gerilimi yumurta salının konumunu korumaya yardımcı olur. Suya bırakılan yumurtalar, akıntıya kapılarak uzak mesafelere gidebilirler (Becker ve ark. 2010).

Yumurtalar (Şekil 2.3.2.2) kurumaya, sıcaklığa vs. çok duyarlıdır. Örneğin; *Cx. pipiens* yumurtasından 10-30 °C’de 1-10 günde larva çıkarken 4°C’de embriyo gelişimi tamamlanamaz. Nemli alana bırakılan yumurtalar da yine, ilk bırakıldıklarında beyazımsı renktedirler, kurumaya ve predatörlere karşı açıktır. Ancak, bu yumurtalar da birkaç saat içerisinde kitinizasyonunu tamamlar, sertleşir, esmerleşir ve bu halleriyle uzun süre çevresel değişkenlere direnebilirler. Zaten sivrisinek de yumurtalarını, bu ilk saatlerde nem sağlayacak alanlara, özellikle de hafif çukurluklara yerleştirir. Yine, doğrudan suya bırakılan yumurtalarda gelişim süregündür ve o nedenle daimi su bulunan ortamlarda bu türler kısa sürede fazlaca üreyebilirler. Nemli alanlara bırakılan yumurtalarda da embriyonal gelişim hızlı bir şekilde tamamlanabilir. Öte yandan, havaların ısınmaya başladığı ilkbaharda, su sıcaklığının 4°C’yi geçmesiyle çıkış yavaş yavaş başlar ve 15°C’ye ulaştığında da en üst seviyeye varır. Bu noktada, dişi sivrisineğin, havadaki değişimden kışa girileceğini anladığı, sonbaharda bırakılan yumurtaların ilkbaharda bırakılanlardan farklı ve genetik olarak diapozaya girdiği olduğu anlaşılmıştır (Wall ve Shearer 2001, Becker ve ark. 2010)

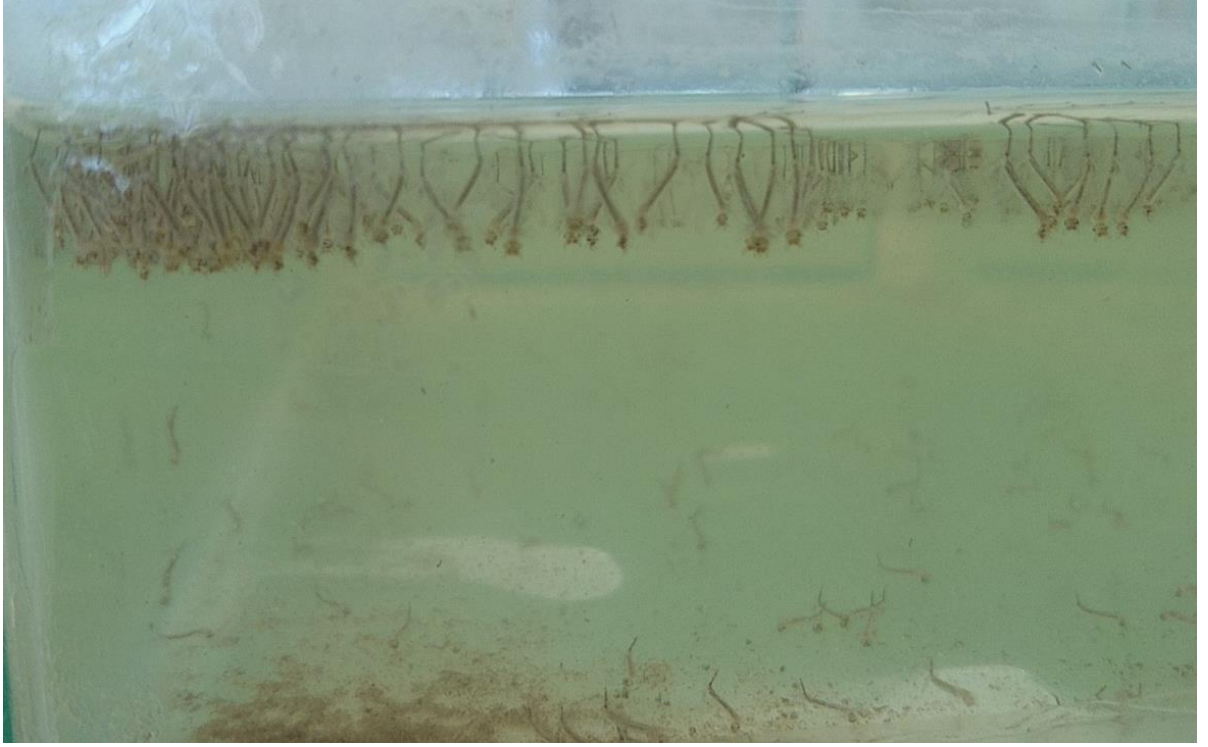


Şekil 2.3.2.2. *Cx. pipiens* yumurta paketleri (orijinal)

### 2.3.3. Larva

Bütün türlerde larvalar (Şekil 2.3.3.1) suda gelişir. Doğrudan suya bırakılmış yumurtalarda, gelişimini tamamlayan larva (genelde 2-7 gün) hemen çıkar. Öte yandan, nemli alanlara bırakılanlar suyla teması, uygun koşulların oluşmasını bekler ki aynı dönemde bırakılmış yumurtalarda çıkış eşgüdümlü olmaz. Çıkışın, suyla temasın gerçekleştiği farklı

dönemlerde olması, larvaların farklı koşullarda yaşamasını sağlar, dolayısıyla da türün devamlılığı garanti altına alınmış olur. Larvanın gelişebileceği belli bir sıcaklık aralığı vardır (*Cx. pipiens* 10-30 °C); ancak, çoğu türde gelişim 25°C dolaylarında en iyidir ve 13°C'nin altında durma noktasında gelir. Sivrisineklerde larva dönemi dört aşamadan oluşur ve türe, çevresel şartlara bağlı olarak 3-20 gün sürer (erkek olacaklarda dişi olacaklara göre 1-2 gün daha kısadır) (Goddard 2008, Becker ve ark. 2010).

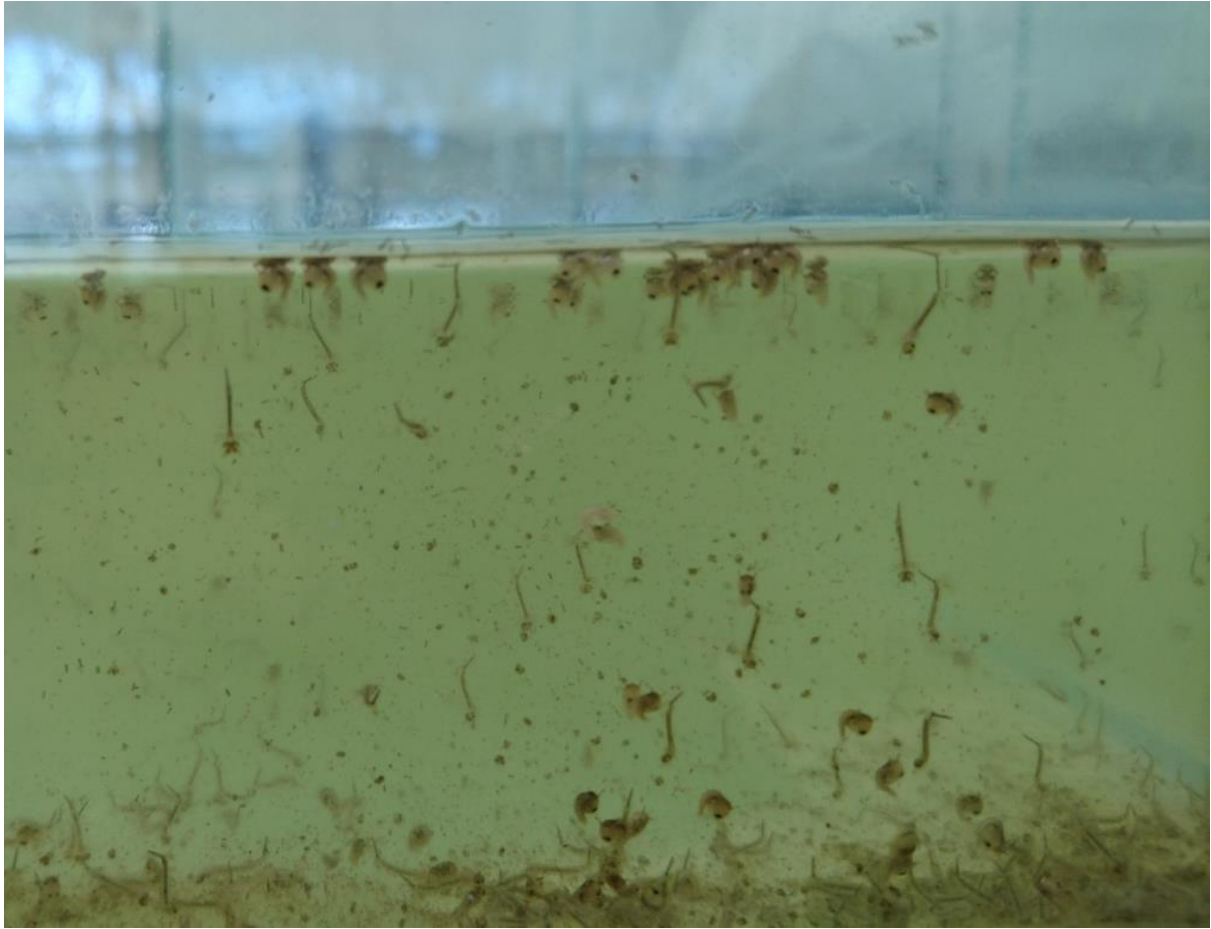


**Şekil 2.3.3.1.** *Cx. pipiens* larvaları (orijinal)

Her gömlek değiştirmede biraz daha büyüyen larva, en sonunda, türe göre 5-15 mm uzunluğa ulaşır. Morfolojik olarak baş, toraks ve abdomenden oluşur. Baş kısmında bir çift göz, antenler ve ağız organelleri yer alır. Toraks genişçe, abdomen ince uzun görünümündedir. Sivrisineklerde larva dönemi dört aşamadan oluşur ve türe, çevresel şartlara bağlı olarak 3-20 gün sürer (erkek olacaklarda dişi olacaklara göre 1-2 gün daha kısadır). Küçük su birikintilerinde fazla sayıda larvanın olması, hem larvalarda hem de ileriki dönemde çıkacak ergin sinekte yaşam süresini düşürebilmekte, kanat kısalığı sorunu vs. yaratabilmektedir (Wall ve Shearer 2001, Reiskind ve Lounibos 2009, Becker ve ark. 2010). Larvalar türe göre farklı şekilde beslenir. Çoğu tür omnivordur ve temel besinlerini bakteri, alg, protozoon, akar gibi canlılar oluşturur. *Culex*, ise suda süspansiyon halindeki partikülleri filtre eder (Becker ve ark. 2010).

#### 2.3.4. Pupa

Pupalarda, birleşmiş olan baş ve toraks (sefalotoraks) hemen suyun altında durur ve ince yapıdaki abdomen (dişi olacaktaki kalıncadır) alta doğru kıvrılmış haldedir (Şekil 2.3.4.1); bu görünümüyle virgülü andırırlar. Beslenmezler; ancak, solunum yaparlar (öndeki bir çift solunum borusuyla) ve oldukça hareketlidirler. Rahatsız edildiklerinde abdomen hareketleriyle derine dalarlar ve bir süre sonra pasif olarak tekrar yükselirler. Akvatiktirler; ancak, larvalara göre kurumaya vs. daha dirençlidirler. Pupa dönemi genelde 2 gün kadar sürer (Becker ve ark. 2010).



Şekil 2.3.4.1. *Cx. pipiens* pupa ve larvaları (orijinal)

#### 2.3.5. Ergin Sinek Morfolojisi

Büyüklikleri türe göre genelde 3-10 mm arasında değişir. Türkiye'deki cinslerden *Culex* genellikle diğerlerinden daha küçüktür. İstisnalar olmakla birlikte renk *Culex*'te sarımsı gridir. Ergin sivrisinekte vücut baş, toraks ve abdomenden oluşur. Başta bir çift iri göz (350-900 ommatidium içerir; gecelerde daha büyüktür), iki göz arasından çıkan bir çift uzun

anten (13-15 segmentli) ve ağız organelleri bulunur. Anten, çoğu türün erkeğinde uzun sık, dişide ise az ve seyrek kıllarla kaplıdır. Dinlenme halinde solit, ince uzun (torakstan daha uzun, abdomenin 2/3'ü kadar) bir görüntüye sahip olan ağız organelleri (proboskis, hortum) yedi parçadan oluşur. Maksillarpalplerin boyu *Culex*'te belirgin şekilde kısadır (Foster ve Walker 2002, Becker ve ark. 2010).

Toraks üç bölümden oluşur (kaynaşmış bir görüntü verir) ve her bölümden, ucunda iki tırnak, iki pulvillum ve bir empodium olan bir çift bacak çıkar. Mezotoraksta bir çift kanat, metatoraksta ise bir çift halter organeli vardır. Abdomende 9 segment seçilir (11 segment vardır). Solunum mesotoraks, metatoraks ve abdomenin ilk yedi halkasında yanlarda bulunan birer çift stigma ile sağlanır. Sindirim sistemi, hortum, muskuler geçit (cibarium), farenks, oesophagus (baştan toraksın içine doğru seyrederek; stomedium), orta bağırsak (mesenteron, mide), son bağırsak (proctedium) ve anüs şeklinde izler. Oesophagusta üç adet genişleme vardır ve bunlardan arkadaki (toraksta) dolduğunda büyüyerek abdomene kadar uzanabilir. Midenin ön ve arka kısmında kapak bulunur. Arka bağırsağın ön kısmına (midenin hemen gerisine) tubuler yapıdaki 5 adet Malphigi tubülü (boşaltım organı) açılır. Arka bağırsağın son kısmında (rektum), iyon emiliminde görevli belirgin bir divertikül vardır. Tükürük bezleri tubuler yapıda olup üç lobtan oluşur; dişide daha büyüktür ve iki uzun yan, bir kısa orta lob vardır; erkekte ise loblar genelde birbirine benzer (Foster ve Walker 2002, Becker ve ark. 2010).

### **2.3.6. Ergin Sinek Biyolojisi**

Sivrisinek erginleri, yumurta ve pupa evrelerinden farklı olarak karasaldır. Ergin sivrisinekler, konak tercihi, barınak seçim ve üreme davranışları bakımından çeşitli farklılıklar gösterir (Demirci 2005). Pupadan çıkan sinekler kısa süre sonra uçabilirler; ancak tam aktivasyon (kitinizasyonunu tamamlaması, erkeklerde cinsel olgunluğun gerçekleşmesi) çoğu türde 1-1,5 gün alır. Birçok türde erkekler üreme alanı civarında, genellikle de sabah veya akşam alacakaranlıkta, gruplar halinde uçuşurlar (birkaç tane veya binlerce; eurygamy); bazı türlerde ise erkek toplama görülmez (stenogamy). Bu gruplara giren dişi bir erkekle çiftleşir ve ayrılır. Spermi spermatekada depoladığından, hayat boyu bir daha çiftleşmez. Erkek ise, birden fazla çiftleşir; ancak iki çiftleşme arasında genellikle beslenir ve birkaç gün dinlenir. Erkeğin dişiyi bulmasında, antenin şişkince olan ikinci segmentindeki Johnston duyargası önemlidir. Her iki cinsiyet de ilk birkaç gün nektarla beslenir. Erkek hayat boyu (1 hafta kadar) beslenmesini nektar üzerinden devam ettirir. Dişiler de yine hayatını nektar

üstünden sürdürebilir. Öte yandan yumurtlamak için kan emmek zorundadır (Şekil 2.3.6.1). Dişiler ömürleri boyunca (ortalama 2-3 haftadır; labortauvar koşullarında uzayabilir), çıkımı takip eden 2.-4. günden itibaren, 3-5 gün ara ile yumurta bırakırlar. *Culex* türleri ise 6-7 kere, her seferinde 100-300 yumurta bırakabilir. Çoğu türün dişisi her yumurtlama dönemi için bir kere kan emer. Öte yandan, bazı türler (*Cx. modestus* vs.) ilk yumurta grubunu kan emmeden de bırakabilmektedirler (otojen gelişim) (Wall ve Shearer 2001, Foster ve Walker 2002, Lehane 2005, Goddard 2007, Goddard 2008).



**Şekil 2.3.6.1.** Kan emmiş *Cx. pipiens* dişisi (orijinal)

Sivrisinekler uygun olmayan hava koşullarında (soğuk, aşırı kuraklık gibi) diapoza girebilmektedirler. Bazı türler kışı ergin olarak geçirir ki bunlar korunaklı iç mekanlarda vs. 3-5 ay bekleyebilirler. Sonbaharda kan emmiş olsalar bile yumurta gelişimleri durmuştur. Yine, bunlardan bazıları ilgili dönemde, çevresel koşullara göre yer yer kan emebilirler; ancak, yine de yumurta gelişimi gerçekleşmez. Söz konusu kan emme eylemi tamamen canlı kalabilmek içindir. Bu durum, kış aylarında beklenmedik hastalıkların görülmesine yol açabileceğinden önemlidir. Esasen sivrisineklerde kışı geçirme stratejisi türe ve çevresel koşullara göre az çok değişir. *Culex* erişkin olarak kışı geçirme eğilimindedir (Foster ve Walker 2002, Becker ve ark. 2010).

### 2.3.7. Konak arama

Dişi sivrisinekler, konak bulmak amacıyla üreme alanından değişen mesafelerde uzaklaşabilirler. Örneğin; farklı üreme alanı ve konak alternatiflerini iyi değerlendiren *Cx. pipiens* gibi türler, genelde konağın bol olduğu alanlarda ürerler ve yayılım sınırları da çoğunlukla 300-500 m'yi geçmez. Aslında, bütün türlerde söz konusu uçuş mesafeleri rüzgar desteği ile artabilir; ancak, olası bu tip pasif uçuşlara genelde pupadan çıktıktan sonraki birkaç gün içerisinde rastlanır. İleriki dönemlerde ise rüzgarlı havalarda çıkmamayı ve uygun koşullarda aktif uçuşu tercih ederler. Yine, sivrisineklerin hızları 1 m/sn kadardır ve rüzgar hızının bu seviyenin altında olduğu durumlarda rüzgara doğru uçarlar, böylelikle konaktan esintiyle gelen implusları da daha rahat almış olurlar (Merdivenci 1984, Goddard 2007, Becker ve ark. 2010).

Dişi sivrisineklerin beslenme ve dinlenme döneminde tercih ettikleri alanlar türe göre az çok değişir. Örneğin, *Culex* spp. kan emmek amacıyla iç mekanlara da rahatlıkla girebilirken, dinlenme döneminde de yine nemli ve loş tuvalet, ahır, kümes gibi alanları kullanırlar (domestik). *Culex* spp.'nin belli bir mesafedeki konağa gidip gelme noktasında, bellek geliştirebildiği de görülmüştür; bunun olasılıkla içgüdüsel değil, öğrenilebilen bir durum olduğu düşünülmektedir (Lehane 2005).

Sivrisinekler beslenme noktasında, türe göre nokturnal (gececi), diurnal (gündüzcü) veya krepiskular (şafak-tan) olabilirler. Örneğin, *Culex* nokturnaldır; ancak, bu aralıkta da özellikle gecenin ilk saatlerini veya sabaha doğru olan dönemi tercih ederler (*Cx. pipiens* 18:00-04:00, özellikle de 20:00-22:00 arası) (Çetin ve Yanıkoğlu 2004, Lehane 2005, Goddard 2008, Becker ve ark. 2010).

### 2.3.7. *Culex pipiens* tür ayrımı

Günümüzde, *Culex pipiens* kompleks (Pipiens Altgrubu / *Culex pipiens* s.l.) dahilinde; *Culex pipiens* s.s. (veya *Culex pipiens* form *pipiens*, *Cx. pipiens pipiens*), *Culex pipiens* form *molestus* (*Cx. pipiens molestus*), *Culex quinquefasciatus* (*Culex pipiens quinquefasciatus*), *Culex pallens* (Japonya, Kore, Meksika'da), *Culex australicus* ve *Culex globoxitus* (Avustralya'da) türlerinin olduğu bildirilmiştir (Harbach ve Kitching 1998). Öte yandan, morfolojik ve ekolojik açıdan bu gruba oldukça yakın olan ve sıklıkla karıştırılan bir tür olan *Cx. torrentium* da kompleks dahilinde incelenebiliyor olsa da, bu tür esasen kompleksin bir sibling türü konumundadır (Becker ve ark. 2010, Günay 2015). Ülkemizde atmışın üzerinde



sivrisinek türü bulunmakta olup, *Cx. pipiens* komplekste yer alan *Cx. p. pipiens*, *Cx. p. form molestus* ve *Cx. quinquefasciatus* yaygın olarak görülen türlerdir (Parrish 1959, Ramsdale ve ark. 2001, Günay 2015). Trakya’da söz konusu üç türden özellikle *Cx. p. pipiens* ve ek olarak Kırklareli’nde *Cx. torrentium* kayıtları bulunmaktadır (Günay 2015).

#### 2.4. Sivrisineklerde Vektörlük

Sivrisinekler viral, paraziter ya da bakteriyel pek çok hastalığın vektörlüğünü yapmaktadırlar ki söz konusu vektörlük mekanik veya biyolojik olabilmektedir (Kettle 1995). Güney Afrika’da bulunan bir mağarada yapılan incelemeler, M.Ö. 77.000’lerde insanların sivrisinekleri uzaklaştırmak amacıyla çeşitli bitkilerle hazırlanmış yataklar yaptıklarını göstermiştir (Wadley ve ark. 2011). Bilimsel olarak, sivrisineklerin hastalık salgınlarına neden olduğu ilk kez 1878 yılında filarial parazit *Wuchereria bancrofti*’nin *Cx. quinquefasciatus* türü sivrisinek ile taşındığının tespiti ile anlaşılmıştır. Yine, 1881’de Küba’da sarıhumma hastalığını *Ae. aegypti* türünün bulaştırdığı, 1898’de sıtma parazitinin sivrisinekleri de içine alan bir yaşam döngüsünün olduğu bildirilmiş ve adı geçen ilişkiler 1900 yılında kanıtlanmıştır (Tan ve Sung 2008).

Sivrisinek kaynaklı paraziter hastalıkların başında malarya ve filariasis gelir. *Plasmodium* cinsine bağlı protozoonlar tarafından oluşturulan malarya, insanlarda, maymunlarda, rodentlerde, kanatlılarda, reptillerde (yılan, kertenkele) görülmektedir. Reptil malaryasına (saurin malarya) bazı *Culex* türleri, rodent malaryasına (murine malarya) ise bazı *Anopheles* türleri vektörlük eder. Öte yandan, rodent malaryasına aracılık eden sivrisinek cinsleri ve türleri ile ilgili ayrıntılı bilgi yoktur. Kanatlı malaryasında (avian malarya) *Culex*, *Culiseta* (*Cs. annulata*, *Cs. longiareolata* vs.) *Aedes*, *Ochlerotatus* ve kimi türlerde *Anopheles* cinslerine bağlı bazı sivrisinek türleri vektördür (Foster ve Walker 2002). Örneğin, evcil kümes hayvanlarında görülen *P. gallinaceum* için özellikle *Aedes* türleri (*Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* vs.), serçe, güvercin gibi kuşlarda etkili olan *P. relictum* için *Culex*, *Anopheles*, *Aedes*, *Ochlerotatus* türleri (*Oc. zammitii* vs.) önem taşır (Çiçek 2010, Schaffner ve ark. 2001). İnsanlarda görülen malarya etkenleri ise *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. vivax* ve *P. ovale*’dir. Bunlardan ilk üçü, önceleri Türkiye’de sıklıkla görülmüş olmasına karşın, günümüzde sadece *P. vivax* ile karşılaşmakta olup, diğerlerine çok ender rastlanabilmektedir. *P. vivax* için ülkemizdeki asıl vektörler, vektörlük potansiyeline göre şu şekilde sıralanır: *An. sacharovi*, *An. superpictus*, *An. maculipennis*, *An. claviger* ve *An. hyrcanus*. Bunlardan özellikle ilk ikisi, hastalığın doğal döngüsünde ana rolü üstlenirler. Yine,

*An. superpictus*'un *P. falciparum* için de ideal bir vektör olduğu ve Türkiye'nin söz konusu etken noktasında risk altında bulunduğu bildirilmiştir (Alten ve ark. 2007).

Filarial etkenler birçok omurgalı grubunda etkili olur. Asya, Afrika ve Güney Amerika'nın tropikal bölgelerinde bulunan ve milyonlarca insanı etkilediği bildirilen *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* ve *Brugia timori* bölgede bulunan çeşitli *Culex*, *Mansonia*, *Anopheles* vs. türleri tarafından taşınır (Becker ve ark. 2010, Goddard 2008). Kanin filariasis etkenlerinden *D. immitis* ve *D. repens* için en önemli vektörler *Ae. vexans* ve *Cx. pipiens*'tir (Yıldırım ve ark. 2011). Öte yandan, dünya genelinde onlarca sivrisinek türünün kanin filariasisi nakledebildiği ve ülkemizde de bulunan birçok türün (*An. maculipennis*, *An. plumbeus*, *Ae. caspius*, *Cx. modestus*, *Ae. albopictus*, *Ae. aegypti* vs.) vektörlük potansiyeli taşıdığı bildirilmektedir (Lehane 2005, Goddard 2008).

Sivrisinekler tarafından bir şekilde nakledilebildiği bilinen en önemli bakteriyel etken *Francisella tularensis*'tir (olası mekanik vektörleri *Ae. cinereus*, *Ae. vexans*, *An. claviger*, *An. hyrcanus*, *An. maculipennis*, *Oc. excrucians*, *Cx. modestus*, *Oc. caspius*, *Oc. communis*, *Oc. excrucians*, *Oc. flavescens*, *Oc. geniculatus* vs.) (Lehane 2005, Petersen ve ark. 2009, Mahajan ve ark. 2011). Yine, *Ae. vexans*'ın Lyme hastalığı etkenlerinden *Borrelia afzelii* için, *An. claviger*'in ise hem *B. afzelii*, hem de bazı *Anaplasma* türleri için vektörlük potansiyeli taşıdığı öne sürülmüştür (Halouzka ve Hubálek 1998).

Dünya genelinde 200'ün üzerinde sivrisineklerce nakledilebilen virüs (mosquitobornevirus = mobovirus) saptanmış olup, bunlardan da 100 kadarı insanlarda görülmektedir (Lehane 2005, Lucius ve Loos-Frank 2008). Medikal açıdan önem taşıyan mobovirüslerden başlıcaları şunlardır: Flaviviridae ailesi *Flavivirus* cinsinden Batı Nil virüsü (WNV), Japon ensefalitis virüsü (JEV), Usutu virüs (USUV), Dengue humması virüsü (DENV), sarıhumma virüsü (YFV), Wesselsbron virüs (WESSV), İsrail hindi meningoensefalomyelitis virüsü (ITV); Togoviridae ailesi *Alphavirus* cinsinden Chikungunyavirus (CHIKV), Getah virüs (GETV), Sindbis virüs (SINV), Batı (WEEV), Doğu (EEEV) ve Venezulella at ensefalitisi virüsü (VEEV); Bunyaviridae ailesi *Phlebovirus* cinsinden Rift vadisi humması virüsü (RVFV), La Crosse virüs (LACV), Tahyna virüs (TAHV) ve Inkoo virüs (INKV) (Gubler 2010, Hollidge ve ark. 2010, Weissenböck ve ark. 2010). Adı geçen virüslerin tümü için sivrisinekler biyolojik vektördürler; öte yandan, mekanik olarak aktardıkları viral etkenler de bulunmaktadır. Kanatlı çiçeği virüsü (Poxviridae, *Avipoxvirus*), miksomatozis virüsü (Poxviridae, *Myxomavirus*), akabane virüsü

(Bunyaviridae, *Orthobunyavirus*) ve uçgün hastalığı virüsü (Rhabdoviridae, *Ephemerovirus*) bunlardan bazılarıdır (Clements 2012). Çalışmalarda, *Myxoma* virüsü ile enfekte bir tavşandan kan emen sivrisineğin, virüsü birden fazla konağa aktarabildiğini gösterilmiştir (Gray ve Banerjee 1999). Sığır ve koyunlarda görülen akabane virüsünün (*Aedes* spp.) ve sığırlarda ve mandalarda görülen uçgün hastalığının naklinde de (*Aedes* spp., *Anopheles* spp.) bazı sivrisinek türleri *Culicoides* cinsine ait sineklere eşlik edebilmektedirler (Beck-Johnson ve ark. 2012).

## 2.5. Sivrisineklerde Tür İçi Rekabet

Bireyler veya popülasyonlar arasında, kaynakların (su, yiyecek, barınak, niş, ışık, hayatı sürdürmek ve çoğalmak için herhangi bir gereklilik) sınırlı olması durumunda rekabet görülür (Alto 2005). Aynı türün bireyleri hayatta kalmak için çok benzer gereksinimlere ihtiyaç duyacağından, sınırlı miktardaki kaynak için kendi aralarında rekabete girme durumu ile sık sık karşı karşıya kalırlar. Bu nedenle, taksonomik yakınlık ne kadar artarsa rekabet de o denli artmaktadır (Lounibos ve ark. 2002).

Sivrisinekler, rekabet etkisinin görebileceği en önemli canlı gruplarından. Özellikle konteyner sivrisineklerinde (*Culex* ve *Aedes* gibi) larval rekabet iyi belgelenmiştir (Alto 2005). Su dolu konteynerler çevresel koşullarla indüklenmiş rekabetin araştırılmasında oldukça uygundur; çünkü bu ortamlar değişken kaynak varlığında basit komünite denekleri ve invazif sivrisinekleri barındırır (Lounibos ve ark. 2002).

Bu konteynerlerdeki sivrisineklerin tür içi rekabetinde önemli olan faktörler vardır. Bunlardan başlıcaları, popülasyon yoğunluğu, besin miktarı ve çevresel koşullardır. Bir sivrisinek popülasyonunda ne kadar rekabetçi varsa; rekabet o denli büyüktür; çünkü, rekabet sivrisinek başına düşen besin miktarını azaltarak bireylerin büyüme ve gelişme oranını, hastalıklara ve avcılara karşı dayanıklılığını azaltır. Dolayısıyla bireyler üremeleri için yeterli enerjiyi karşılamayacağından yaşam döngüsünü yavaşlatır veya durdurur (Alto 2005).

Larval formda başlayan rekabetçi yaşamın etkisi, erişkin forma kadar sürer (Hardy 1988), bu sebeptendir ki konteynerlerdeki kaynak kullanılabilirliği ve larva yoğunluğu sivrisineklerin büyümesini ve erişkin evreye geçişini etkilemektedir (Lanuria ve ark 2002). Larval dönemde besin miktarının azalmasıyla beraber, avcılar, patojenler, parazitler ve diğer düşmanların da olası körükleyici etkisiyle, yetişkin sivrisinek döneminde vücut büyüklüğünde ve kanat boyunda değişim olduğu görülür. Ayrıca, besin maddesinin sınırlı olduğu koşullarda

ergin, fizyolojik stresten dolayı patojene ve parazitik enfeksiyona daha yatkın hale gelir (Matson ve Waring 1984). Buna rağmen larval aşamalarda görülen rekabet ile ilişkili erginin enfeksiyona yatkınlığı hakkında çok az şey bilinmektedir (Loinibos ve ark. 2002, Juliano ve ark. 2004).

Eğer ki bir sivrisinek bulaşıcı hastalığı taşıyan kanın alınımını gerçekleştirmişse, enfeksiyonu kapma ve daha sonra o patojeni transfüzyonla aktarma yeteneği kazanabilir (Hardy 1988). Biyolojik olarak enfekte kandan arbovirüsün kazanılması, o virüsün replike olup çoğalması, tükürük bezlerine kadar yayılması, bununla beraber ısıyla bir konağa nakli ile gerçekleşir (Hardy 1988, Higgs 2004). Bu sürecin başarıyla gerçekleşmesi için sivrisinek içindeki vücut bariyerlerini aşip yayılması gerekir (Hardy 1988, Higgs 2004). Orbovirüs orta bağırsaktan geçemez ise, enfeksiyon bu noktada sınırlı kalır ve sivrisinek enfekte olmasına rağmen virüsü bulaştırmaz (Hardy ve ark. 1983).

Yukarıda anlatılan duruma örnek olarak, orman sivrisineği olarak bilinen *Ae. triseriatus*'un larvaları ile yapılan çalışmalar verilebilir. Bu türde, rekabet ve sınırlı besin kullanımı normalden daha küçük erişkinlerin yetişmesiyle sonuçlanmıştır. Bununla beraber, yaşanan stresten ötürü bozulan bağışıklık sebebiyle La Crosse Encefalitisi Virüsünü (LACV) bu küçük erişkinler, döneminde iyi beslenmiş larvalardan çıkan büyük sivrisinelere göre daha yüksek oranda bulaştırmışlardır (Grimstad ve Haramis 1984, Grimstad ve Walker 1991). Esasen, normal olarak büyük vücuda sahip sivrisineğin vücut hücre sayısının daha fazla olduğunu hesaba katarak, üreyen ve dolayısıyla da aktarılan virüs oranının daha büyük olduğu düşünülebilir. Öte yandan, yapılan gözlemler, sinekteki enfeksiyonun yetişkin vücut büyüklüğünden bağımsız olduğunu göstermiştir (Grimstad ve Haramis 1984). Tarladan toplanan *Ae. triseriatus*, LACV ile oral yoldan enfekte olduğu zaman enfeksiyon ve bulaşma süreleri yetişkin boyutu ile negatif korelasyon göstermiştir (Poulsen ve Hawley 1991). Ancak, larvaların kalabalık ve besin sınırının farklı olduğu koşullarda üretilen *Ae. egypti* erişkinlerinin Dang-2 virüsünü, küçük dişilerden daha verimli bir şekilde yaydığı da gösterilmiştir (Sumachitrapon ve ark. 1988). Bu nedenle, ekolojik koşullarla karşılaşan sivrisinekler, arbovirüslerle etkileşimi üzerinde değişken etkiler olabileceği görülmektedir (Alto 2005)

Son olarak, patojen naklinin rekabetten doğan etkilerinin araştırılması, boyutla olan ilişkisinin varlığını etkileyen diğer etmenler konusunda, zayıf kalmaktadır (Alto 2005); çünkü laboratuvar ortamında hem tür içi hem de türler arası rekabet olsun, tahmin edilenin

dışında sonuçlar gözlemlenebilmektedir. Bunun nedeni ise, çevresel koşulların belli bir derecede standardize edilememesinden kaynaklanmaktadır. İstenmeyen sonuçlar çıkabildiği gibi, araştırmalar ampirik düzeyde de kalabilmektedir (Alto2006).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma alanı

Yapılan çalışma, Tekirdağ merkez ilçe Süleymanpaşa'da yer alan Namık Kemal Üniversitesi Değirmenaltı yerleşkesindeki tarımsal araştırma alanları bölgesinde, ağaçlıklı bir bölgede bulunan, artropod araştırmaları için yarı doğal bir simülasyonu şeklinde hazırlanmış sera sisteminde (40°59'32.12"N, 27°34'43.93"E; h: 10 m) gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1.1,2).



Şekil 3.1.1. Çalışma alanının coğrafik konumu (GoogleMap görüntüsü).



**Şekil 3.1.2.** Çalışma ünitesinin genel görünümü.

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 3.1.1’de verilmiştir. Tez denemeleri, alanda doğal olarak sineklerin aktif olduğu aylarda gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 3.1.1.** 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. Kullanılan sivrisinek kolonisi ve üretimi

Çalışmada, deneme alanında doğal olarak da yaygın olarak bulunan, birimimize ait *Culex pipiens pipiens* kolonisine ait sivrisinekler kullanılmıştır. Koloni bakımı yarı doğal bir simulasyon şeklinde hazırlanmış sera sistemimizde yapılmıştır. Koloniye ait ergin

sivrisineklerin beslenmesi amacıyla evcil tavuk (*Gallus gallus domesticus*) kullanılmıştır. Süreç için gereken etik izin Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Deney Hayvanları Yerel Etik kurulundan alınmıştır (07.08.2017-17.10.2017). Tavuklar kendilerine ait bir serbest dolaşım alanında tutulmuş olup, yem ve suları süreğen olarak sağlanmıştır. Her bir tavuktan bir gecede kan emen ortalama sinek sayısının 5-8'i geçmemesine özen gösterilmiştir.

Tavuklarda beslenen dişiler yumurtlamaları için 75 x 110 cm, h: 100 cm ebatındaki kafese alınmış ve kafes ortasına 35 x 55 x 15 (h) cm abatlarda siyah plastik bir konteyner, onun içine de 4 lt kadar su (h:4-5 cm) ve 10 mg kadar yavru balık yemi konmuştur (Şekil 3.2.1). Yumurtlamanın indüklenmesi amacıyla suya bir miktar (8 mg) yavru balık yemi (Makromin®) ilave edilmiştir. Çıkan larvaların (Şekil 3.2.2) beslenmesinde de yine aynı yemden yararlanılmıştır. Firma 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 UI/kg, vitamin D3 3.500 UI/kg, vitamin C 100 mg/kg, vitamin E 350 mg/kg.



Şekil 3.2.1. Koloni üretiminde kullanılan kafes ve konteyner (sağda).



Şekil 3.2.2. Ana stok üretim sürecindeki *Cx. pipiens* larva ve pupaları.



Larvaların beslenmesi noktasında ilgili literatürlerden yararlanılmıştır. Larva başına günlük 0,2 mg (Schneider ve ark. 2000), gelişim süreci boyunca toplam 4 mg yem kullanımı hedeflenmiştir. Yine, ilgili çalışmalarda 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 0,25 g/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 tarama hareketleri de dikkate alınmıştır.

Kafeslerde çıkan erginlerin uygun şekilde olgunlaşp çiftleşebilmelerini garanti altına almak amacıyla %10 şeker çözeltisinden yararlanılmıştır (Das ve ark. 2007, Medici ve ark. 2011). Sineklerin kolay beslenmesi amacıyla, petrilere konan şeker çözeltisi içerisine pamuk bandırılmıştır. Yine, sineklerin beslenmesi amacıyla kafes tabanına kavun ve karpuz da konmuştur. Ergin sineklerin tekrar tavukta beslenmesi genellikle çıkımlarından 2-3 gün kadar sonra yapılmıştır. Çalışmada, şebeke suyuna ait olası yüksek kireç baskısından korunmak amacıyla ticari su kullanılmıştır (Erikli). Firmaya göre suyun mineral ve kimyasal yapısı şu şekildedir:

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

### 3.3. Larva deneme düzeneklerinin kurulması

Aynı gün bırakılan yumurta paketleri 35 x 55 x 15 (h) cm ebatlarındaki, 4 lt (h:4-5 cm) su barındıran ve çok az miktarda balık yemi (5 mg) ile desteklenmiş olan konteynerlere alındı ve üzeri bir tül ile kapatıldı. Denemelerde, söz konusu konteynerlerin her birine en fazla 20 paket bırakıldı. Larva çıkımı günlük takip edildi ve aynı gün çıkan larvalar, henüz 24 saatlik bir gelişimi tamamlamadan alınıp deneme grupları oluşturuldu. Söz konusu birinci dönem larvaların ayrılmasında plastik pipet kullanıldı.

Denemeler üst çapı 8 cm, alt çapı 6 cm ve yüksekliği 8 cm olan, şeffaf cam bardak şeklindeki kaplarda gerçekleştirildi. Her birine 150 ml, h: 4 cm olacak şekilde su kondu. Çalışmada her bir grupta 6 tekrar (6 kap) olacak şekilde toplam 9 grup oluşturuldu. Gruplardaki kaplarda larva sayısı sırasıyla 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 ve 256 olacak şekilde ayarlandı. Her bir grup 55 x 70 cm, h:75 cm ebatlarındaki kafeslere alındı (Şekil 3.3.1).

Gruplardaki larvaların beslenmesinde dikkatli davranılmış, ilgili literatür verilerinin uygulanmasına dikkat edilmiştir. Böylece, çalışmanın ana hedefi olan kalabalık etkisinin sonuçlarının diğer olası faktörlerle ilişkili etkilenimi minimize edilmeye çalışılmıştır. Gruplar için uygulanan yemleme stratejisi Çizelge 3.3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.3.1.** Deneme gruplarına verilen yavru balık yemi miktarları.

Gruplar	Günlere göre, her bir kap için verilen yem miktarları		
	0. gün	2. gün	5. gün
1	4 mg	3 mg	3 mg
2	8 mg	6 mg	6 mg
4	8 mg	10 mg	10 mg
8	10 mg	20 mg	20 mg
16	20 mg	40 mg	40 mg
32	30 mg	80 mg	80 mg
64	32 mg	144 mg	144 mg
128	64 mg	288 mg	288 mg
128	64 mg	288 mg	288 mg
256	128 mg	576 mg	576 mg



Şekil 3.3.1. Deneme gruplarında kullanılan kafes ve kaplar.

Çizelge 3.3.2. Gruplarda larva ve kap dağılım düzenleri.

Gruplar	Kap sayısı	Her bir kaptaki larva sayısı	Gruptaki toplam larva sayısı	Negatif kontrol
1	8	1	8	1
2	8	2	16	-
4	8	4	32	1
8	6	8	48	-
16	6	16	96	1
32	6	32	192	1
64	6	64	384	1
128	6	128	768	1
256	6	256	1536	1

### 3.4. Gruplarda çıkan sivrisineklerin takibi

Gruplarda larva çıkımı günlük düzenli olarak takip edilmiş ve çıkan sivrisinekler yine aynı gün ağız aspiratörleri ile toplanıp tüplere alınmıştır. Gerekli kayıtları yapılan tüpler, sineklerde stereo mikroskop altında ayrıntılı morfolojik tetkik ve kanat uzunluğu ölçümleri için -20 °C'de muhafaza edilmişlerdir. Kaplarda çıkan sineklerle ilgili genel kayıtların yanı sıra, toplanan pupa kabukları da sayılarak kaydedilmiştir. Yine her bir kaptaki larva ve pupa gelişimleri, ölüm olayları da düzenli olarak kaydedilmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Gruplarda ilk ergin çıkışı 6. günde gerçekleşmiş olup en son ergin çıkışı 9. günde gerçekleşmiştir. Toplamda kullanılan 3,076 larvadadan 837 tanesi (%27,21) erginliğe ulaşmıştır (Çizelge 4.1); bunlardan 338'i (%40,4) dişi, 498'i erkektir (%59,6) (Çizelge 4.2,3). Konteynerlerin takibine, son larva erginleşene ya da ölene kadar devam edilmiştir (Çizelge 4.4.).

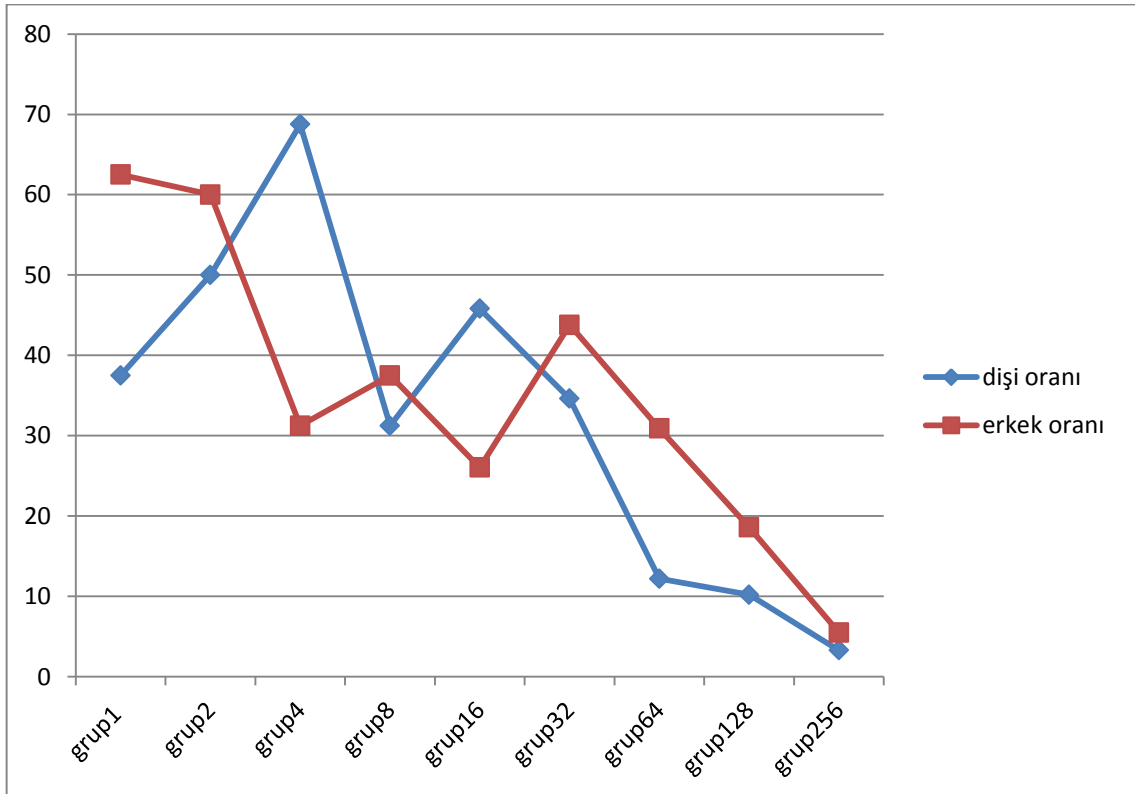
**Çizelge 4.1.** Gruplardan çıkan ergin sivrisineklerin günlük dağılımı.

Günler	Konteynırlardan çıkan ergin dişi ve erkek sayısı																		Toplam
	1		2		4		8		16		32		64		128		256		
	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	
<b>1. gün</b>	4	1	6	2	7	1	8	3	14	12	31	11	15	-	-	-	5	-	120
<b>2. gün</b>	1	-	-	5	3	14	4	1	7	14	5	0	53	16	8	-	25	5	161
<b>3. gün</b>	-	2	-	1	-	7	3	6	3	8	22	12	21	11	100	24	-	-	220
<b>4. gün</b>	-	-	-	-	-	-	2	5	1	11	16	41	27	18	32	45	30	19	247
<b>5. gün</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	6	-	2	2	1	5	25	10	52
<b>6. gün</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	1	-	1	3	1	10	23
<b>7. gün</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	2	-	5	11
<b>8. gün</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	3
<b>9. gün</b>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Toplam</b>	5	3	6	8	10	22	18	15	26	45	86	68	119	47	143	80	86	51	838
<b>Toplam</b>	8		14		32		33		71		154		166		223		137		838
<b>% çıkış</b>	100		87,5		100		68,8		73,9		78,5		43,2		29,0		8,9		27,2

Çizelge 4.2. Gruplardan elde edilen ergin dişi ve erkek bireylerin yüzdeleri.

Gruplar	Larva/ml	Çıkan dişi sivrisinekler	Dişi oranı	Çıkan erkek sivrisinekler	Erkek oranı
1	$2,5 \times 10^{-3}$	3	37,5	5	62,5
2	$5 \times 10^{-3}$	8	50	6	60
4	$1 \times 10^{-2}$	22	68,75	10	31,25
8	$2 \times 10^{-2}$	15	31,25	18	37,5
16	$4 \times 10^{-2}$	44	45,8	25	26,4
32	$8 \times 10^{-2}$	68	34,6	86	43,8
64	$1,6 \times 10^{-1}$	47	12,2	119	30,9
128	$3,2 \times 10^{-1}$	80	10,2	143	18,6
256	$6,4 \times 10^{-1}$	51	3,3	86	5,5

Çizelge 4.3. Kafeslerden çıkan dişi ve erkek oranları ilişkisinin grafik dökümü.



**Çizelge 4.4.** Konteynerlerdeki son larvaların ölüm zamanı.

Grup	Gruplardaki son larvanın ölüm zamanı								
	1	2	4	8	16	32	64	128	256
1. gün									
2. gün									
3. gün									
4. gün	■		■						
5. gün		■			■				
6. gün									
7. gün									
8. gün									
9.gün									
10.gün									
11. gün									
12. gün									
13. gün									
14. gün									
15. gün									
16. gün									
17. gün									
18. gün									
19. gün									
20. gün									
21. gün									
22. gün				■					
23. gün						■			
24. gün							■		
25. gün									
26. gün									■
27.gün								■	

Yapılan kanat ölçümlerinde (aksillar bölgeden kanat ucuna kadar), gruplardaki larva sayısı ile çıkan erginlerin (Şekil 4.1) kanat uzunlukları arasında, özellikle belli bir seviyeden sonra belirgin bir ters korelasyon olduğu ortaya çıkmıştır. Toplamda 532 sineğin kanadı ölçülmüştür. Ortalama kanat uzunluğu 3,4 mm (2-5,4) çıkmıştır; bu durum erkeklerde ortalama 3,04 mm (2-4), dişilerde ise 3,69 mm'dir (2,5-5,4) (Çizelge 4.5).

**Çizelge 4.5.** Gruplara göre ölçülen kanat uzunlukları.

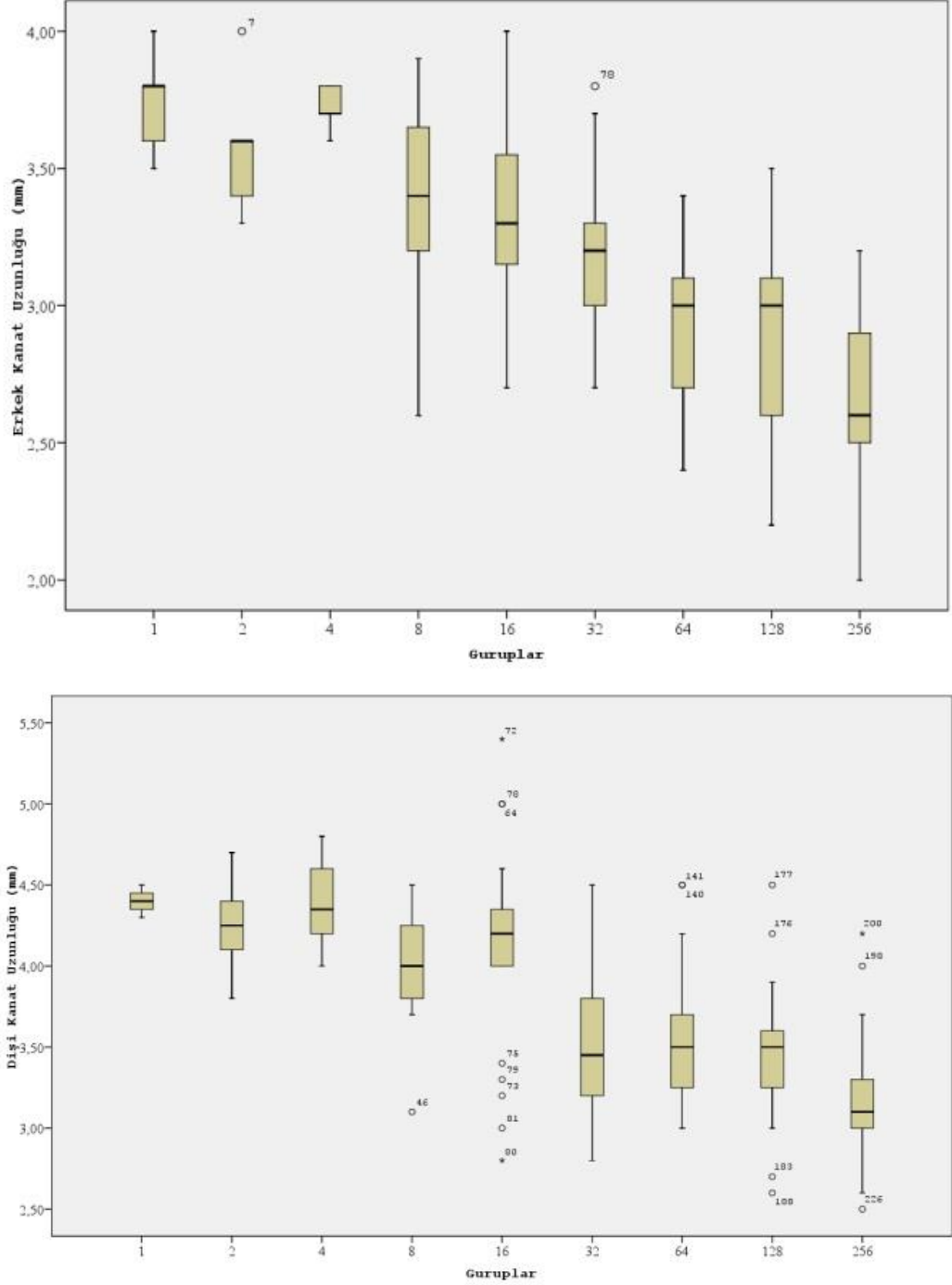
Grup	İncelenen sinek sayısı	Sinek cinsiyeti	Ölçülen sinek sayısı	Ortalama kanat uzunluğu (mm) (min-max)	Genel ortalama (min-max)
1	8	Dişi	3	3,74 (4,3-4,5)	3,99 (3,5-4,5)
		Erkek	5	4,40 (3,5-4,0)	
2	13	Dişi	8	4,25 (3,8-4,7)	3,99 (3,3-4,7)
		Erkek	5	3,58 (3,3-4,0)	
4	31	Dişi	20	4,40 (4,0-4,8)	4,17 (3,6-4,8)
		Erkek	11	3,75 (3,6-4,0)	
8	31	Dişi	15	4,01 (3,1-4,5)	3,70 (2,6-4,5)
		Erkek	16	3,41 (2,6-3,9)	
16	54	Dişi	35	4,14 (2,8-5,4)	3,85 (2,7-5,4)
		Erkek	19	3,33 (2,7-4,0)	
32	97	Dişi	46	3,55 (2,8-4,5)	3,34 (2,7-4,5)
		Erkek	51	3,15 (2,7-3,8)	
64	80	Dişi	29	3,54 (3,0-4,5)	3,13 (2,4-4,5)
		Erkek	51	2,90 (2,4-3,4)	
128	154	Dişi	59	3,49 (2,6-4,5)	3,14 (2,2-4,5)
		Erkek	95	2,92 (2,2-3,5)	
256	64	Dişi	34	3,16 (2,5-4,2)	2,91 (2,0-4,2)
		Erkek	30	2,64 (2,1-3,2)	
<b>Toplam</b>	<b>532</b>	<b>Dişi</b>	<b>249</b>	<b>3,69 (2,5-5,4)</b>	<b>3,35 (2,0-5,4)</b>
		<b>Erkek</b>	<b>283</b>	<b>3,04 (2,0-4,0)</b>	



Şekil 4.1. *Culex pipiens* dişisi ve erkeği (altta)



Ölçülen kanat uzunluklarının homojen ve heterojen etkisi göz önünde bulundurularak Kruskal Wallis non-parametrik varyans analize ile test edilmiştir. Testlerde değişken olarak bireysel kanat uzunluklarının ortalamaları kullanılmıştır. Pratik olarak istatistiksel modelde deney değişkenleri X yoğunluk etkileşimi içene yerleştirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil. 4.1. Larval kalabalık etkisinde ergin dişi ve erkek kanat uzunluklarındaki değişim (Kruskal Wallis testi).

### Erkek kanat değerleri:

Ranks:

	Gruplar	N	MeanRank
Kanat_Uz	1	5	242,10
	2	5	228,00
	4	10	243,00
	8	16	200,81
	16	19	186,08
	32	51	155,43
	64	51	105,71
	128	67	97,31
	256	34	60,13
	Total	258	

Test Statistics (a,b):

a Kruskal Wallis Test

b GroupingVariable: Gruplar

	Kanat_Uz
Chi-Square	123,213
df	8
Asymp. Sig.	,000

Dişi kanat değerleri tablosu:

Ranks

	Gruplar	N	MeanRank
Kanat_Uz	1	3	203,33
	2	8	184,81
	4	20	198,78
	8	15	156,73
	16	35	165,13
	32	42	95,01
	64	28	98,07
	128	44	86,89
	256	35	51,74
	Total	230	

Test Statistics (a,b)

a Kruskal Wallis Test

b GroupingVariable: Gruplar

	Kanat_Uz
Chi-Square	117,124
df	8
Asymp. Sig.	,000

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kalabalık etkisinin böceklerde gelişim süresini etkileyebileceği bilgisi yeni değildir (Applebaum ve Heifetz 1999). Bu etkinin karmaşıklığı sadece popülasyon ile sınırlandırılmamalıdır ve larval kalabalık etkisi bir sonraki nesiller tarafından da hissedilebilir (Peter ve Barbosa 1977). Sivrisinek larvaları yüksek larval yoğunlukta geliştiğinde ortamdaki kalabalık etkisi, onların gelişim hızını azaltarak mortalite, yani ölüm oranını arttırır (Roberts 1998, Southwood ve ark. 1972, Livdahl 1982, Magi 1984). Bu sebeple kalabalık etkisinin gelişim oranına, sinek morfolojisine, davranış ve üreme yetisi üzerindeki kuşaklararası etkilerine işaret eden çalışmalar birçok yönden önemlidir.

Yaptığımız bu çalışmada sunduğumuz hipotez *Culex pipiens*'in artan larva yoğunluğunun larva gelişiminin uzamasına, yayılım davranışının değişmesine, kondisyonunun, kabiliyetinin ve dişilerde doğurganlığın azalmasına sebebiyet vermesidir (Moore ve Fisher 1969). Tez süresince oluşturulan 9 grubun her birine, birinci dönem larvalar konulmuştur ve larvaların gelişim süresi, ölüm oranı, metamorfoz özellikleri ve kanat uzunlukları incelenmiştir. Sonuç olarak, erkeklerde gelişim süresi 6-10 gün; dişilerde gelişim süresi ise 7- 10 gün arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Yapılan bir benzer çalışmada (Macia 2009), erkeklerde gelişim süresinin 4-23 gün, dişilerde ise 5-24 gün arasında değiştiğini söylemiştir; fakat *Culex* gibi günlük mortalite oranının yüksek olduğu canlılarda ileriki yaşlardaki kondisyonunun, seleksiyon ve üreme kapasitesini etkileyeceğinden dolayı gelişimini erken tamamlaması muhtemeldir ( Akoh ve ark. 1992, Gomez ve ark. 1977, Suleman ve Reisen 1979).

Bununla beraber, verilerimiz yüksek yoğunluklarda çıkan erkek oranının düşük yoğunluklara göre daha fazla olduğunu göstermiştir (Macia 2009). Nedeni ise, son dönem larvaların pupaya devrilebilmesi için gereken kritik ağırlık, dişi olacak larvalarda erkeklere göre daha yüksektir, yani dişi sivrisineklerin vücut hücre sayısı erkeklere oranla daha fazla olduğundan, gereken enerji miktarı daha fazladır. İlgili nedenden dolayı erkek olacak larvaların pupaya dönüşmesi ve ergin olarak çıkışları genelde daha erken gerçekleşmektedir (Chambers ve Klowden 1990, Benedict ve ark. 2009, Medici ve ark. 2011).

Bir diğer sonucumuza bakacak olursak, 0.16 larva/ml yoğunluklarında ölüm oranı artmış olup, 1-32 koyteynerlerdeki az yoğunluk gelişimi etkilememiştir. Yine, 0.08 larva/ml'ye kadar ölüm görülmemiştir. Yapılmış bir çalışmaya göre; yoğun ortamda larvaların

hareketine bağılı olarak besinin suda homojen olarak dağıldığı, az sayıda larva bulunan kaplarda ise homojen besin dağılımının tam olmadığı, dolayısıyla az larva bulunan konteynerlerde larvaların beslenmesinin daha yetersiz kaldığı öne sürülmüştür (Medici ve ark. 2011). Elde ettiğimiz verilere göre yoğunluğu az olan gruplarda larvaların ergin çıkım yüzdesi oldukça başarılı, boyutları da diğerlerine göre nispeten daha büyüktür. Bu yorumun pekiştirilebilmesi adına, az yoğun ortamdaki larvaların erginleri ile pupal ağırlığı gözlenmelidir. Konu ile ilgili olarak, çıkan kurutulmuş erginlerin vücut büyüklüğünü ve aksillar bölgesinden kanat ucuna kadar, kanat uzunluğunu bilgisayar programı eşliğinde ölçülmesi gerektiği bildirilmiştir (Yoshioka ve ark. 2012, Carron 2007). Yine, değişen larva yoğunluklarında, larva ölümlerinin oransal olarak önemli bir düzeyde değişmediği ifade edilmiştir. Nihayetinde, çok sayıda larva bulunan kaplarda ölen larva sayısının doğal olarak fazla olacağı belirtilmiştir (Medici ve ark. 2011); ancak kalabalık şfadesinden söz edilmemiştir. Esasen yapılmış bir diğer çalışmaya göre; hem intraspesifik hem de interspesifik kalabalık etkisindeki *Aedes albopictus* ve *Aedes aegypti* için yetersiz beslenmenin gelişim sürecinde gecikmeye, ölüm oranında artışa ve ergin büyüklüğünde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Alto 2005). Kalabalıkta ve besin azlığında dikkati çeken en önemli faktör, gelişimdir. Kalabalıkta ortamda bulunan larval yoğunluk gelişim süresi uzatır. Besin yetersizliği ölüm oranını artıran bir sebeptir. Ölümler özellikle erken larval dönemde veya pupaya geçiş döneminde kendini gösterir (Couret ve ark. 2014, Macia 2009, Roberts ve Kokkinn 2010, Tsuda ve ark.1997, Suleman 1982, Barbosa ve ark. 1972, Reisen 1975). Açıkçası yapılan bu kadar deney ve çıkarılan bu kadar sonuç varken, tartışmalarda kalabalığın etkisi genelde göz ardı edilmiştir.

Bir diğer sonucumuza göre, 0,16 larva/ml'de larvada sayıca kısmi kayıplar verilmiş, daha yüksek yoğunluklarda (128-256 gibi) mortalite oranı çok daha ağır sonuçları göstermiştir. Yine, 0,32 ve 0,64 larva/ml yoğunluklarında erkek bireylerin oranı sayıca daha baskın olup, az yoğun ortamda ise dişi ve erkek oranı birbirine yakındır. Kalabalık artıkça pupaların ağırlıklarının azaldığı bilinmektedir (Macia 2009). Baskın, konteyner türü olan *Ae. albopictus* ile yapılan bir deneyde, 300 ml suda 20, 40 ve 80 larva kullanılmış ve besin denemeleri için de 2, 3, 6, 7, 2 ve 20 mg/300 ml su yoğunluğunda yem denenmiştir. Larvaların gelişim süresi besin miktarı arttıkça azalmıştır (Yoshioka ve ark. 2012). Ayrıca, *Ae. albopictus*'un kalabalık etkisine karşı oldukça dirençli bir tür olduğu da bildirilmiştir (Timmerman ve Briegel 1993, Medici ve ark. 2011). *Anopheles* cinsleriyle yapılan diğer bir çalışmayı örnek verecek olursak, *Ae. egypti*, *An. albimanus*, *An. gambiae* ve *An. stephensi*

üzerinde bir deney yapılmış, iki deneme grubundan birinde larva bakım konteynerlerinde su derinliği 0,5-14 cm arasında, diğerinde ise larva yoğunluğu 100-1500/L arasında değiştirilmiştir. Larvaların canlı kalma oranı en yüksek su derinliğinin 0,5-1 cm olduğu gruplarda görülürken, *Anopheles* türleri 2 cm'den daha derin sularda genelde ölmüşlerdir. *Ae. aegypti*'de ise derinliğe direnç biraz daha yüksek çıkmış, 14 cm derinlikte bile larvaların yarısı yaşamını sürdürebilmiştir. Larva yoğunluğu arttıkça genel olarak gelişim süresi uzamış ve boyutları küçülmüştür. Çalışmalarda, 1 lt sudaki yoğunluk 7,14 olacak şekilde düşük tutulduğunda (100 larva, 24x40x15 cm ebatlarındaki kapta) larvaların yaşama gücünün düştüğü de görülmüştür. Aynı araştırmacılar, su derinliğinin *Aedes* cinsinde larvaların yaşamını etkilemezken, diğer Anophelinlerde etkili olabildiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, ortamda besin ulaşılabilirliğinin larvalar için çok önemli olduğunu, uygun dağılmış besin varlığının, kalabalık etkisi stresini düşürebildiğini ve özellikle dördüncü dönem larvaların beslenmesinin pupa ve ergin süreçteki başarı adına esas olduğunu, en çok gıda tüketimi ve vücut besin sentezinin (%80-90) de bu dönemde gerçekleştiğini kaydetmişlerdir (Timmerman ve Briegel 1993).

*Culex quinquefasciatus* ile yapılan başka bir çalışmada, larvalarda yine kalabalık etkisine bakılmış, denemelerde 0,4-3,2 larva/ml su arası larva yoğunlukları denenmiştir. Ayrıca, suda biriken olası kimyasal etkisini elemine etmek ve böylece kalabalık etkisinin kimyasaldan mı, yoksa fiziksel kalabalıktan mı kaynaklandığını görmek için, bazı denemelerde larvaların suyu günlük olarak değiştirilmiştir. Sonuçta ise, belirgin larva ölümü 0.8 larva/ml yoğunluk ve üstünde dikkati çekmiştir. Larvaların ergine kadarki gelişim süresi 0.4 larva/ml'den itibaren artmıştır. Kimyasal etkinin önemi olmadığı, kalabalıkta temel sorunun fiziksel kalabalığın tahrip ediciliğinden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Su miktarı aynı olan ve yüzeyi daha geniş alana yayılmış olan kaplarda ölüm oranının azaldığı, dolayısıyla larvaların birbirine temasının zararlı olduğu kaydedilmiştir. Öte yandan, bu son uygulamada bile, 0,4 larva/ml'de gelişim süresi 8.6 gün iken, 3,2 larva/ml'de 12.1 güne çıkmıştır, kısacası yine bir olumsuzluk gündeme gelmiştir. Yine, 25 ml suda 10 larva olanlarda larvaların %93'ü yaşarken, artan yoğunluklarda ölüm artmış ki artışlar özellikle 20 larvadaki artıştan itibaren dikkat çekici şekilde gerçekleşmiştir. Kontrol denemelerinde, 250 ml'de 20 larva olanların %87'si yaşarken, 80 larva olanlarda %17'ye düşmüştür; 10 larva olanlarda gelişim süresi 8.9 gün iken, 80 larva olanlarda 18.3 gün olmuştur. Araştırmacıların varsayımlarına göre, *Cx. quinquefasciatus* oldukça septik konteyner sularına alışık olduğu için, kimyasal faktörlere de oldukça dirençlidir. Yine de, bölgeden bölgeye değişen

ekotiplerin kimyasala olan direncinin birbirinden farklı olabileceğini de söylemektedir (Roberts ve Kokkinn 2010).

Genel olarak geçici habitatlarda üreyen türler kalabalıklaşma, yetersiz besin veya nispeten yüksek sıcaklıklarda daha fazla strese maruz kalırlar (Haramis1985, Hawley 1985, Fish 1985, Nasci 1987). Yapılan laboratuvar çalışmaları da yüksek sıcaklık, düşük besin miktarı stresinin gelişimde aksamalara ve yüksek mortalite oranına neden olduğunu göstermiştir (Siddiqui ve ark. 1976, Reisen ark. 1984, Nayar 1969).

Elde ettiğimiz sonuçlardan biri de, 4-64 larva/konteyner (0,01-0,16 larva/cm<sup>2</sup>) yoğunluklarında gelişim süresi pek etkilenmemiştir. Ancak, yüksek yoğunluklarda (128 ve 256 larvalılarda) gelişim süresi uzamış, bazı larvalar gelişimini 21 gün uzatmış, pupal evreye geçmeden ölmüştür. *Aedes aegypti* larvalarınca üretilen, ısıya dirençli, suda çözünür bir faktörün *Ae. albopictus* larvalarında gelişimi yavaşlattığı bildirilmiştir. Kısacası, kalabalıkta gündeme gelen bu kısıtlayıcı olumsuz faktörün etkisinin türe özgü olmadığı da iddia edilmiştir. Yine, *Culex quinquefasciatus* 3. veya 4. dönem larvalarınca üretilen kimi faktörlerin ortamdaki erken dönem larvaları baskılayabildiği de bildirilmiştir (Ikeshoji ve Mulla 1970); benzer bir türüçi baskılayıcı faktör *Ae. albopictus*'ta da tespit edilmiştir. *Ae. albopictus* larvalardan salınan ve aynı türe ait ortamdaki diğer larvaların gelişimlerini baskılayan bir faktörün olduğu, bu faktörün, ortamda yeterli besin olsa dahi kalabalıkta (*Ae. albopictus* için 3,3 larva/cm<sup>2</sup>) larva gelişimini baskıladığı bildirilmiştir (Mori 1979). *Anopheles gambiae* ile yapılan bir çalışmada ise, litrede 20-200 arası larva yoğunluğu denenmiş, yoğunluk arttıkça larvaların gelişim sürecinin yavaşladığı bildirilmiştir (Gimnig ve ark. 2002). Yapılan araştırmalar ışığı altında kalabalık etkisinde önemli olan faktörlerden biri de larvalar tarafından üretilen büyüme engelleyici faktörleridir (GRF-Growth Retardant Factor). Bir dizi çalışma, sivrisineklerde larva kalabalığının büyümeyi geciktirici bir faktöre neden olduğunu göstermiştir (Moore ve Whitacre 1972, Wodo 1965, Peter ve ark. 1969, Dye 1984, Lyimo ve ark. 1992). GRF, gelişimi geciktirebilen bir ototoksin olarak işlev görür ve mortaliteyi artırır; kalan larvalardan küçük boyutlu erişkinlerin çıkmasını sağlar. Çalışmalarda, GRF üretimi, larvalar kalabalık koşullarda yetiştirildiğinde gözlenmiştir (Moore ve Whitacre 1972).

Bazı araştırmacılara göre larvalarda gelişim süresinin uzaması, popülasyonlarda stoklama etkisi yaratmaktadır. Bu durum ortama yayılan sineklerin belli bir düzeyde, belli bir sayıda olmasını, beslenme, çiftleşme şansını vs. arttırmaktadır (Robert ve Kokkinn 2010).

Diğer bir çalışmada ise şöyle vurgulanmaktadır: Beslenme girişimindeki kimyasal geciktiricilerin yoğunluğa bağlı besin yetersizliğinden kaynaklanan şiddetli nüfus dalgalanmalarını azaltarak, küçük mikrohabittatta yaşayan sivrisinek popülasyonları için ekolojik avantajlar sağlayacaktır (Moore ve Whitacre 1972). Kimyasal geciktiricilerin yani GRF'nin ekolojik mekanizması, larva metabolizmasını yavaşlatmak suretiyle, sivrisinek popülasyonunu mortalite ile azaltarak larvanın, kalabalıklaşmadan ötürü besin yetersizliğinden doğan baskısını azaltacaktır (Roberts 1998). Bu sayede larvalar için temel besin materyali mikroorganizmalar ve organik döküntü (Merritt ve ark. 1992) geri kazanılmış olacak ve sivrisineklerin desteklenmesi sağlanacaktır; ancak bu görünmez sağ kalımdan kalan birkaç pupa ve larva eski ortamından temiz suya alınmasına rağmen ölmüştür. Anlaşılan odur ki, kalabalık etkisindeyken larvalar kimyasal geciktirici tarafından kalıcı olarak etkilenmişlerdir (Roberts 1998). Bununla beraber yapılan bir başka çalışmada ise, *Ae. albopictus* larvalardan salınan ve aynı türe ait ortamdaki diğer larvaların gelişimlerini baskılayan bir faktörün olduğu, bu faktörün, ortamda yeterli besin olsa dahi kalabalıkta (*Aedes albopictus* için 3,3 larva/cm<sup>2</sup>) larva gelişimini baskıladığı bildirilmiştir (Mori 1979).

Büyüme engelleyici faktörlerin, larvaya ekolojik bir avantaj kazandıracığını düşünen araştırmacıların hesaba katmadığı bir nokta vardır. Erişkin dişilerin vücut büyüklüğü ve teneral rezervleri dahil olmak üzere diğer faktörlerin sivrisinek doğurganlığını etkilediği bilinmesidir (Briegel 2003). Larva aşaması sırasında biriktirilen protein rezervleri, daha iyi kalite yumurta üretmek için, dişilerdeki üreme çıktısının yükselmesine yardımcı olur. Vücut büyüklüğü genellikle larva besin kaynakları ile pozitif ilişkilidir ve hem larva habitat kalitesi hem de protein rezervleri önemli bir gösterge olarak işlev görür (Briegel 2003, Telang ve Wells 2004). Ayrıca birçok çalışma, dişi sivrisinek vücut büyüklüğü ve yumurta arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Akoh ve ark. 1992, Armbruster ve Hutchinson 2002, Briegel 1990, Lima ve ark. 2003, Lyimo ve Takken 1993). Bu nedenle, bir dişi sivrisinek için üreme potansiyeli kısmen larva habitatı tarafından belirlenir (McCann ve ark. 2009). Bununla beraber yaşlanmanın birçok hayvan taksonunda üreme çıktısını düşürdüğünü göz önünde bulundurursak (Dow 1971, Elizondo-Quiroga ve ark. 2006), uygun olmayan yaşam şartlarında, yetersiz beslenmiş, büyüme geciktirici faktörün etkisiyle larvaların yaşam süresi uzamakta, böylece erginlerin daha küçük boyutlarda çıkacağını, çiftleşme, yumurtalar için kan ile beslenme ve yumurtlamada daha düşük performanslar sergileyeceğini düşünmekteyiz. Bize göre kimyasal baskılayıcı faktörler dişiler için bir avantaj oluşturmamaktadır.

Başka bir çalışmayla duruma örnek verecek olursak, sadece şeker çözeltisiyle beslenen dişi *Culex tarsalis*'te otogenik yumurta üretimi (kan emmeden yumurta üretimi) araştırılmıştır. Kanat uzunluğu 2,89 mm olan küçük sivrisinekler otogenik olarak yumurta üretememişlerdir. Yine, kanat uzunluğu 2,83 mm olanlar ise otogenik olarak ovaryum gelişimini bile gerçekleştirememişlerdir (Su ve Mulla 1997). Bu duruma en uygun cevap erişkin dişilerin vücut büyüklüğü ve teneral rezervleri dahil olmak üzere diğer faktörlerin sivrisinek doğurganlığını etkilemesidir (Briegel 2003).

Ayrıca larvaların amonyum atıklarının suda birikmesinin de önemli olabileceği ifade edilmiş, larva atıklarında bulunan amonyağın suda birikmesi, kalabalık ortamda diğer larvaların gelişimine olumsuz etki edebileceği söylenmiştir (Moore ve Fisher 1969); fakat bazı çalışmalarda amonyağın tersine işlev görerek larvalarda gelişimi aktive edici olabileceği de ileri sürülmüştür (Walker ve ark. 1991). Açıkçası muallakta kalan bu konu için daha fazla çalışılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Elde ettiğimiz bir diğer sonuç ise larva ortamındaki kalabalık etkisinin, 0,32-0,64 larva/ml kanat uzunluğunun düşmesine neden olmuştur. Sivrisineklerde kanat uzunluğu larvaların gelişim ortamının değerlendirilmesinde önemli bir göstergedir (Julliano 1998). Hem erkek hem de dişide vücut kondisyonu hakkında önemli bir indikatör olduğu bildirilmiştir ve özellikle besin yetersizliğinin kanat uzunluğuna etkisi larval yoğunluktan daha fazla etkilemiştir (Briegel 1990). Üreme ortamındaki yüksek larva yoğunluğunun gelişen ergin sivrisineklerde vücut büyüklüğünü ve kanat uzunluğunu kısıtladığı birçok sivrisinek türünde gösterilmiştir (Akoh ve ark. 1992, Broadie ve Bradshaw 1991, Livdahl 1982, Lord 1998).

*Anopheles gambiae* ile yapılan bir çalışmada, litrede 20-200 arası larva yoğunluğu denenmiş, yoğunluk arttıkça larvaların gelişim sürecinin yavaşladığı ve çıkan erginlerin de daha küçük olduğu kaydedilmiştir (Gimmig ve ark. 2002). *An. darlingi* ile yapılan başka diğer bir çalışmada, larvaların iyi beslenmesi durumunda erginlerin daha çabuk geliştiği, kanatları daha uzun, yaşamları daha uzun ve daha iyi beslendiği bildirilmiştir. Olumsuz besin ve yetersiz koşullarda ise gelişimini sürdüren larvalardan ergin çıkışının düzensiz olduğu tespit edilmiştir (Araujo ve ark. 2012). Larval kalabalığının yoğun olduğu bir başka deneyde ise *An. stephensi* larvalarının, ölüm oranının arttığı, dolayısıyla çıkan ergin oranının azaldığı, erginlerin boyutlarının ve kanatlarının küçüldüğü, erginlerdeki erkek oranının azaldığı, dişilerde kan emme miktarı, yumurta verimi ve ömrün kısaldığı anlaşılmıştır (Reisen 1975).



Ayrıca sivrisineklerde kanat uzunluğu ve diğer bazı morfolojik parametrelerle dölleme yetisi arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Briegel 1990). Büyüklüklerin kanat uzunluğuna göre belirlendiği bir başka çalışmada, larval yoğunluk artıkça erkek bireylerin kanat uzunluğu küçülmüş olup, erkeklerin çiftleşme hızı da düşmüştür. Her ne kadar totalde çiftleşme sayıları değişmese de kalabalık olmayan ortamdan gelen erkekler daha erken dönemde çiftleşmeyi gerçekleştirebilmektedirler. Gruplar arasında erkeklerin boyutları noktasında pek bir fark çıkmamıştır. Öte yandan aynı bir grupta bile, genel olarak büyük çıkan erkekler küçüklere göre çiftleşmede daha başarılı olmuştur. Yine, dişilerde de büyüklük ve yumurta verimi gruplar arasında değişmemiştir (Ng'habi ve ark. 2005). *Aedes aegypti* ile yapılan bir deneme, daha büyük dişilerin beslenme ve yaşama şansının daha yüksek olduğunu göstermiştir. Yapılan ölçümlerde 2,47-2,76 arası kanat uzunluğu belirlenmiş olup, daha uzun kanatlıların doğada daha başarılı oldukları görülmüştür (Nasci 1986). *Ae. aegypti* ile yapılan bir başka çalışmada ise, larva dönemi beslenmesinin ergin vücut ölçülerini ve besin depolarını doğrudan etkilediği, kanat uzunluğunun hem erkek hem de dişide vücut kondisyonu hakkında önemli bir indikatör olduğu bildirilmiş ve daha büyük dişilerin, küçük dişilere göre iki kat daha fazla kan emerken, yumurta verimi dört kata kadar daha çok olmuştur (Briegel 1990). Esasen kanat uzunluğu daha büyük dişilerin uzun mesafelere uçup, konak arayışını başarı ile gerçekleştirip, beslenmesini sağlayabilir. Ayrıca kanat uzunluğu büyük olan dişilerin çiftleşme dansı uçuşu, üreme ve yumurtlamada daha iyi bir performans sergileyeceği kesindir. Bütün bu durum, kalabalık etkisinin bir sonucu olarak ortaya çıkan morfolojik kısıtlamaların da, larva ölümü kadar önemli bir durum olabileceğini göstermektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Adams B, Kapan DD (2009). Man bites mosquito: understanding the contribution of human movement to vector-borne disease dynamics. *PLoS One*, 4(8):e6763.
- Akiner MM, Demirci B, Babuadze G, Robert V, Schaffner F (2016). Spread of the invasive mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the Black Sea Region increases risk of chikungunya, dengue, and zika outbreaks in Europe. *PLoS Negl Trop Dis*, 10(4):e0004664.
- Akoh JI, Aigbodion FI, Kumbak D (1992). Studies on the effect of larval diet, adult body weight, size of blood meal, and age on the fecundity of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Insect Sci Appl*, 13(2):177-181.
- Aldemir A, Bosgelmez A (2006). Population Dynamics of Adults and Immature Stages of Mosquitoes (Diptera:Culicidae) İn Gölbaşı District, Ankara. *Turk J Zool*, 30:9-17.
- 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. Yanlış bu
- 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, 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.). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, pp.35-57.
- Alto BW, Lounibos P, Higgs S, Juliano SA (2005). Larval competition differentially affects arbovirus infection in *Aedes* mosquitoes. *Ecology*, 86(12):3279-3288.
- Applebaum SW, Heifetz Y (1999). Density-dependent physiological phase in insects. *Annu Rev Entomol*, 44:317-341.
- 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.
- Barbosa P, Peters M, Greenough NC (1972). Overcrowding of mosquito populations: responses of larval *Aedes aegypti* to stress. *Environ Entomol*, 1(1):89-93.
- Becker N (2008). Influence of climate change on mosquito development and mosquito-borne diseases in Europe. *Parasitol Res*, 103(Suppl 1):19-28.
- Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Dahl C, Lane J (2003). *Mosquitoes and Their Control*. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.
- 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, 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.
- Beck-Johnson LM, Nelson WA, Paaajmas KP, Read AF, Thomas MB, Bjørnstad ON (2012). The effect of temperature on *Anopheles* mosquito population dynamics and the potential for malaria transmission. *PLoS One*, 8(11):e79276.

- Benedict MQ, Knols BG, Bossin HC, Howell PI, Mialhe E, Caceres C, Robinson AS (2009). Colonisation and mass rearing: learning from others. *Malar J*, 8(Suppl 2):S4.
- Bentley MD, Day JF (1989). Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Ann Rev Entomol*, 39:401-421.
- Bradshaw WE, Holzapfel CM (1992). Resource limitation, habitat segregation, and species interactions of british tree-hole mosquitoes in nature. *Oecologia*, 90:227-237.
- Briegel H (1990). Metabolic relationship between female body size, reserves, and fecundity of *Aedes aegypti*. *J Insect Physiol*, 36(3):165-172.
- Briegel H (2003). Physiological bases of mosquito ecology. *J Vector Ecol*, 28(1):1-11.
- Broadie KS, Bradshaw WE (1991). Mechanisms of interference competition in the western tree-hole mosquito, *Aedes sierrensis*. *Ecol Entomol*, 16:145-154.
- Brown AW (1986). Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. *J Am Mosq Control Assoc*, 2(2):123-40.
- Carron A (2007). Correlation between wing measurements and dry body weight in male and female *Ochlerotatus caspius* (Pallas,1771) (Diptera: Culicidae). *Eur Mosq Bull*, 24:4-8.
- Chambers GM, Klowden MJ (1990). Correlation of nutritional reserves with a critical weight for pupation in larval *Aedes aegypti* mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc*, 6(3):394-399.
- Clements AN (1992). *The Biology of Mosquitoes: Development, Nutrition and Reproduction*. Chapman and Hall, London, UK, p. 509.
- Clements AN (2012). *The Biology of Mosquitoes. Vol 3. Transmission of Viruses and Interactions with Bacteria*. CABI Publishing, UK, p. 584.
- 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. *Türk Entamol Derg*, 28(4):283-294.
- Çiçek H (2010). Plasmodiidae. In: veteriner Parazitoloji. Dumanlı N, Karaer Z (eds.). Medisan Yayınevi, Ankara. pp.163-181.
- Das S, Garver L, Dimopoulos G (2007). Protocol for mosquito rearing (*A. gambiae*). *JoVE*. 5. <http://www.jove.com/index/Details.stp?ID=221>, doi: 10.3791/221.
- Demirci B (2005). Iğdır ve Civarındaki Sivrisinek (Diptera: Culicidae) Türlerinin Biyoekolojisi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Dodson BL, Kramer LD, Rasgon JL (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.
- Dow RP (1971). The dispersal of *Culex nigripalpus* marked with high concentrations of radiophosphorus. *J Med Entomol*, 8(4):353-363.
- Dye C (1984). Competition amongst larval *Aedes aegypti*: the role of interference. *Ecol Entomol*, 9:355-357.

- Elizondo-Quiroga A, Flores-Suarez A, Elizondo-Quiroga D, Ponce-Garcia G, Blitvich BJ, ContrerasCordero JF, Gonzalez-Rojas JI, Mercado-Hernandez R, Beaty BJ, Fernandez-Salas I (2006). Gonotrophic cycle and survivorship of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) using sticky ovitraps in Monterrey, northeastern Mexico. *J Am Mosq Contr Assoc*, 22(1):10-14.
- Fish D (1985). An analysis of adult size variation within natural mosquito populations. In: *Ecology of Mosquitoes: Proceedings of a Workshop*. LP Lounibos, JR Rey, JH Frank (eds.). pp. 419-429. Florida Medical Entomology Laboratory, Vero Beach.
- Foster WA, Walker ED (2002). Mosquitoes (Culicidae). in. *Medical and Veterinary Entomology*. Mullen GR, Durden LA (Eds.). Pp.203-262. Academic Press, New York.
- Gimnig 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.
- Goddard J (2007). *Physician's Guide to Arthropods of Medical Importance*. Fifth Edition. CRC Press, 480 p, New York.
- Goddard J (2008). *Infectious Diseases and Arthropods*. Second Edition. Humana Press (Springer International), 251 P, Berlin.
- Gomez C, Rabinovich JE, Machado-Allison CE (1977). Population analysis of *Culex pipiens fatigans* Wied. (Diptera: Culicidae) under laboratory conditions. *J Med Entomol*, 13(4-5):453-463.
- 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.
- Gray SM, Banerjee GN (1999). Mechanisms of erthropod transmission of plant and animal viruses. *Microbiol Mol Biol Rev*, 63(1):128-148.
- Grimstad PR, Haramis LD (1984). *Aedes Triseriatus* (Diptera,Culicidae) and Lacrosse Virus .3. Enhanced Oral-Transmission By Nutrition-Deprived Mosquitos. *J Med Entomol*, 21:249–256.
- Grimstad PR, Walker ED (1991) *Aedes Triseriatus* (Diptera,Culicidae) and La-Crosse Virus .4. Nutritional Deprivationof Larvae Affects the Adult Barriers to Infection and Transmission. *J Med Entomol* 28:378–386.
- Gubler DJ (2010). The global threat of emergent/re-emergent vector-borne diseases. *Vector Biology, Ecology and Control*, pp.39-62.
- Günay F (2015). Türkiye Sivrisinek Faunası Üzerine DNA Barkodlama Yöntemiyle Moleküler Analizler. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 96 S, Ankara.
- Halouzka J, Hubálek Z (1998). Isolation of the spirochaete *Borrelia afzelii* from the mosquito *Aedes vexans* in the Czech Republic. *Med Vet Entomol*, 12(1):103-105.
- Haramis LD (1985). Larval nutrition, adult body size, and the biology of *Aedes triseriatus*. In: *Ecology of mosquitoes: proceedings of a workshop*. Lounibos LP, Rey JH, Frank JH (eds). Florida Medical Entomology Laboratory, Vero Beach, FL, pp.431-437.
- Harbach R, Kitching I (1998). Phylogeny and classification of the Culicidae (Diptera), *Systematic Entomol*, 327–370.
- Hardy JL, Houk EJ, Kramer LD, Reeves WC (1983). Intrinsic Factors Affecting Vector Competence of Mosquitoes for Arboviruses. *Annu Rev Entomol*, 1983, 28:229–262.

- Hardy, JL (1988). Susceptibility And Resistance of Vector Mosquitoes. in: Monath, TP., Editor. The Arboviruses. Erol Entemol. CRC Press; Boca Raton, Florida, USA, p. 87-126.
- Hawley WA (1985). The effect of larval density on adult longevity of a mosquito, *Aedes sierrensis*: epidemiological consequences. J Anim Ecol, 54(3):955-964.
- Higgs S (2004). Microbe–Vector Interactions in Vector-Borne Diseases. Cambridge University Press, Cambridge, UK, P. 103-137.
- Hogg JC, Thomson MC, Hurd H (1996). Comparative fecundity and associated factors for two sibling species of the *Anopheles gambiae* complex occurring sympatrically in The Gambia. Med Vet Entomol, 10(4):385-391.
- Hollidge BS, González-Scarano F, Soldan SS (2010). Arboviral encephalitides: transmission, emergence, and pathogenesis. J Neuroimmune Pharmacol, 5(3):428-442.
- Juliano SA (1998). Species introduction and replacement among mosquitoes: interspecific resource competition or apparent competition? Ecology, 79(1):255-268.
- Juliano SA, Lounibos LP, O’Meara GF (2004). A field test for competitive effects of *Aedes albopictus* on *A. aegypti* in South Florida: differences between sites of coexistence and exclusion? Oecologia, 139:583-593.
- Kettle DS (1995). Medical and Veterinary Entomology. (2<sup>nd</sup> ed.). Wallingford, UK: CAB International, p. 565.
- Koenraadt CJM (2008). Pupal dimensions as predictors of adult size in fitness studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol, 45(2):331-336.
- Koenraadt CJM, Takken W (2003). Cannibalism and predation among larvae of the *Anopheles gambiae* complex. Med Vet Entomol, 17(1):61-66.
- Lehane MJ (2005). The Biology of Blood-Sucking in Insects. Second Edition. Cambridge University Press, UK, p. 336.
- Lima CA, Almeida WR, Hurd H, Albuquerque CM (2003). Reproductive aspects of the mosquito *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) infected with *Wuchereria bancrofti* (Spirurida: Onchocercidae). Mem Inst Oswaldo Cruz, 98(2):217-222.
- Livdahl TP (1982). Competition within and between hatching cohorts of a treehole mosquito. Ecology, 63(6):1751-1760.
- Lord CC (1998). Density dependence in larval *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol, 35(5):825-829.
- Lounibos LP, Suarez S, Menendez Z, Nishimura N, Escher RL, O’Connell SM, Rey JR (2002). Does temperature affect the outcome of larval competition between *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. J Ecol, 27:86-95.
- Lucius R, Loos-Frank B (2008). Biologie Von Parasiten. 2. Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, p.552.
- Lyimo EO, Takken W (1993). Effects of adult body size on fecundity and the pre-gravid rate of *Anopheles gambiae* females in Tanzania. Med Vet Entomol, 7(4):328-332.
- Lyimo EO, Takken W, Koella JC (1992). Effect of rearing temperature and larval density on larval survival, age at pupation and adult size of *Anopheles gambiae*. Entomol Exp Appl, 63(3):265-271.

- Macia A (2009). Effects of larval crowding on development time, survival and weight at metamorphosis in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev Soc Entomol Argent*, 68(1-2):107-114.
- Magi M (1984). Distribution and overcrowding effects in mosquito larvae (Diptera: Culicidae) inhabiting taro axils in the Ryukyus, Japan. *J Med Entomol*, 21(1):63-68.
- Mahajan UV, Gravgaard J, Turnbull M, Jacobs DB, McNealy TL (2011). Larval exposure to *Francisella tularensis* LVS affects fitness of the mosquito *Culex quinquefasciatus*. *FEMS Microbiol Ecol*, 78(3):520-530.
- Matson PA, Waring RH (1984). Effects of nutrient and light limitation on mountain hemlock: susceptibility to laminated root rot. *Ecology*, 65:1517-1524.
- McCann S, Day JF, Allan S, Lord CC (2009). Age modifies the effect of body size on fecundity in *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *J Vector Ecol*, 34(2):174-181.
- McGavin GC (2001). *Essential Entomology: An Order-by-Order Introduction*. Oxford University Press, USA, p. 324.
- 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.
- Merdivenci A (1984). Türkiye Sivrisinekleri. İstanbul Üniv. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, No: 3215, Taş Matbaası, İstanbul.
- Merritt RW, Dadd RH, Walker ED (1992). Feeding behavior, natural food, and nutritional relationships of larval mosquitoes. *Annu Rev Entomol*, 37:349-374.
- 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.
- Moore CG, Fisher BR (1969). Competition in mosquitoes: 1 Density and species ration effects on growth, mortality, fecundity, and production of growth retardant. *Ann Entomol Soc Am*, 62(6):1325-1330.
- Moore CG, Whitacre DM (1972). Competition in mosquitoes. 2. Production of *Aedes aegypti* larval growth retardant at various densities and nutrition levels. *Ann Entomol Soc Am*, 65(4):915-918.
- Morais SA, Moratore C, Suesdek L, Marrelli MT (2010). Genetic-morphometric variation in *Culex quinquefasciatus* from Brazil and La Plata, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 105:672-676.
- Mori A (1979). Effects of larval density and nutrition on some attributes of immature and adult *Aedes albopictus*. *Trop Med*, 21(2):85-103.
- Nasci RS (1986). The size of emerging and host-seeking *Aedes aegypti* and the relation of size to blood-feeding success in the field. *J Am Mosquito Contr*, 2(1):61-62.
- Nasci RS (1987). Adult body size and parity in field populations of the mosquitoes *Anopheles crucians*, *Aedes taeniorhynchus* and *Aedes sollicitans*. *J Am Mosq Control Assoc*, 3(4):636-637.
- Nayar JK (1969). Effects of larval and pupal environmental factors on biological status of adults at emergence in *Aedes taeniorhynchus* (Wied.). *Bull Entomol Res*, 58(4):811-827.

- 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.
- Oter K, Gunay F, Tuzer E, Linton Y-M, Bellini R, Alten B (2013). First record of *Stegomyia albopicta* in Turkey determined by active ovitrap surveillance and DNA barcoding. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 13(10):753-761.
- Parrish D (1959). The mosquitoes of Turkey. *Mosq News*, 19(4):264-266.
- Paulson SL, Hawley WA (1991). Effect of body size on the vector competence of field and laboratory populations of *Aedes triseriatus* for La-Crosse virus. *J Am Mosq Control Assoc*, 7(2):170-175.
- Peters MT, Barbosa P (1977). Influence of populations density on size, fecundity, and developmental rate of insects in culture. *Ann Rev Entomol*, 22:431-450.
- Peters TM, Chevone BI, Greenough NC, Callahan RA, Barbosa P (1969). Intraspecific competition in *Aedes aegypti* (L.) larvae: I. equipment, techniques and methodology. *Mosq News*, 29(4):667-674
- Petersen JM, Mead PS, Schriefer ME (2009). *Francisella tularensis*: an arthropod-borne pathogen. *Vet Res*, 40(2):07.
- Pfeffer M, Dobler G (2010). Emergence of zoonotic arboviruses by animal trade and migration. *Parasit Vectors*, 3:35.
- Ramsdale CD, Alten B, Çağlar SS, Özer N (2001). A revised, annotated checklist of the mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Turkey. *Eur Mosq Bull*, 9:18-27.
- Reisen WK (1975). Intraspecific competition in *Anopheles stephensi* Liston. *Mosq News*, 35(4):473-482.
- Reisen WK, Milby MM, Bock ME (1984). The effects of immature stress on selected events in the life history of *Culex tarsalis*. *Mosq News*, 44:385-395.
- Reiskind MH, Lounibos LP (2009). Effects of intraspecific larval competition on adult longevity in the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Med Vet Entomol*, 23:62-68.
- 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.
- Roberts D (1998). Overcrowding of *Culex sitiens* (Diptera: Culicidae) larvae: population regulation by chemical factors or mechanical interference. *J Med Entomol*, 35(5):665-669.
- Roberts D, Kokkinn M (2010). Larval crowding effects on the mosquito *Culex quinquefasciatus*: Physical or chemical? *Entomol Exp Appl*, 135:271-275.
- Rozendaal JA (1997). *Vector Control: Methods for Use by Individuals and Communities*. World Health Organization, Albany, p. 423.
- 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 çevresinde ve mülteci göç yolları üzerinde sivrisinek (Diptera: Culicidae) türlerinin tespit edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017, p.49.

- Schaffner E, Angel G, Geoffroy B, Hervy JP, Rhaiem A, Brunhes J (2001). The Mosquitoes of Europe (CD-Rom). Institute de Resherche 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.
- Siddiqui TF, Aslam Y, Reisen WK (1976). The effects of larval density on selected immature and adult attributes in *Culex tritaeniorhynchus* Giles. *Tropical Medicine* 18(4):195-202.
- Southwood TRE, Murdie G, Yasuno M, Tonn's RJ (1972). Studies on the life budget of *Aedes aegypti* in Wat Samphaya, Bangkok, Thailand. *Bull World Health Organ*, 46(2):211-226.
- Su T, Mulla MS (1997). Physiological aspects of autogeny in *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae): influences of sugar-feeding, mating, body weight, and wing length. *J Vector Ecol*, 22(2):115-121.
- Suleman M (1982). The effects of intraspecific competition for food and space on the larval development of *Culex quinquefasciatus*. *Mosq News*, 42(3):347-356.
- Suleman MR, Reisen WK (1979). *Culex quinquefasciatus* Say: life table characteristics of adults reared from wild-caught pupa from North West Frontier Province, Pakistan. *Mosq News*, 39:756-762.
- 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.
- Tan SY, Sung H (2008). Carlos Juan Finlay (1833-1915) of mosquitoes and yellow fever. *Singapore Med J*, 49(5):370-371.
- Telang A, Wells MA (2004). The effect of larval and adult nutrition on successful autogenous egg production by a mosquito. *J Insect Physiol*, 50(7):677-685.
- 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.
- Tsuda Y, Suzuki A, Takagi M, Wada Y (1997). Different responses to larval crowding between 2 strains of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) from Japan and Thailand. *Med Entomol Zool*, 48(1):19-24.
- Wada Y (1965). Effect of larval density on the development of *Aedes aegypti* (L.) and the size of adults. *Quaestiones Entomologica*, 1(4):223-249.
- Wadley L, Sievers C, Bamford M, Goldberg P, Berna F, Miller C (2011). Middle Stone Age bedding construction and settlement patterns at Sibudu, South Africa. *Science*, 334:1388-1391.
- Walker ED, Lawson DL, Merritt RW, Morgan W, Klug MJ (1991). Nutrient dynamics, bacterial populations, and mosquito productivity in tree hole. *Ecosystems and Microcosms Ecology*, 72(5):1529-1546.
- Wall R, Shearer D (2001) *Veterinary Ectoparasites: Biology Pathology, and Control*. Second Edition. Wiley-Blackwell Publishing, Malden, USA, p. 262.
- 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.
- 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). *Paras Vectors*, 5:225.

## **ÖZGEÇMİŞ**

27 Ekim 1991’de İstanbul/Üsküdar’da doğdu. İlköğretim, ortaöğretim ve lise eğitimini aynı şehirde tamamladıktan sonra, 2010 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Biyoloji Bölümünü kazandı ve 2016 yılında mezun oldu. Aynı yıl Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı. Şu anda biyolog olarak görev yapmaktadır.