

**T.C.**  
**KAFKAS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE’NİN KUZEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ’NDEN *Aedes*  
*vexans* Meigen, 1830 (Diptera: Culicidae)’İN DOĞAL  
POPULASYONLARININ MORFOMETRİK ANALİZİ**

**Özge KUÇLU**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman**  
**Yrd. Doç. Dr. Adnan ALDEMİR**

**KARS**  
**2010**

**T.C.**  
**KAFKAS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE’NİN KUZEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ’NDEN *Aedes*  
*vexans* Meigen, 1830 (Diptera: Culicidae)’İN DOĞAL  
POPULASYONLARININ MORFOMETRİK ANALİZİ**

**Özge KUÇLU**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

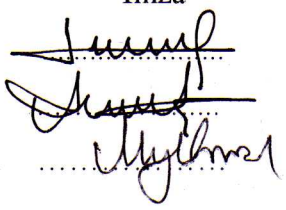
**Danışman**  
**Yrd. Doç. Dr. Adnan ALDEMİR**

**KARS**  
**2010**

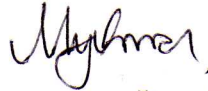
T.C. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Özge KUÇLU'nun Yrd. Doç. Dr. Adnan ALDEMİR'in danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığı "Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nden *Aedes vexans* Meigen, 1830 (Diptera: Culicidae)'in doğal populasyonlarının morfolojik analizi" adlı bu çalışma, yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek *ay. bick. g.* ile kabul edilmiştir.

22/06/2010

	Adı Soyadı
Başkan	: Prof. Dr. Yunus GİCİK
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Adnan ALDEMİR
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Muhittin YILMAZ

İmza  


Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../2010. gün ve .../..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Abdullah DOĞAN 4.  
Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmada; Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nden *Aedes vexans* Meigen, 1830 (Diptera: Culicidae)'in doğal populasyonlarının morfolojik analizi yapılmıştır.

Tez konumun seçiminde, tezimin hazırlanmasında ve sonuçlandırılmasında yol gösterici olan, yoğun çalışmalarından bana zaman ayırarak engin tecrübe ve birikimlerinden yararlanma fırsatı veren, öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyduğum değerli bilim insanı ve danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Adnan ALDEMİR'e ve laboratuvar çalışmalarımın yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında yakın ilgisini, destek ve katkılarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Arş. Gör. Berna DEMİRCİ'ye de teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca eğitimim süresince benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve çalışmamda bana yardımcı olan arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kars – 2010

Özge KUÇLU

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖZET</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b>	<b>iii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	<b>iv</b>
<b>RESİMLER DİZİNİ</b>	<b>v</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b>	<b>vi</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>3</b>
2.1. Araştırma Alanı	3
2.2. Araştırma Alanının İklimi	5
2.3. Sivrisineklerin Biyo-Ekolojik Özellikleri	6
2.4. Türkiye’de Bulunan Sivrisinek Türleri	9
2.5. Sivrisineklerin Tıbbi Yönünden Önemi	13
2.6. <i>Ae. vexans</i> ’ın Biyolojisi	15
2.7. <i>Ae. vexans</i> ’ın Hastalık Geçişindeki Rolü	16
2.8. Enlem ve Boylamın Vücut Büyüklüğü Üzerine Etkileri	17
2.9. Morfometrik Yöntemlerin Kullanılması	20
<b>3. MATERYAL VE METOD</b>	<b>23</b>
3.1. Örneklem İstasyonlarının Seçimi	23
3.2. Sivrisineklerin Örneklenmesi	24
3.3. Laboratuvar Çalışmaları	28
<b>4. BULGULAR</b>	<b>38</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ</b>	<b>46</b>

**6. KAYNAKLAR**

**51**

**7. ÖZGEÇMİŞ**

**63**

## ÖZET

Türkiye'nin Aras Vadisi'nde 808-1620 m yükseklikler arasındaki farklı ekolojiksel bölgelerde bulunan *Ae. vexans* Meigen, 1830 (Diptera: Culicidae)'nin 4 popülasyonu geleneksel ve geometrik morfometri yöntemleri kullanılarak karşılaştırıldı. Geometrik morfometri, kanatları da içeren çoğu morfolojik parametrelerde şekil ve büyüklük farklılıklarının belirlenmesi ve analizleri için kullanılan önemli ve yeni bir yöntemdir. Bu yöntemi farklı yüksekliklerden toplanan *Ae. vexans*'ın kanatlarındaki şekil farklılıklarını belirlemek ve analiz etmek için kullandık. Geometrik morfometri yöntemi kullanılarak elde edilen veriye göre Gödekli (808 m) ve Sürmeli (944 m) popülasyonları ayrı ayrı gruplanırken, Zülfikar (848 m) ve Çilehane (1620 m) popülasyonları beraber gruplandı. Popülasyonların vücut büyüklüğü varyasyonunu elde etmek için ağırlık merkezi büyüklüğü verileri kullanıldı ve bu verilerin değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis nonparametrik anlamlılık testi kullanıldı ( $H= 20,90297$ ,  $p= 0,0001$ ). Ağırlık merkezi büyüklüğü sonuçları Bergman Kuralı'nı desteklemedi. Popülasyonlar arasında en yüksek vücut büyüklüğüne sahip bireyler 944 m yükseklikten toplanan Sürmeli bireyleri oldu. Kanat şekil varyasyonlarının geometrik morfometri ile ortaya çıkarılması dışında klasik morfometri ile çeşitli morfolojik karakterlerin ölçümleri yapıldı ve analiz edildi.

**Anahtar Kelimeler:** *Ae. vexans*, sıcaklık, geometrik morfometri, Aras Vadisi

## ABSTRACT

Four populations of *Aedes vexans* Meigen occurring in different ecological subregions at altitudes between 808-1620 m in the Aras Valley of Turkey were compared using geometrics and traditional morphometric. Geometric morphometrics is a useful new tool for capturing and analyzing differences in shape and size in many morphological parameters, including wings. We have used this technique for capturing the differences in the wings of *Aedes vexans* collected from different altitudes. The similarity data obtained from the geometrics morphometric data showed that Gödekli (808 m) and Sürmeli (944 m) grouped separately and Zülfikar (848 m) and Cilehane (1620 m) grouped together. Centroid sizes were used as measures of overall wing size differences among different regions in each individual of the examined species. Kruskal-Wallis was conducted to test the significance ( $H= 20,90297$ ,  $p= 0,0001$ ). The centroid size variations revealed in *Ae. vexans* does not support our hypothesis about altitude and size. *Ae. vexans* individuals from the region SRM (944m) has relatively bigger wings.

**Key Words:** *Ae. vexans*, temperature, geometric morfometrics, Aras Valley



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1.1: Örneklerin Toplandığı Köylerin Bazı Özellikleri	24
Çizelge 4.1.1: 65 Morfolojik Karakterden 43 Tane Anlamlı Karakter	43

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa no</u>
Şekil 3.3.1: Sivrisineğin Vücut Anatomisi	31
Şekil 4.1.1: <i>Aedes vexans</i> türü dişi bireylerde kanat üzerinde tespit edilen 19 landmarkın oluşturduğu biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı	38
Şekil 4.1.2: Farklı yüksekliklerden toplanan populasyonlar arasındaki kanada ait morfometrik farklılıklar ( UPGM –SAHN kümeleme yöntemi)	39
Şekil 4.1.3: Farklı yüksekliklerden toplanan <i>Aedes vexans</i> bireyleri arasındaki kanada ait morfometrik farklılıklara göre çizilen Kanonik Varyans Analizi	39
Şekil 4.1.4: Farklı yüksekliklerden toplanan bireylerde ağırlık merkezi büyüklüğü (vücut büyüklüğü) farklılıkları.	40
Şekil 4.1.5: Farklı yüksekliklerden toplanan <i>Aedes vexans</i> bireylerinde yüksekliğe bağlı şekil ve vücut büyüklüğü ilişkisini gösteren regresyon analizi	41
Şekil 4.1.6: Farklı yüksekliklerden toplanan populasyonlarda 65 morfolojik karaktere ait farklılıklar (SAHN-UPGM kümeleme).	42
Şekil 4.1.7: Farklı yüksekliklerden toplanan <i>Aedes vexans</i> populasyonlarının 65 morfolojik karaktere göre iki temel eksen boyunca dağılımları (CANOVAR).	42

## RESİMLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Resim 3.1.1: Aras Vadisi'ndeki Çalışma Alanı	24
Resim 3.2.1: Işık Tuzağı	26
Resim 3.2.2: Ağız Aspiratörü	26
Resim 3.2.3: Ergin Sivrisinek Yakalama İstasyonu	27
Resim 3.2.4: Ergin Sivrisinek Yakalama İstasyonu	27
Resim 3.3.1: Örneklerin Ayrılması	29
Resim 3.3.2: <i>Ae. vexans</i> 'ın Sağ Kanadında Kullanılan Landmarklar	30
Resim 3.3.3: <i>Ae. vexans</i> 'ın Sağ Bacağı	34
Resim 3.3.4: <i>Ae. vexans</i> 'ın Sağ Palpusu	35
Resim 3.3.5: <i>Ae. vexans</i> 'ın Proboscisi	35
Resim 3.3.6: <i>Ae. vexans</i> 'ın Abdomeni	36
Resim 3.3.7: <i>Ae. vexans</i> 'ın Scutumunu	36
Resim 3.3.8: <i>Ae. vexans</i> 'ın Başı	37
Resim 3.3.9: <i>Ae. vexans</i> 'ın Sağ Anteni	37

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### KISALTMALAR

<i>Ae.</i>	<i>Aedes</i>
<i>Cx.</i>	<i>Culex</i>
<i>An.</i>	<i>Anopheles</i>
<i>Cs.</i>	<i>Culiseta</i>
<i>P.</i>	<i>Plasmodium</i>
<i>D.</i>	<i>Drosophila</i>
<b>mm</b>	Milimetre
<b>m</b>	Metre
<b>km<sup>2</sup></b>	Kilometrekare
<b>°C</b>	Santigrat Derece
<b>%</b>	Yüzde
<b>GDK</b>	Gödekli
<b>ZLK</b>	Zülfikar
<b>SMR</b>	Sürmeli
<b>CLH</b>	Çilehane
<b>PCA</b>	Temel Öğeler Analizi
<b>CVA</b>	Kanonik Varyans Analizi
<b>TPS</b>	İnce Tabaka Analizi
<b>IMP</b>	Entegre Morfometrik Paket
<b>CANOVAR</b>	Kanonik Varyans Analizi
<b>MANOVA</b>	Çoklu Varyans Analizi
<b>UPGMA</b>	Aritmetik Ortalama İle Ağırlıksız Çift Grup Metodu

## 1. GİRİŞ

İnsan ya da hayvanlar üzerinden kan emerek beslenen böcekler, sadece sokma yoluyla zarar vermeleri değil aynı zamanda hastalık vektörü olmaları açısından da önemlidir [1]. Vektör böcekler arasında en önemli yeri, yüksek adaptasyon yetenekleri ve biyotik özelliklerinden dolayı sivrisinekler almaktadır. Diptera takımı, Culicidae familyası içerisinde yer alan sivrisinekler, bugün dünya üzerinde 3357 tür ve alttür ile temsil edilmektedir [2]. Bunlar arasında yaklaşık 100 kadar sivrisinek türü tıbbi açıdan çok büyük önem taşımaktadır [3].

Bugün bilinen ve sayıları sürekli artış gösteren 182 arbovirüs (eklem bacaklıların aracılığıyla bulaştırılan virüsler) enfeksiyonundan 147'sine sivrisinekler vektörlük yapmaktadır [4]. Bunlardan bazıları; sıtma, filariasis, sarıhumma, deng (Dengue), St. Louis ensefalomiyeliti, Batı at ensefalomiyeliti, Doğu at ensefalomiyeliti, Japon ensefalomiyeliti, Murray vadisi ensefalomiyeliti, Batı Nil Virüsü, Ross River Virüsü vb'dir [5].

Bir organizma için çevrenin hangi özelliğinin önemli olduğu türden türe değişir ve türün evrimsel geçmişine bağlıdır [6]. Bununla beraber, organizmaların yeryüzünde dağılımını sınırlayan ve etkileyen en önemli iki faktörün sıcaklık ve nem olduğunu söyleyebiliriz. Her organizma, fizyolojisinin izin verdiği en düşük ve en yüksek sıcaklık dereceleri arasında gösterdiği fizyolojik, morfolojik ve davranışsal adaptasyonlar sayesinde hayatta kalır. Sonuç olarak sıcaklık, bir organizmanın yaşam döngüsünün herhangi bir evresinde, çeşitli şekillerde etki göstererek, organizmanın yayılımını ve populasyon büyüklüklerini sınırlar [7].

Vektör kökenli hastalıkların kontrolü, çeşitli insektistlerin artropod vektörlere karşı uygulanmasıyla, oldukça geniş bir ölçekte mümkün hale gelse de kimyasalların uzun süreli kullanımı, vektör tarafından direncin geliştirilmesi ve bu kimyasalların çevrede zararlı etki yaparak birikmesi gibi iki önemli problemin ortaya çıkmasına yol açmıştır [8]. Bu problemlerden dolayı vektör kontrolünde alternatif yöntemlerin geliştirilmesi zorunluluğu doğmuştur. Etkili kontrol yöntemlerinin geliştirilebilmesi için çalışılan organizmanın temel özelliklerinin, bu özellikleri ortaya çıkaran temel mekanizmaların

çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle vektör kaynaklı hastalıklara karşı yürütülen bütün kontrol programlarında, vektör ekolojisinin önemi açıktır.

Bu tez çalışmasında vektör olma potansiyeli olan *Aedes vexans*'ın ergin popülasyonlarında farklı yüksekliklerin ve eko-coğrafik bölgelerin türün morfolojisi üzerine etkisi morfometrik yöntemler kullanılarak ortaya çıkarılmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Araştırma Alanı

Çalışma alanı olarak, Aras Vadisi ve Aras Vadisi ile Kars Platosu arasında geçiş zone olan Çilehane (Kağızman) alt ekolojik alanı seçildi. Aras Nehri, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Erzurum ilinden doğar ve Azerbaycan'da bulunan Hazar Denizi'ne dökülür. Aras Nehri, Türkiye-Ermenistan, İran-Nahcivan, İran-Ermenistan ve İran-Azerbaycan uluslararası sınırlarını belirler. Aras Vadisi, çöl faunasının Anadolu'ya giriş yaptığı önemli bir ekolojik koridordur. Farklı özelliklerde sulak alanların bulunduğu vadi, kuş göç yolu üzerindedir ve alanda 190 kuş türünün varlığı bildirilmiştir [9, 10].

Aras Vadisi'nde bulunan ve örnekleme istasyonlarının üç tanesinin yer aldığı Iğdır Ovası, Ermenistan, Azerbaycan, İran'a sınır olduğu için sıtma riski açısından önemlidir. Bu ülkelerde ve Türkiye'de sıtma durumundaki kötüye gidiş, ülkeler arasında bazı farklılıklar olmasına rağmen, benzer nedenlerden kaynaklanmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Erzurum-Kars bölümünde yer alan Iğdır ili, Ağrı Dağı'nın kuzeybatı eteklerinde kurulmuş olup kuzey ve kuzeydoğu sınırında Aras Nehri vardır. Bu nehir Iğdır-Ermenistan sınırını teşkil eder. Bölgenin doğu ve güneydoğusunda Nahcivan ve İran, güneyinde Ağrı ili, batı ve kuzeybatısında ise Kars ili yer almaktadır. Ova, Aras'ın ve diğer küçük akarsuların taşıdığı alüvyonlarla oluşmuştur. Ovanın oluşumunda Ağrı dağlarından inen volkanik tüflerin de büyük rolü olduğu için, ovanın toprağı çok verimlidir. Ova volkanik Ağrı Dağı'ndan materyaller ve Aras Nehri tarafından taşınan alüvyonlardan dolayı tuzlu toprağı sahiptir. Ovanın tümü havzanın ana akarsuyu olan Aras Nehri tarafından sulanır [11]. Ova, deniz seviyesinden 800-900 m yükseklikte ve etrafı dağlarla çevrili bir havza konumundadır. Türkiye sınırları içerisindeki Aras Vadisi'nde ki köylüler genellikle tarım ve hayvancılıkla uğraşır [12, 13]. Pamuk önceden bu alanda ana tarım ürünü olmasına rağmen şimdilerde meyve, şeker pancarı, buğday, arpa, baklagiller ve çeşitli sebzeler yetiştirilmektedir. Aras Vadisi, önemli bir ekolojik koridordur ve vadideki çöl faunası Anatolia içinden gelir [14]. Ovadaki çukurlar ve kalıcı dranej kanalları ile birlikte, dranej suyu ve su taşkınlarından kalan geçici su birikintileri sivrisinek üreme alanları için uygundur [15].

Bölge, turistik değerler bakımından zengin özellikler göstermesine rağmen, turizm faaliyetleri henüz gelişmemiştir. Bölgede tarihi eser değeri taşıyan yedi alan bulunmaktadır. Bunlar; Karakale Ören yeri, Kervansaray, Kümbet, Kültepe, Ahura Ören yeri, Iğdır Korgan ve Koçbaş Mezarları'dır. Ayrıca bu il sınırları arasında kalan Ağrı Dağı gerek il, gerekse Türkiye için önemli bir turizm alanıdır. Ağrı Dağı, Türkiye, İran ve Nahçıvan devlet sınırlarının kesişme noktasındadır. Büyük Ağrı 5165 m ve Küçük Ağrı Dağı 3896 m yüksekliğindedir. Her iki dağın çevre uzunluğu 128 km olup, 1188 km<sup>2</sup>'lik bir taban üzerinde yükselmektedir. Ağrı Dağı küçük tepeler teşkil etmeden, birdenbire tek başına yükselen bir yapıya sahiptir. Dağın zirvesinde kar ve buzullarla kaplı bir krater vardır. Kar sınırı 4000–4500 metreden başlayan dağ, geniş bir alana egemen olduğu için, Iğdır'ın ve Nahçıvan'ın her tarafından, Ağrı'nın birçok yerinden, Van, Erzurum, Kars, Ermenistan ve İran'ın yüksek yerlerinden görünmektedir. Büyük Ağrı Dağı buzul morfolojisi bakımından Türkiye'nin en önemli alanlarından birisidir. Büyük Ağrı Dağı 3000 metreye kadar uzanan ve yayla olarak kullanılan otlak alanlar ve 3000 metreden başlayarak kalıcı kar sınırı olan 4000 metreye kadar uzanan yüksek dağ çayırları ile kaplıdır. Bu otlaklar özellikle küçükbaş hayvancılık yapılmasına olanak sağladıkları için çevre ve bölge halkı için büyük bir ekonomik değer taşır. Büyük Ağrı Dağı'nda zengin bir yaban hayatı görülür. Yüksek kesiminde kurt, ayı ve yaban koyunu gibi hayvanlar bulunurken, kuzey yamaçlarında yer alan sazlık ve göllerde çok sayıda kuş türüne rastlanmaktadır [11].

Kağızman Bölgesi'nde ise 1900-2000 m den daha alçak kesimlerde yarı kurak sahaların karakteristik topraklarından olan kahverengi topraklar yayılış gösterirken, 2000-2750 m arasındaki nispeten nemli ve serin kesimlerinde ise dağ, çayır toprakları yayılış göstermektedir. Aras kenarındaki 20 km<sup>2</sup>'lik alan alüvyon topraklarla kaplıdır. Kağızman'da bahar aylarında görülen don, bitkileri etkilemektedir. İlçedeki toprak grupları çeşitli ağaç türlerinin yetişmesine uygun olmasına karşın tarıma ayrılan alanların dışında tamamen step bitkileri ile kaplanmıştır. Toprağın çok sık olduğu çoraklaşma, tuzlaşma, taşlık olan alanlarda toprak özellikleri ağaç, hatta step formasyon gelişmesine dahi uygun olmadığından bu kesimler genelde çıplaktır.



## 2.2. Araştırma Alanının İklimi

Iğdır Ovası ve çevresi Türkiye ve Doğu Anadolu ölçüsünde kendine özgü iklim özellikleri ile “mikro klima” alanı içine girmektedir. Iğdır Rasat İstasyonu’nun 40 yıllık ölçümlerine göre, bu merkezde yıllık sıcaklık ortalaması 11,6 °C, yıllık ortalama sıcaklık farkı ise 29,2 °C kadardır. En yüksek sıcaklık değerlerine Ağustos (41,8 °C), en düşük sıcaklık değerlerine de Aralık ayında (-30,3 °C) rastlanmaktadır. Donlu günler sayısı 112,5, yıllık ortalama yağış tutarı 257,6 mm kadar olup, yağışların yarıdan fazlası (154,6 mm) ilkbahar ve yaz mevsimlerine denk gelmektedir. En az yağış ise (47,8 mm) kış mevsiminde görülmektedir [16].

Yıllık sıcaklık ortalaması Iğdır’ın yaklaşık 50 km güneyinde bulunan Doğubeyazıt’ta 8,6 °C, 85 km güneybatısındaki Ağrı’da 6,5 °C ve 130 km kuzeybatısındaki Kars’ta 4,3 °C kadardır. Iğdır Ovası, çevresindeki yüksek dağlar ve platolardan hava sıcaklıkları bakımından belirgin bir şekilde ayrılmaktadır. Kısa mesafede sıcaklığın bu ölçüde değişmesi, topoğrafik yapıdan kaynaklanan yükselti farkının bir sonucu olarak düşünülmektedir. Yaklaşık, 1600-1700 m yüksekliklerde bulunan çevre yerleşim birimlerine göre, Iğdır Ovası 800-900 m yükseklikte ve etrafı dağlarla çevrili bir havza konumundadır. Aralık, Ocak ve Şubat aylarının sıcaklık ortalamasının fazla düşük olmaması, bölgede zaman zaman görülen aşırı soğuklar hariç, kış mevsiminin fazla soğuk geçmediğini göstermektedir. İlkbahar mevsiminde sıcaklık ortalamasının 10,0 °C’nin üstünde bulunmasından, bu mevsimde havanın ısınmaya başladığı anlaşılmaktadır. Yaz mevsimi sıcaklık ortalaması ise 24 °C’nin üstüne çıkmaktadır. Bu değer, yurdumuzun güney ve batısındaki bazı istasyonların (örneğin, Alanya 26,1°C) değerlerine yakın bulunmaktadır. Sonbahar mevsiminin ortalama sıcaklık değeri ise, ilkbahar mevsimine benzerlik göstermektedir [16].

Kağızman ilçesinin bağlı bulunduğu Kars ilinde ise; 1935 ve 2005 yılları arasındaki 70 iklimsel veri ortalamasına göre (T.C.Ç.B); yıllık ortalama sıcaklığı 4,4 °C’dir. En yüksek sıcaklık ortalaması Temmuzda (17,3 °C) ve Ağustosta (17,4 °C)’dir. En düşük sıcaklık ortalaması ise; Ocakta (-11,2 °C)’dir. İl, 1 yıllık periyotta 4-5 ay kadar kar ile örtülüdür ve bazı alanlarda kar kalınlığı 80 cm’ye kadar yükselir. Yıllık yağış ortalaması ise 489,5 mm’dir [16].

### 2.3. Sivrisineklerin Biyo-Ekolojik Özellikleri

Diptera ordosu içerisinde yer alan sivrisinekler, tropikal, subtropikal ve ılıman iklim kuşaklarında geniş bir yayılım gösterir; ancak okyanuslar, yüksek dağlar ve geniş çöller sınırlayıcı rol oynayabilmektedir. Buna bağlı olarak sivrisinek türleri, zoocoğrafik bölgelerin belirli kısımlarında yayılım gösterir. Sivrisinekler çok kesin olmamakla beraber, paleontolojik verilere göre ilk çağın 350 milyonuncu yılından sonra, Karbonifer döneminde diğer kanatlı eklembacaklılarla birlikte evrimsel süreç içinde yer almıştır [17].

Qu ve Qian (1984), sivrisineklerin evrimini ve faunistik dağılımlarını araştırıp, bilinen 38 cinse bağlı 3357 tür ve alt türün filogenetik analizini yapmıştır. Araştırmacılar, Anophelinae ve Toxorhynchitinae alt familyalarının ilkel grupları teşkil ettiğini, Culicinae alt familyasının ise, evrimsel açıdan daha gelişmiş olduğunu kaydetmiş ve orjinlerinin Neotropikal Bölge olduğunu belirtmiştir [17].

Sivrisineklerin yumurtladığı, larva ve pupaların yaşadığı, geliştiği, erginlerin pupadan çıktığı küçük ve büyük her çeşit durgun su birikintisine, üreme alanı denir. Bu alanlar doğal olabildikleri gibi insan yapımı (yapay) da olabilirler. Her çeşit göl, gölet, bataklık, havuz, doğal çukurlar, taş oyukları, ağaç kovukları, çayır ve ormanlarda birikmiş kar, yağmur ve sulama suları, yavaş akan akarsuların kıyı kesiminde oluşan ve su bitkileri/yosunlar ile kaplı durgun kısımlar, kanallar, toprak arklar, terk edilmiş kuyular, sarnıçlar, çeltik tarlaları, çeşme yalıkları, konutların çevresine bırakılan içinde su depolanan her çeşit kap, otomobil lastikleri, fosseptikler, bataklık kıyısındaki hayvan ayak izleri, fabrika atık suları, vb. yerlerdeki temiz, az tuzlu, tuzlu ve kirli sular, sivrisinek türlerinin üreme alanlarıdır [17-24].

Sivrisinekler hayat döngülerinde, yumurta, larva, pupa ve ergin evreler bulundurmalarından dolayı tam başkalaşım gösteren canlılardır (holometabol). Yumurta ve yumurtlama şekillerinden dolayı cins ve türler birbirinden kolayca ayırt edilebilir. Sivrisinekler yumurtalarını tek tek ya da paket halinde olmak üzere iki şekilde bırakır. *Anopheles*, *Aedes* ve *Ochlerotatus* türleri yumurtalarını tek tek bırakırken, *Culex* ve *Culiseta* türleri ise paket halinde bırakır. Sivrisinek yumurtaları genelde uzun-oval, kahverengi ya da siyaha yakın ve 1 mm kadar uzunluğa ulaşabilir ve alt yüzeyleri üst

yüzeylerinden daha dış bükeydir. Sivrisineklerde yumurtadan ergine kadar geçen süre, türe, suyun fizikokimyasal özelliklerine, iklim koşullarına ve besin faktörlerine göre değişmektedir [2, 18, 25-27].

Sivrisinekler türe özgü davranış gösterir, bu özellikleri larvaların doğadaki dağılımlarının saptanmasında büyük rol oynar [28].

Yumurta inkübasyon süresi, larva ve pupa gelişme süresi, iklimsel koşullara, suyun fizikokimyasal özelliklerine ve diğer faktörlere bağlıdır. Larva süresi, bir haftadan birkaç aya kadar değişebilir. Sıcaklığın artmasıyla larva gelişimi arasında ters bir orantı söz konusudur. Sivrisinek larvalarının gelişmesi için uygun sıcaklık aralığı 22-25 °C'dir. Optimum koşullarda larva süresi, ortalama 10-15 gündür [18].

Sivrisinek larva ve pupaları suda yaşar. Yumurtanın açılması sırasında, larva başındaki çok ince ve keskin olan küçük çıkıntıyla yumurta kabuğunu keser ve dışarı çıkar. Larva yumurtadan ilk çıktığında yarı saydam, parlak ve sarımsı-beyaz renklidir, pigmentleşme daha sonra gerçekleşir. Larvalar çok hareketlidir. Solunum için su yüzeyine sık sık çıkar ve hava alıp tekrar suyun derinliklerine doğru dalarlar. Larvalar gelişimleri sırasında üç kez gömlek değiştirirler ve dört evre geçirirler. *Anopheles* larvasında sifon yoktur, bunlar abdomenlerindeki palme kıllarıyla vücutlarını suyun yüzeyine paralel olarak tutarlar ve solunum delikleriyle havadan oksijen alırlar. *Culex*, *Aedes*, *Culiseta*, *Orthopodomyia* ve *Uranotaenia* larvalarının sifonu (solunum borusu) vardır. Sifonla havadan oksijen almak için suyun yüzeyine yapıştıkları zaman, baş bölgesi aşağı doğru yönelir ve vücudu açı teşkil edecek şekilde durur [17].

Açık alanlarda durgun sular, bazı bakteri türlerinin oluşturduğu jelatinimsi bir film tabakasıyla örtülüdür. Filmin üst yüzeyinde polenler, mantar sporları, havadan düşen diğer maddeler, filmin alt yüzeyinde ise, çeşitli flagellatlar ve bazı protozoa türleri bulunur. Bu film tabakası, sivrisinek larvaları tarafından kesilip tabakanın alt ve üstündeki organizmalar/maddeler besin olarak kullanılır. Organik materyaller, larvaların beslenmesinde önemlidir; ancak larva besininin önemli bir kısmını mikroorganizmalar oluşturur. Sivrisinek larvalarının mide içeriği incelenmiş, başta alg türleri olmak üzere bakteri, rotifer, spor ve protozoa türlerinin bulunduğu görülmüştür [26, 27].

Sivrisinek pupası virgül şeklindedir [2, 18]. Pupa beslenmez, devinimlidir ve su yüzeyine çıkarak solunum deliği ile havadan oksijen alır. Erginleşme sırasında, pupanın abdomeni su yüzeyine paralel bir konum alır ve hava yutarak çıkma işi kolaylaştırılır. Pupadan çıkan ergin kanatlarını ve bacaklarını kurutarak sudan çıkar [29].

Sivrisinek erginleri, larva ve pupa evrelerinden farklı olarak karada yaşarlar. Ergin sivrisinekler, konukçu tercihi, barınak seçimi ve üreme davranışları bakımından çeşitli farklılıklar gösterir. Ekzofilik (açık alanda faal olan) türler, daha çok ağaç kovukları, mağaralar, pamuk tarlaları ve orman içlerinde yaşar, gün boyunca insan ve hayvanlardan kan emerler. Endofilik (kapalı alanlarda faal olan) türler ise, ahır, ev, boş depo gibi korunaklı yerleri seçerler. Sivrisineklerin dinlenme yer seçimini, sıcaklık, nem, güneş ışığı, rüzgâr vb. faktörler belirler. Beslenme koşulları uygun ise sivrisinekler, üreme alanlarından fazla uzaklaşmadan kan emebilir; uygun dinlenme yer seçimi için uzun mesafeler de kat edebilir. Sivrisinek popülasyonundaki hareketler, sıcaklık, nem, üreme alanı, konukçu, sivrisineğin fizyolojik durumu vb. faktörlere bağlıdır. Ovaryumları tamamen gelişen gravid dişiler, üreme alanlarına doğru uçuş aktivitelerini artırır. Biyotik ve abiyotik koşullar elverişli olduğu zaman, ergin sivrisinekler, 15 gün ile 6 ay (tropik bölgelerde) arasında bir ömür uzunluğuna sahiptir. Erkek bireylerde ömür uzunluğu, dişilere göre daha kısadır [17].

Sıcaklığın düşmesi, gün uzunluğunun kısılması vb. faktörlere bağlı olarak sivrisineklerin metabolizmaları yavaşlar. Bu durgunluğa kışlama (hibernasyon) denir. Sivrisineklerin bazı türlerinde dişiler, sonbahar aylarının son dönemlerinde ahırlara ve evlere girerek loş bir köşe, çatlak ya da bodrumlarda kışlar. Havaaların soğumasıyla birlikte, sivrisineğin vücudunda yağ düzeyi yükselir, üreme faaliyetleri durdurulur, dişiler ilkbahara kadar vücutlarındaki bu yağı kullanır. Bazı türlerin dişileri, bu koşullarda kan emebilir; ancak yumurtlama aktivitesi görülmez, bu olayda diyapoz tam değildir (trofogni uygunluğu), bu olaya *Anopheles* kalıcılığı da denilmektedir. Kışlama, hem vektör türlerin popülasyonlarının devamlılığı hem de epidemiyolojik açıdan çok önemlidir [18, 27, 28, 30].

Çok sıcak ve kurak geçen yaz aylarında sivrisinekler, vücutlarından çok fazla su kaybeder, beslenme faaliyetleri yavaşlar ve uyuşukluk başlar. Bu olaya, yaz uyuşukluğu

(estivasyon) denir. Uygun koşullara dönüldüğü zaman estivasyon durumu ortadan kalkar [17].

Dişi sivrisineklerin yumurta bırakabilmeleri için kan emmeleri gerekir. Ayrıca, sivrisinekler en az bir kere kan emmeden patojen özellik kazanamazlar, hastalığın iletilmesi için en az bir yumurtlama döngüsünün tamamlanması ve tekrar kan emilmesi şarttır [28]. Erkek sivrisinekler ise gerekli enerjiyi bitki öz sularından alır [26, 31]. Kan, genellikle memeli hayvanlar ve kuşlardan emilir; fakat birkaç sivrisinek türü düzenli olarak kurbağa ya da sürüngenler üzerinden beslenir (batrokofil). Bazı türler de hem kuşlardan (ornitofil) hem de memeli hayvanlardan kan emer [17].

Hayvanlardan kan emen sivrisineklere hayvancıl (zoofil); insanlardan kan emenlere insancıl (antropofil), konak ayrımı yapmadan hayvanlardan ve insandan kan emenlere ise hayvancıl-insancıl (zoo-antropofil) denir [18].

#### **2.4. Türkiye’de Bulunan Sivrisinek Türleri**

Parrish (1954)’e göre; ülkemizde, 7 cins kapsamında 55 sivrisinek türü bulunmaktadır. Merdivenci (1984) ise, tür ve alt tür sayısının 60 olduğunu belirtmiştir. Buna göre *Anopheles* 10 tür ve 6 alt tür, *Culex* 16 tür, *Culiseta* 5 tür, *Uranotaenia* 1 tür, *Orthopodomyia* 2 tür, *Aedes* 19 tür ve *Mansonia* 1 tür ile temsil edilmektedir [18, 32].

Ramsdale (2000), Türkiye’de bulunan ve bulunması muhtemel olan sivrisinek türlerini incelemiş, 49 türün bulunduğunu 6 türün de bulunup bulunmadığının şüpheli olduğunu belirtmektedir [33].

Ramsdale et al. (2001)’göre, Türkiye’de bulunan türlere ait kontrol listesi aşağıda sunulmuştur [34].

#### **Alt familya: Anopheline**

Cins: *Anopheles* Meigen, 1818

Alt cins: *Anopheles* Meigen, 1818

*algeriensis* Theobald, 1903

*claviger* Meigen, 1834

*hyrcanus* s.l. Palas, 1771

*maculipennis* Meigen, 1818  
*marteri* Senevet &Prunelle, 1927  
*plumbeus* Stephens, 1828  
*sacharovi* Favre, 1903  
*subalpinus* Hackett & Lewis, 1935  
Alt cins: *Cellia* Theobald, 1902  
*pulcherrimus* Theobald, 1902  
*superpictus* Grassi, 1899

#### **Mevcudiyeti şüpheli ve doğrulanmamış kayıtlar**

Alt cins: *Anopheles* Meigen, 1818  
*melanoon* Hackett, 1934  
Alt cins: *Cellia* Theobald, 1902  
*multicolor* Cambouliu, 1902  
*sergentii* Theobald, 1907

#### **Kuzey Irak'ta bulunan, Türkiye'de saptanmamış kayıt**

Alt cins: *Cellia* Theobald, 1902  
*An. stephensi* Liston, 1901

#### **Alt familya: Culicinae**

#### **Tribe: Aedini**

Cins: *Aedes* Meigen, 1818  
Alt cins: *Aedes* Meigen, 1818  
*cinereus* Meigen, 1818  
Alt cins: *Aedimorphus* Theobald, 1903  
*vexans* Meigen, 1830  
Alt cins: *Stegomyia* Theobald, 1901  
*cretinus* Edwards, 1921

#### **Daha önce belirlenmiş, sonra gözlenmemiş tür**

Alt cins: *Stegomyia* Theobald, 1901

*aegypti* Linnaeus, 1762

Cins: *Ochlerotatus* Lynch Arribalzaga, 1891

Alt cins: *Finlaya* Theobald, 1903

*echinus* Edwards, 1920

*geniculatus* Olivier, 1791

Alt cins: *Ochlerotatus* Lynch Arribalzaga, 1891

*caspius* s.l. Palas, 1771

*communis* De Geer, 1776

*detritus* s.l. Haliday, 1833

*dorsalis* Meigen, 1830

*excrucians* Walker, 1856

*flavescens* Müller, 1764

*nigrocanus* Martini, 1927

*phoeniciae* Coluzzi & Sabatini, 1968

*puchritarsis* Rondani, 1872

*zammitii* Theobald, 1903

Alt cins: *Rusticoidus* Shevchenko & Prudkina, 1973

*lepidonotus* Edwards, 1920

*refiki* Medschid, 1928

*rusticus* Rossi, 1790

### **Tribe: Culicini**

Cins: *Culex* Linnaeus, 1758

Alt cins: *Barraudius* Edwards, 1921

*modestus* Ficalbi, 1890

*pusillus* Macquart, 1850

Alt cins: *Culex* Linnaeus, 1758

*laticinctus* Edwards, 1913

*mimeticus* Noé, 1899

*perexigus* Theobald, 1903

*pipiens* Linnaeus, 1758

*theileri* Theobald, 1903

*torrentium* Martini, 1925  
*tritaeniorhynchus* Giles, 1901  
Alt cins: *Maillotia* Theobald, 1907  
*deserticola* Kirkpatrick, 1924  
*hortensis* Ficalbi, 1889  
Alt cins: *Neoculex* Dyar, 1905  
*martini* Medschid, 1930  
*territans* Walker, 1856

**Bulunmayan tür (yanlış kayıt)**

Alt cins: *Lasiosiphon* Kirkpatrick, 1924  
*adairi* Kirkpatrick, 1926

**Tribe: Culisetini**

Cins: *Culiseta*, Felt, 1904  
Alt cins: *Allotheobaldia* Brölemann, 1919  
*longiareolata* Macquart, 1838  
Alt cins: *Culicella* Felt, 1904  
*fumipenni* Stephens, 1825  
*morsitans* Theobald, 1901  
Alt cins: *Culiseta* Felt, 1904  
*annulata* Schrank, 1776

**Tribe: Mansoniini**

Cins: *Coquillettidia* Dyar, 1905  
Alt cins: *Coquillettidia* Dyar, 1905  
*richiardii* Ficalbi, 1889

**Tribe: Orthopodomyiini**

Cins: *Orthopodomyia* Theobald, 1904  
*pulchripalpis* Rondani, 1872



## **Tribe: Uranotaeniini**

Cins: *Uranotaenia* Lynch Arribalzaga, 1891

Alt cins: *Pseudoficalbia* Theobald, 1912

*unguiculata* Edwards, 1913

Yukarıda belirtilen 50 sivrisinek türüne ilave olarak Kars Platosu'nda yaptığı çalışmada Türkiye için yeni kayıt olan 6 tür (*Ae. punctor*, *Ae. pullatus*, *Ae. cataphylla*, *Ae. cyprius*, *Ae. leucomelas* ve *Cs. alaskaensis*) tespit edilmiştir [35]. Böylece, ülkemizde bilinen sivrisinek tür sayısı 56 olmuştur. Yapılacak yeni araştırmalarla bu sayının dahada artacağı tahmin edilmektedir [35].

### **2.5. Sivrisineklerin Tıbbi Yönünden Önemi**

Sivrisinekler, sadece insan ve hayvanlardan kan emmeleri sırasında çeşitli hastalık etmenlerini bulaştırmaları ve salgınlara neden olmaları yönüyle değil; aynı zamanda, sivrisinek mücadelesi sırasında kullanılan insektisitlerin çevre kirliliğine yol açması sebebiyle de, üzerinde durulan canlılardır [17].

Sivrisinek erginleri insan ve hayvan vücudunda oluşturdukları etkilerin başta sokma aktivitesiyle oluşan yanma, ödem ve alerji durumlarıdır. Kan emmeye dayalı sokma işlemi sadece dişiler tarafından yapılır ve hortum çok ince olduğundan (0.005 mm) ve morfolojik özelliğinden dolayı deriyi keserek içeriye sokulur. Emilecek kanın pıhtılaşmasını önlemek için tükürük salgı bezlerinden, açılan yaraya salgı akıtılır. Bu salgı, dokuda sinir uçlarını etkileyerek şiddetli yanma duyulmasına neden olur. Bunun sonucunda sokulan yerde kaşıntılı şişlik ve kızarıklık oluşur ve bu durum 24 saat sürebilir [27].

Bugün bilinen ve sayıları sürekli artış gösteren 182 arbovirüs (eklembacaklılar aracılığıyla bulaştırılan virüsler) enfeksiyonundan 147'sine sivrisinekler vektörlük yapmaktadır. Sivrisineklerin patojen özellikleri kazanabilmeleri için en az bir kez kan emme ihtiyaçları vardır. Hastalığın iletilmesi için en az bir kez yumurtlama döngüsünün tamamlanması ve tekrar kan emilmesi gerekmektedir [27].

Sivrisinekler; sıtma, filariasis, sarıhumma, deng (Dengue), St. Louis ensefalomiyeliti, Batı at ensefalomiyeliti, Japon ensefalomiyeliti, Murray vadisi ensefalomiyeliti, Batı Nil Virüsü, Ross River Virüsü gibi hastalıkların vektörüdür [1, 18, 36, 37].

Günümüzde, 103 ülkede yaşayan, yaklaşık 2 milyar insan sıtma risk grubunu oluşturmaktadır [37]. Dünyada her yıl, 300–500 milyon sıtma vakası tespit edilmekte ve bunların yaklaşık %90'ı Afrika'da görülmektedir. Tahminlere göre, yılda 1,1–2,7 milyon insan sıtmadan ölmektedir; ölenlerin büyük çoğunluğunu, 5 yaşın altındaki çocuklar oluşturmaktadır. Afrika'da ölen her yüz çocuktan onunun ölüm nedeni sıtmadır [38].

İnsanda sıtma yapan *Plasmodium*'un dört türü vardır: *Plasmodium falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale* ve *P. vivax*. *P. vivax*, tersiyana sıtmasını yapar, Asya'da, Avrupa'da ve Akdeniz ülkelerinde bulunur, Afrikalılar buna karşı dirençlidirler. *P. malariae*, quartana sıtmasını yapar. Hindistan, Asya ve tropikal Afrika'da yaygındır. *P. ovale* Batı Afrika'da yaygındır. *P. falciparum* ise tropikal bölgelerde, Güneydoğu Asya'da oldukça yaygındır ve sıtmanın en ağır tablosuna bu türde rastlanır.

Bağışıklığı olmayan populasyonlarda epidemi ve yüksek ölümlerle kendini gösteren sarıhumma, Afrika'nın batı kıyısından kökenlenmiştir ve tropik, subtropik bölgelerde geniş bir yayılım göstermiştir. En önemli taşıyıcısı *Aedes aegypti* türüdür. Bu tür ülkemizde Akdeniz ve Ege kıyı şeridinde de yayılmakla birlikte, virüsü bu bölgede taşımadığı için hastalık Türkiye için önemli değildir [27].

Deng humması yine tropik ve subtropik iklim kuşaklarında zaman zaman salgınlar yapan bir hastalıktır. Genel olarak *Aedes aegypti* ile taşınır. Ancak *Ae. albopictus*'da hastalığın taşıyıcıları arasındadır. Deng, ülkemiz için tehlikeli bir hastalık değildir. Burma, Vietnam, Endonezya, Çin ve Tayland gibi ülkelerde büyük problemler oluşturur [27].

Sivrisineklerin 30 Filariya türüne taşıyıcılık yaptıkları saptanmıştır. Bazı *Anopheles*, *Culex* ve *Aedes* türleri tarafından bulaştırılan ve 76 ülkede, 751 milyon insan filariya hastalığı riskini taşımaktadır. En önemli parazitler, *Wuchereria bancrofti*, *Brugia timori*, *Brugia malayi* ve *Bancroftian filariasis*'tir. En belirgin vektörü *Cx. pipiens*'tir [27].

## 2.6. *Aedes vexans*'ın Biyolojisi

*Aedes vexans* dünyada yaygın olarak bulunan ve vektöriyel olarak önemli olan türlerden biridir. Dağılımı, Neartik ve Paleartik bölgeler, Batı Afrika sahili ve doğuya özgü bölgeler, doğu ve güney Samoa'yı içerir [39]. *Ae. vexans* çeşitli isimlerle bilinmesine rağmen 1830'da orjinal tanımlanmasında *Culex vexans* olarak tanımlanmıştır ve 1904'de John B. Smith tarafından "bataklık sineği" *Culex sylvestris* olarak düzenlenmiş daha sonrada *Ae. vexans* olarak tanımlanmıştır [40].

*Ae. vexans* yumurta safhasında kışlar. Yumurtalar, yağmur suyu ile sele bağlı olan alanlarda, sızıntı ya da gelgitli suları barındıracak olan toprak üzerine bırakılır [41]. *Ae. vexans* yumurtaları embriyolaşma için biraz neme ihtiyaç duyar. *Ae. vexans* tarafından elverişli ovipozisyon alanların seçilimi çoğunlukla hayatta kalmalarını sağlar. Dişiler, seçtikleri alana yumurtalarını direkt olarak bırakır ki bu;

1) Muhtemelen başarılı embriyo oluşumu için yeterli nemi tutuyordur.

2) Muhtemelen gelecek tarihte su alacaktır [41].

Ovipozisyon alanların seçimini etkileyen diğer çevresel faktör, toprak üzerini örten yoğunluktur. Çökeltiler, dalların yığınlıkları ve düşük bitkisel kanopi ovipositik bir alan içindeki yumurtaların sayısı ile ilişkilidir [41]. Ovipozisyon alanı su bastığı zaman yumurtalar çatlamaya başlar. Çatlama, ya ilk su teması ile ya da 2. su temasında olur. Çatlama direkt olarak suyun oksijen bileşiminin dağılımının azalmasına bağlıdır. Bakteriler, maya ve diğer organizmalar suyun oksijen seviyesini azaltması ile *Ae. vexans* yumurtaları çatlamaya teşvik edilir [41].

*Ae. vexans* yumurtaları yaygın bir habitat çeşidinde bulunur. Larva gelişimi yumurtanın çatladığı yılın zamanına göre çeşitlidir. Yaz aylarında, 6-8 günlük period larva gelişimi için yeterlidir. *Ae. vexans* larvası muhtemelen çeşitli materyaller üzerinde yaşar, otlak ve su içindeki katı ya da yarı katı partekülleri ayrıştırarak beslenir.

*Ae. vexans*'ın pupal evresi meziyetsizdir. Larvalar gibi bu evrede de uzunluk sıcaklığa göre değişir. Fakat genellikle yaz esnasında en geç 2-3 gündür [41].

*Ae. vexans* erişkinlerinden, erkek bireyler çiçeklerin nektarları üzerinden beslenir. Dişi *Ae. vexans* 'lar ise kan olmaması durumunda nektar ile beslenir. Nektar ile beslenme, erişkin hale geçme sonrası herhangi bir zaman diliminde başlar. Kanla beslenme, erişkin hale geçiş sonrası 2. günde başlar ve 3. günde belirginleşir. *Ae. vexans*'ın ortalama yaşam süresi, erişkin hale geçtikten sonra 3-6 haftadır. [41].

Erkek *Ae. vexans* 'lar, çayır ve ormanlık alanda gün batımından sonra kümeleşirler. Dişiler, teker teker kümelere yaklaşır ve çiftleşme gerçekleşir. Çiftleşme sonrası bir kerede 108-182 arası yumurta oluşur. Yumurtaların ilk görünümü beyazdır fakat kısa zamanda çelik mavisi bir örtüye döner. Embriyolar genellikle 8 ile 10 günde tamamen gelişir [39].

*Ae. vexans* üreme alanından oldukça uzağa yayılan bir sivrisinektir. Rees'e göre; bu türler 8 ile 12,8 km'lik bir uzaklığa uçarlar. Hearle'e göre ise; British Columbia'da 16 km'lik bir alana yayılır [40].

Iğdır Ovası'nda yapılan bir çalışmada *Ae. vexans*'ın kırsal alanda kentsel alana göre daha yüksek bir oranda bulunduğu görülmüştür [9].

İnsan üzerinden beslenen sivrisinek türlerinin nokturnal (gece) ısırma aktivitesini belirlemek için Iğdır Ovası'nda yapılan diğer bir çalışmada ise; insana saldıran sivrisinekler içerisinde *Ae. vexans*'ın oranının %6,6 olduğu belirlenmiştir [12].

## **2.7. *Aedes vexans*'ın Hastalık Geçişindeki Rolü**

*Ae. vexans*; Batı Nil Virüsü, Tularemi, *Dirofilaria immitis* ve Equing Encephalitis'in vektörlüğünü yapar [18, 42]. *Ae. vexans* *Dirofilaria immitis*'in başlıca vektörlerinden biridir. [41]. 1976'da Maryland'da, Janskowski ve Bickley'in yaptıkları çalışmada; *Ae. vexans*'ın %68'inin *Dirofilaria immitis*'in enfektif larva evresi gelişimi için enfekte edilen bir köpek üzerinden beslendiğini ve bu türün yüksek vektörlük potansiyeline sahip olduğunu göstermişlerdir. 1981'de bir Eastern Equing Encephalitis'in virüs eldesi Michigan'da *Ae. vexans*'tan sağlanmıştır [41].

## 2.8. Enlem ve Boylamın Vücut Büyüklüğü Üzerine Etkileri

Enlemsel varyasyonlarla ilgili 3 hipotez öne sürülmüştür. Bunlar; Bergman Kuralı, Ters Bergman Kuralı ve Zıt Eğilim Varyasyonları'dır.

**Bergman Kuralı:** Bergman Kuralı ilk olarak sadece endotermik türler arasındaki iklimsel coğrafik varyasyonu tanımlamıştır. Bu tanıma göre; endotermik türler soğuk iklimde büyük olma eğilimi göstermektedirler [43]. Bergman tarafından önerilen bu kurala göre, büyük bireyler yüksek enlemlerde yüzey/hacim oranını küçülterek vücut ısılarını korurlar. Ancak, kuşlar ve memeliler için bu kural tamamen uyuşmamaktadır. Bu yüzden bu önerilmiş durum, tartışmalı olmaya devam etmektedir [43].

**Ters Bergman Kuralı:** Bergman Kuralı'nın çıkışından yaklaşık 100 yıl sonra endotermik canlılar üzerine kurulan hipotez ektodermlere de genişletilmiştir [44]. Küçük organizmalar geçici sıcaklıklara daha hızlı uyum sağlamalarından dolayı durum daha farklıdır [45]. Bergman Kuralı'nın tersine bu kural, mevsim uzunluğu dolayısı ile olmaktadır. Yüksek enlemlerdeki mevsim uzunluğunun kısalığı, beslenme, büyüme ve gelişim için olan zamanı sınırladır. Bu nedenle, kazanılmış vücut büyüklüğü yüksekliklere doğru gidildikçe azalmaktadır. Böceklerde bu Zıt Bergman Kuralı daha çok genetikdir [43]. Uygun gelişme ve erginleşme için hayatta kalma süresi arttıkça vücut büyüklüğü de artar. Ancak hayatta kalma süresi ve erginliğe ulaşma da zamansal olarak düşer [43].

**Zıt Eğilim Varyasyonu:** Vücut büyüklüğünde enlemsel varyasyonla ilgili üçüncü hipotez Zıt Eğilim Varyasyonu'dur. Bu varyasyon enlemsel fayda hipotezi olarak da bilinir. Temel olarak Zıt Bergman Kuralı ile aynıdır. Zıt Eğilim Varyasyonu'nda, bir türün yüksek enlem ve boylamdaki popülasyonlarında mevsim kısıtlamasından dolayı alçak enlem ve boylamdaki türdeşlerine göre daha büyük vücutlu olurlar. Bu varyasyonun Zıt Bergman Kuralı'ndan farkı Zıt Bergman Kuralı'nın daha çok genetiğe dayalı olmasıdır [43].

Vücut büyüklüğü çok sayıda ekolojiksel ve fiziksel değişkenle ilişkilidir. Sivrisineklerde vücut büyüklüğünün; ömür uzunluğu, fekundite ve emilen kan miktarı gibi bazı faktörleri etkilediği bilinmektedir. Enlem ve boylamın vücut büyüklüğüne

etkisi, aynı türün bireyleri arasında ve bir kommünite veya biyocoğrafik bölgede bulunan farklı türler arasında yapılan birçok çalışmayla incelenmiştir [43].

Sıcaklık, sivrisineklerin sucul evrelerinin yaşam süresini, ergin üretim hızını, hayatta kalma süresini ve hastalığın yayılımını etkileyen temel sınırlayıcı iklimsel etkenlerden biridir [46, 47]. Böceklerin geliştiği enlem ve boylamın sıcaklıkla ilgili olarak türlerin biyoekolojik özelliklerinin belirlenmesinde büyük etkileri vardır. Sıcaklık türlerin yayılışını ve bolluğunu belirleyen en önemli değişkenlerden biridir [48]. Evrimsel öneme sahip biyolojik özellikler arasındaki ilişkilermeler çevresel sıcaklıktan önemli derecede etkilenmektedir. Bununla birlikte, bu şekildeki özellik ilişkileri sıcaklığa muhtemelen farklı ve karmaşık yollarla cevap vermektedir [49]. Sıcaklık düştükçe parazitin gonotrofik döngü süresinin uzaması vektör etkinliği üzerinde etkilidir. Daha sık kan emme gerçekleştikçe enfekte kan emme potansiyeli ve olası hastalıkların yayılımını artırır [47]. Sıcaklık, aynı zamanda organizmaların yayılımları için önemli bir sınırlayıcı faktördür. Organizmaların adaptasyon süreçleri, sıcaklığın denetimi altındadır ve bu denetim ile organizmanın plastisitesi arasında bir rekabet bulunmaktadır.

Sivrisineklerde vücut büyüklüğünün ömür uzunluğu, fekundite ve emilen kan miktarı gibi bazı faktörleri etkilediği bilinmektedir [50]. Vücut büyüklüğü özelliklerinden olan kanat uzunluğu, vücut büyüklüğü ile çok kuvvetli bir şekilde ilişkilidir [51, 52] ve birçok türde ayrıntılı bir şekilde çalışılmıştır [43].

*Culex pipiens*, *Aedes aegypti* ve *Culex nigripalpus* türlerinde düşük sıcaklıklarda yetiştirilen bireylerin, yüksek sıcaklıklardakilere göre daha uzun kanatlara ve daha büyük vücut ağırlığına sahip oldukları gözlenmiştir. *Anopheles superpictus*'un 15°C, 20°C, 25°C, 27°C, 30°C ve 35°C sıcaklık koşullarında yetiştirilen larvalarından elde edilen erginlere ait kanatların, sıcaklık arttıkça dorso-ventral yönde küçülme gösterdiği saptanmıştır. Bu çalışmada erginlere ait kanat yapıları geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak incelendiğinde, belirgin biçim hatalarının oluştuğu görülmüştür [8].

Benzer şekilde, bazı *Drosophila* türlerinde kanatlardan, bu allometrik ilişkileri açıklayabilmek için bir ölçüm elde etmek amacıyla, diğer bir deyişle kanat şekli veya yuvarlaklığını karakter olarak alabilmek için “wing aspect ratio: kanat uzunluğu<sup>2</sup> / kanat

alanı” hesaplanmıştır [53]. Örneğin; Azevedo (1998)’nin yaptığı çalışmaya göre enlem artışı ile *Drosophila serrata* ve aynı bölgelerden toplanan *Drosophila melanogaster* wing aspect ratiolarında lineer bir artış gözlenmiştir [54].

*Drosophila*’da coğrafi klinler boyunca, vücut büyüklüğünün evriminde sıcaklığın en büyük etken olduğunu gösteren kanıtlar vardır; bunlardan birincisi, artan yükseklikle birlikte vücut büyüklüğünün de arttığının gösterilmesidir [55, 56]; ikincisi, laboratuarda yapılan çalışmalarda, düşük sıcaklıklarda tutulan *Drosophila* popülasyonlarında vücut büyüklüğünün arttığının ortaya konmasıdır [57, 58]. Vücut büyüklüğü coğrafi klinleri, ev sineği *Musca domestica* [59], bal arısı *Apis mellifera* [60] ve birçok *Drosophila* türünü [61] de içeren ektotermelerde yüksek enlemlerden elde edilen popülasyonlardaki bireylerin daha büyük vücutlu olması şeklinde gözlenmiştir [62]. *Drosophila*’da vücut büyüklüğü ile güçlü biçimde ilişkili olan özellikler arasında fekundite, dispersal yeteneği, eşleşme başarısı ve ömür uzunluğu bulunur ve bu özellikler uyum başarısı bileşenleri ile korelasyon içinde olduklarından doğal seçilime maruz kalmaktadırlar [62].

Vücut büyüklüğü ile yapılan çalışmaların ortaya koyduğu evrimsel açıdan önemli bir sonuç, vücut büyüklüğü ve yaşlanma arasında gözlenen ilişkilendirilmediği [63]. Örneğin, Partridge ve Fowler (1992)’in yapmış oldukları çalışmada büyük vücutlu bireylerin daha uzun ömürlü olduklarını saptamışlardır [64]. Genel olarak, böcek doğal popülasyonlarında vücut büyüklüğü ve ömür uzunluğu pozitif ilişki göstermektedir [65-67]. McCabe & Partridge (1997)’nin yaptıkları çalışmada, ömür boyu üreme başarısı ve hayatta kalış açısından, çevresel sıcaklık ve vücut büyüklüğü seçilimi arasında kuvvetli bir etkileşim olduğunu, büyük vücutlu dişilerin düşük sıcaklıkta tutulan kontrol bireylerine göre daha uzun ömürlü olduklarını ve daha fazla yavru döl meydana getirdiklerini ortaya koymuşlardır [68]. Yine *Drosophila melanogaster*’le yapılan önemli bir çalışmada, erkek vücut büyüklüğünün termal seçilimin hedeflerinden biri olduğu, büyük vücutlu olarak seçilen soylara ait erkek bireylerin diğer kontrol gruplarına göre tüm deneysel sıcaklıklarda daha fazla yavru döl katkıda bulunduğu ve daha uzun ömürlü olduğu ve bu uyum başarısının düşük deneysel sıcaklıklarda çok daha büyük olduğu gösterilmiştir [69]. Her ne kadar dişi ve erkekler arasında davranışsal ve fizyolojik farklılıklar olsa da, termal seçilimin her iki eşeyin vücut büyüklüğü üzerinde

aynı yolla etki ettiğini söylemek olanaklı gözükmemektedir [62]. Farklı bir *Drosophila* türünde, *D.buzzatii*'de, yapılan bir çalışmada, doğal populasyonlarda vücut büyüklüğü ve ömür uzunluğu arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur [67]. Vücut büyüklüğü ve fekundite arasındaki pozitif korelasyon da her iki eşey için de gösterilmiştir [70, 71]. Soto et al. (2006) tarafından yapılan çalışmada ise, yapay olarak seçilime tabi tutulan soylar arasında kanat uzunluğu ve gelişim zamanı seçilimi ergin ömür uzunluğuyla ilişkili bir cevap olarak ortaya çıkmıştır [63]. Aynı çalışmada hızlı gelişim ve hızlı gelişim-uzun kanat için seçilen soylar ve yaban soylar arasında önemli bir fark bulunmamış, ancak hızlı gelişim-kısa kanat için seçilen soyda ve kontrol grubunda ömür uzunluğunun kısaldığı bulgulanmıştır. Bu bulgular da, ömür uzunluğu ve vücut büyüklüğü arasında ilişki olduğu fikriyle kısmen uyumaktadır [63]. Sonuç olarak, özetlenen örnek çalışmaların da ortaya koyduğu gibi, vücut büyüklüğü ve yaşlanma arasında çoğunlukla pozitif olan bir ilişkilendirme vardır ve bu ilişkilendirme, dişi fekunditesi ve erkek eşleşme başarısının bir fonksiyonu olan yavru döl sayısını etkilemesi bakımından önemli (yaşlanma ve vücut büyüklüğü ile birlikte) bir diğer evrimsel boyuta da işaret etmektedir.

## **2.9. Morfometrik Yöntemlerin Kullanımı**

Morfometri, sınıflandırma işlemleri yapılmak amacı ile sayısal yöntemler kullanılarak oluşturulmuş bir dizi sayısal yöntemdir [72]. 1990 yılına kadar doğrusal ölçüler ve açılar gibi canlıların sahip olduğu karakter durumlarını sayısal nicelik halinde alıp benzerlik katsayıları kullanılarak ölçekleme yöntemi ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Bu yöntem klasik morfometri olarak adlandırılmıştır. Klasik morfometri; kantitatif değişkenlerden (uzunluk, yükseklik, genişlik) çoklu varyans istatistik analiz uygulamalarıdır [73]. Bu yöntem seçilen iki nokta arasındaki mesafe ölçümüne ve bu ölçümlerin çoklu varyans analizleri ile karşılaştırılmaları esasına dayanır. Bu yöntem, mesafeler arasında ölçüm sonuçları elde etmek istediğimiz çalışmalarda hala kullanılmaktadır. Ancak doğrusal ölçeklerin allometrisi, aynı bölgeden sürekli ölçü tekrarlama sonucu oluşan sapma gibi sorunlara neden olması ve ortaya çıkan sorunların aşılmasında genel kabul gören bir çözüm bulunmaması nedenleri ile eleştirilmiştir [74]. 1990'lı yıllarda, yerini kullanımı gittikçe artan ve morfometride bir dönüşüm olarak kabul edilen geometrik morfometriye bırakmaya başlamıştır.



Geometrik morfometri ile bir taksondaki herhangi bir karakter durumu boyuttan ayrıştırılarak incelenmektedir. Bu amaçla geliştirilen çok sayıda yaklaşımdan en yaygın olanı landmarklar (nirengi noktaları) yardımı ile bir yapının benzer bir başka yapıdan farkının istatistiksel güven sınırları içinde ortaya konmasıdır. Landmarklar, biyolojik formları biçim ve büyüklük açısından özetlemeye yarayan ve her formda aynı ismi alan homolog noktalardır. Özellikle dokuların yan yana geldiği yerler, örneğin; kanatta üç damarın birleştiği noktalar, Tip I olarak isimlendirilen ve güvenli kabul edilen landmarklardır [12].

Bir canlıda landmarklar bir kez belirlendikten sonra ikinci aşama bunların aynı düzleme alınması yani rotasyon, transformasyon ve skala etkilerinden kurtulması gerekmektedir. Bu amaçla Bookstein Biçim Koordinatları (BC) ve Procrustes Analizi gibi matematiksel yaklaşımlar geliştirilmiştir. Procrustes Analizi'nde tüm landmarkların ağırlık merkezine uzaklığının karesi olarak bilinen "ağırlık merkezi büyüklüğü" değeri temel alınarak, bu noktanın tanjant düzlemine olan mesafesi üzerinden landmarkların özetlediği yapı üst üste bindirilir ve böylece aradaki farklar gözlemlenebilir [75]. İkinci aşama ortaya çıkan farklılıkların populasyon düzeyinde özetlenmesidir. Bu amaçla Temel Öğeler Analizi (PCA), Kanonik Varyans Analizi (CANOVAR) ya da UPGMA soyağaçları kullanılır. Son aşamada ise çoklu varyans analizi (MANOVA) gibi yöntemler ile özetlenen farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı test edilir.

Landmarklar kullanılarak bir yapının biçimi belirlenirken kullanılan üst üste bindirme yöntemleri, yapıyı skala etkisinden arındırdığı için özetleme sonucu elde edilen bilgi büyüklükten etkilenmez. Ancak, geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak büyüklük karşılaştırılması da yapılabilir. Ağırlık merkezi büyüklüğü (sentroid büyüklüğü, centroid size) değeri bu amaçla yapılacak karşılaştırmalarda en fazla kullanılan değerdir [76].

Geometrik morfometrik çalışmalarda, her türlü veri için geliştirilmiş çok sayıda bilgisayar programı bulunmaktadır. Tüm programlar temelde aynı mantıkla çalışır. Özetlendiğinde; ilk aşama yapının preparasyonunun yapılması ve uygun landmarklar belirlenerek koordinatların saptanmasıdır. Bu aşamadan sonra Procrustes ya da benzeri bir analiz yapılarak landmarklar üst üste çakıştırılır. İnce Tabaka Analizi (Thin Plate Spline ya da TPS) ile farklılıklar saptanır ve Temel Öğeler Analizi (PCA) ya da Kanonik

Varyans Analizi (CANOVAR) ile özet bir grafik haline getirilir. Morphologica, Morpheus, TPS serileri, IMP serileri gibi tam set halinde geliştirilmiş programlar tek başına ya da birbiri yerine kullanılabilir [8].

Digitizasyon sırasında yapılması olası hataların en az olduğu sistemlerin kullanılarak [77, 78], hazırlanması gereken kanat gibi iki boyutlu yapıların, morfometrik çalışmalarda kullanılması tercih edilmektedir. Kanatlar, çevre ile doğrudan etkileşim halinde olduğundan ve canlının avcıdan kaçması ya da yakalanması, dispersal özelliklerini değiştirici özellikleri nedeni ile yüksek biyolojik açıklama özelliğine sahiptirler [79]. Sıcaklığın kanat uzunluğu ve vücut ağırlığı arasındaki ilişkiyi etkilediği, vücut büyüklüğünün de ömür uzunluğu, fekundite, ve emilen kan miktarı gibi çok önemli faktörleri etkilediği bilindiğinden [80], kanatların bu gibi çalışmalar için oldukça kullanışlı yapılar olduğunu söyleyebiliriz.

### 3. MATERYAL VE METOD

Bu tez kapsamında hedeflenen morfometrik çalışmalar ve uygulanan yöntemlerin ana başlıkları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. Örneklem İstasyonlarının Seçimi
2. Sivrisineklerin Örneklenmesi
3. Laboratuvar Çalışmaları

#### 3.1. Örneklem İstasyonlarının Seçimi

Aras Vadisi'nde sivrisineklerle ilgili yapılan araştırma sonuçları *Ae. vexans* populasyonlarının vadiye yaygın olarak bulunduğunu ortaya koymuştur [13]. Ergin *Ae. vexans* populasyonlarının morfometrik analizlerini yapabilmek için Aras Vadisi'nde 4 farklı yüksekliğe sahip örneklem istasyonu seçildi (Resim 3.1.1)

Örneklem istasyonlarının temel bazı özellikleri Çizelge 3.1.1'de görülmektedir. İlk 3 istasyon (Gödekli, Zülfikar ve Sürmeli bölgeleri) konumları dolayısıyla Iğdır Ovası'nın karakteristik özelliklerini yansıtmaktadır. Son istasyon ise (Çilehane köyü); ekolojik parametreler açısından Aras Vadisi ile Kars Platosu arasında geçiş zonu oluşturmaktadır.

Çalışma alanını oluşturan örneklem istasyonlarında temel geçim kaynakları tarım ve hayvancılıktır. Özellikle hava sıcaklığının daha yüksek olduğu ilk 3 örneklem istasyonunda yoğun olarak sulu tarım yapılmaktadır ve sivrisinekler yoğun populasyonlarla temsil edilmektedir. 4. istasyonda ise; sulu tarım oldukça sınırlı ve sivrisinek populasyonları nispeten daha düşüktür.

Çalışma alanında bilimsel yöntemlere uygun sivrisinek kontrol çalışmaları yapılmamaktadır.



**Resim 3.1.1: Aras Vadisi’ndeki Çalışma Alanı**

**Çizelge 3.1.1: Örneklerin Toplandığı Köylerin Bazı Özellikleri**

Örnekleme istasyonu	Koordinatlar	Yükseklik (m.)	Örnekleme İstasyonlarının Özellikleri
1. Gödeklİ (GDK)	39°49’N, 44°35’E	808	Iğdır Ovası, sivrisinek üremesi için çok fazla su birikinti alanı, yoğun tarımsal aktivite
2. Zülfikar (ZLF)	39°56’N, 44°02’E	848	Iğdır Ovası, sivrisinek üremesi için çok fazla su birikinti alanı, yoğun tarımsal aktivite
3. Sürmeli (SRM)	40°03’N, 43°47’E	944	Aras Vadisi’nin Iğdır Ovası’na açıldığı alan, sınırlı su birikinti alanı, yoğun tarımsal aktivite
4. Cilehane (CLH)	40°15’N, 42°57’E	1620	Aras Vadisi-Kars Platosu geçiş zonu, sınırlı su birikinti alanı, sınırlı tarımsal aktivite

### 3.2. Sivrisineklerin Örneklenmesi

Ergin sivrisineklerin örneklenmesinde değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en yaygın olanları ışık tuzakları, CO<sub>2</sub> tuzakları, aspiratörler ve bazı kimyasalların kullanımıdır. Bu araştırmada hem çevresel herhangi bir olumsuzluğun

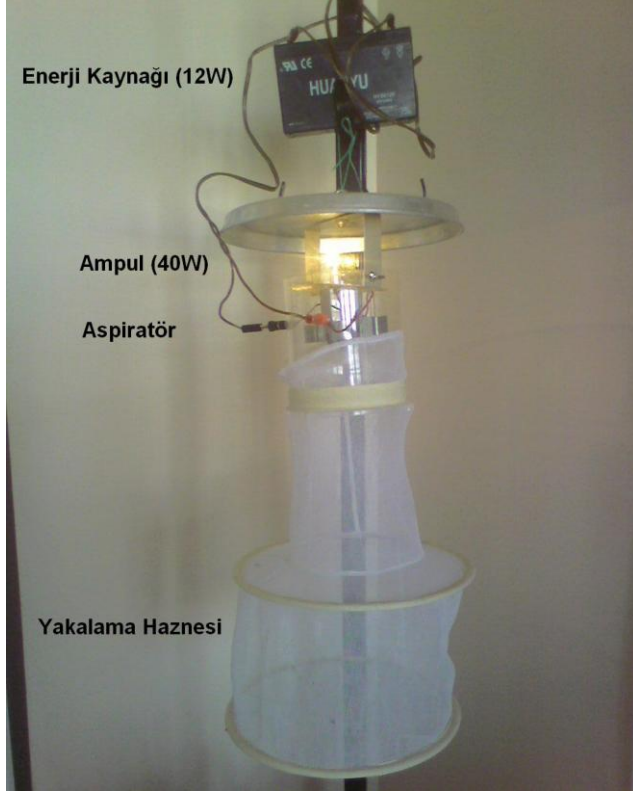
olmaması hem de kullanım kolaylığı olduğu için ışık tuzakları ve ağız aspiratörleri kullanıldı.

New Jersey Light Trap (NJLT) olarak bilinen ışık tuzaklarında 40 wattlık ampül kullanılmaktadır. Enerji kaynağı aküden sağlanır (Resim 3.2.1). Işığın çekici etkisinden dolayı ampüle yaklaşan sivrisinek tuzaktaki çalışır durumda bulunan fanın emiş gücüne kapılarak yakalama haznesine gönderilir. Bu yöntemle özellikle kan emme ihtiyacı duyan dişi sivrisinekler yakalanır. Ağız aspiratörleri ile kapalı alanlarda dinlenen sivrisinekler örneklendi (Resim 3.2.2). Örnekleme istasyonlarında hem kapalı alanlara (ahırlar) (Resim 3.2.3) hem de açık alanlara (Resim 3.2.4) ışık tuzakları kuruldu. Yerden yaklaşık 1.5 metre yüksekliğe kurulan tuzaklar akşam saatlerinde çalıştırıldı ve sabah saatlerinde tuzağa gelen örnekler alındı.

Çalışmanın güvenilirliği için *Ae. vexans* populasyonları arasındaki yaş farkının minimize edilmesi gerekiyordu. Bu nedenle, örnekleme çalışması bütün istasyonlardan Ağustos 2009 periyodunda yapıldı.

Araziden laboratuara getirilen ergin sivrisinekler etil asetatla bayıltıldı. Teşhis anahtarı [81] yardımıyla dişi *Ae. vexans* bireyleri teşhis edildi ve daha sonraki çalışmalarda kullanmak için % 95'lik etil alkol şişelerinde muhafaza edildi.

Fazla sayıda dişi *Ae. vexans* toplanmasına rağmen bu çalışmada 105 dişi birey kullanıldı (Gödekli-36, Zülfikar-22, Çilehane-18, Sürmeli-29). Diğer dişi bireyler, özellikle kanatlarındaki tahribattan dolayı bu araştırma kapsamında değerlendirilmedi.



**Resim 3.2.1: Işık Tuzağı**



**Resim 3.2.2: Ağız Aspiratörü**



**Resim 3.2.3: Ergin Sivrisinek Yakalama İstasyonu**



**Resim 3.2.4: Ergin Sivrisinek Yakalama İstasyonu**

### 3.3. Laboratuvar alışmaları

Araziden getirilen bütün örneklerde morfometrik veriyi etkileyecek muhtemel travmatik varyasyonlara neden olabilecek ekto ve endo parazitler tarandı. Bireylerin morfometrik karakterlerinin ölçülebilmesi için preparatları hazırlandı. Preparatlarda dişi bireyler kullanıldı ve mümkün olduğunca çok sayıda ölçülebilecek özellikte karakter belirlendi. Bununla birlikte ölçülebilir özellikte ancak literatürde yer almayan karakterler de çalışmaya eklendi.

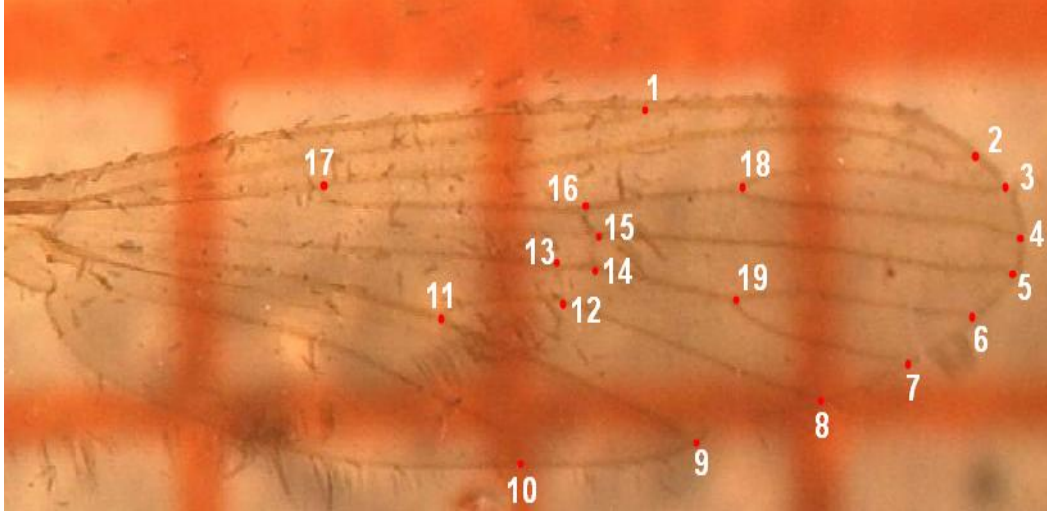
Araziden getirilen bireyler ldrlp vücut kısımları pens ile çıkartıldı (Resim 3.3.1). Tüm vücut, kanatlar da dahil olmak üzere tüylerle kaplı olduğu için ölçülecek kanat karakterleri grntlenememekteydi. Bunun için, kanatlar vücuttan ayrılarak tüy dökme işlemine tabi tutuldu. *Ae. vexans*'ın sağ kanatları sırasıyla; 5 dakika %10'luk KOH (kanatların tüylerden temizlenmesi için), 5 dakika %95'lik etil alkol ve 5 dakika da distile suda bekletildikten sonra mikroskop altında tüylerin dökülmesi sağlandı. Kanatlar temizlenirken, vücudun diğer kısımları, önce bacaklar (n, orta, arka) daha sonra abdomen, scutum, baş, anten, palpus ve proscis hiçbir işleme tabi tutulmadan entellan ile lam üzerine yapıştırıldı. Daha sonra kanatlar da entellan ile lam üzerine yapıştırılarak preparat tamamlandı. Kanat, bacaklar, anten ve palpusun yapıştırılmasında sağ ve sol uzuvların karışmamasına son derece dikkat edildi. Çift organlar için sağ bölümdeki vücut parçaları kullanıldı.





**Resim 3.3.1: Örneklerin Ayrılması**

Bölgelerden getirilen populasyonların her birinin geometrik morfometrik ölçümleri için toplam 105 dişi (GDK-36, ZLK-22, CLH-18, SRM-29) birey kullanıldı. Geometrik morfometri kullanılarak yapılan çalışmada daha önce yapılan çalışmalar ve türe özgü değişimler göz önünde bulundurularak kanat üzerinde 19 landmark (Nirengi noktası) seçildi (Resim 3.3.2). Tüm ölçümlerde aynı skala değerinin elde edilmesi için mikroskop tabanına milimetrik kağıt yerleştirildi. Bir bireyin tüm karakterleri DC-300 digital kamera sistemi ile Leica MZ-7.5 stereoskopik 300m disseksiyon mikroskobu kullanılarak fotoğraflandırdı ve bilgisayar ortamına aktarıldı. Bu fotoğraflar tps-UTIL 1.28 [82] programı ile düzenlendi ve tps-DIG 2.10 [83] programı ile landmarkların iki boyutlu kartezyen koordinatları saptandı. Elde edilen koordinatlar daha sonra Procrustes Rotasyonu (GPA: Generalized Procrustes Analysis) ile standardize edildi [75, 78, 83, 84]. Böylece skala, ordınasyon ve yönelim farkları ortadan kaldırıldı.



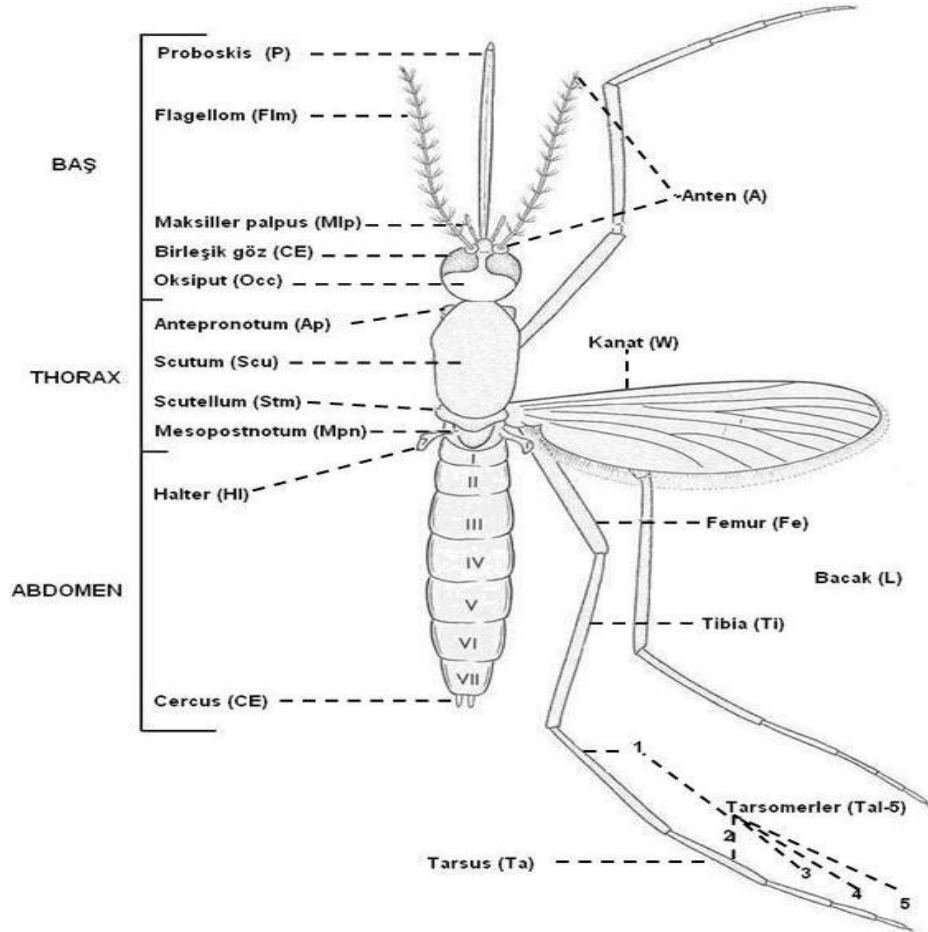
**Resim 3.3.2: *Aedes vexans*'ın Sağ Kanadında Kullanılan Landmarklar**

Elde edilen veri TPS-Relw programında görece çarpıklıkları açısından da incelenerek temel bileşenler düzleminde ayrıldı. Biçimsel yapı farklarının ilk iki temel öge (PC) üzerindeki dağılımları IMP [74] ve yine TPS-Relw [83] programları kullanılarak Temel Öğeler Analizi (PCA) ile ayrıca gösterildi. Ayrıca, IMP [74] programı kullanılarak Kanonik Varyans Analizi (CVA) yapıldı ve bireylerin yine ilk iki kanonik değişkendeki dağılımları saptandı. Görece çarpıklıklardan elde edilen ortalama değerler Statistica programı ile SAHN kümeleme yöntemi kullanılarak bir benzerlik ağacında ayrıca özetlendi.

Biçim analizi dışında büyüklük analizi uygulayabilmek için ağırlık merkezi büyüklükleri de herbir birey için ayrı ayrı tespit edildi. Tüm değerlerin istatistiksel anlamlılığı, gruplar arasında fark olup olmadığının tespiti non-parametrik Kruskal-Wallis testi ile kontrol edildi. Ayrıca büyüklük ve biçim arasında her yükseklik açısından bir korelasyon olup olmadığı da Statistica programı kullanılarak incelendi. Geometrik morfometri ile ilgili tanımlama ve istatistiksel analizlerde Bookstein (1991), Dryden ve Mardia (1998), O'Higgins (2000) ve Adams et al. (2004) esas alındı [75, 76, 85, 86].

Landmark temelli geometrik morfometrik analizlere ek olarak; TPSdig [87] yazılımı kullanılarak 65 morfolojik karakter ölçüldü. Çift organlar için sağ tarafta bulunan karakterler ölçüldü [88]. Her bir sinekten; kanattan 9 karakter, 3 bacadan toplam 24

karakter (her bir bacadan 8 karakter), abdomenden 8 karakter, scutumdan 2 karakter, baştan 5 karakter, antenden 15 karakter, palpustan 1 karakter ve proboscisten 1 karakter olmak üzere toplamda 65 karakter belirlendi (Şekil 3.3.1).



Şekil 3.3.1: Sivrisineğin Vücut Anatomisi

Karakterleri sıralayacak olursak:

### 1. Sağ kanatta bulunan 9 karakter

- +8-11 landmarklar arası uzunluk
- + 10-11 landmarklar arası uzunluk
- + 11-12 landmarklar arası uzunluk
- + 12-13 landmarklar arası uzunluk
- + 14-15 landmarklar arası uzunluk
- + 14-19 landmarklar arası uzunluk

- + 16-18 landmarklar arası uzunluk
- + Kanat boy uzunluğu
- + Kanat en ölçümü

## **2. Bir bacadaki 8 karakter (Şekil 3.3.3)**

- + femur boy uzunluğu
- + femur en ölçümü
- + tibia uzunluğu
- + tarsomer 1'in uzunluğu
- + tarsomer 2'nin uzunluğu
- + tarsomer 3'ün uzunluğu
- + tarsomer 4'ün uzunluğu
- + tarsomer 5'in uzunluğu

## **3. Palpustan 1 karakter (Şekil 3.3.4)**

- + palpus boy uzunluğu

## **4. Proboscisteki 1 karakter (Şekil 3.3.5)**

- + proboscis boy uzunluğu

## **5. Abdomendeki 8 karakter (Şekil 3.3.6)**

- + abdomenin 1. segmentinin uzunluğu
- + abdomenin 2. segmentinin uzunluğu
- + abdomenin 3. segmentinin uzunluğu
- + abdomenin 4. segmentinin uzunluğu
- + abdomenin 5. segmentinin uzunluğu
- + abdomenin 6. segmentinin uzunluğu
- + abdomenin 7. segmentinin uzunluğu
- + cercus uzunluğu

### **6. Scutumdaki 2 karakter (Şekil 3.3.7)**

- + scutum boy uzunluğu
- + scutum en uzunluğu

### **7. Baştaki 5 karakter (Şekil 3.3.8)**

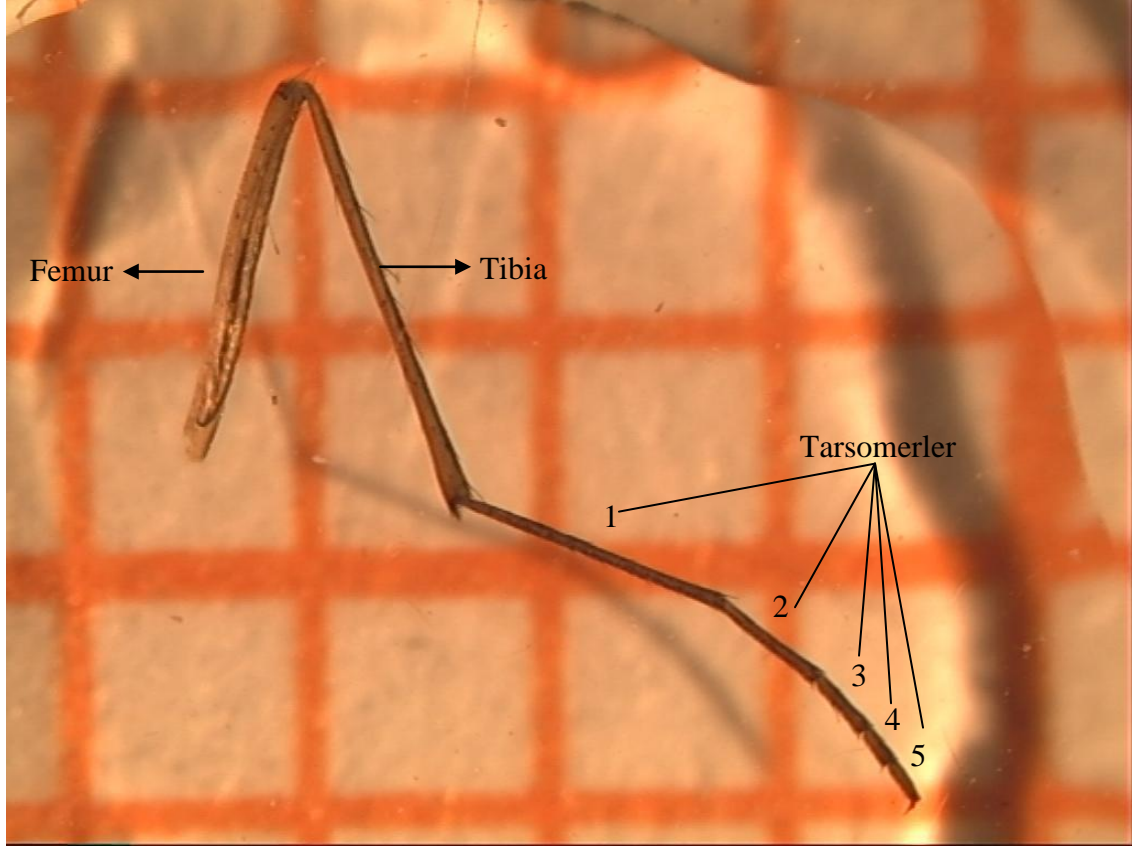
- + baş eni ölçümü
- + baş-cleupos arası mesafenin ölçümü
- + 2 göz arası mesafenin ölçümü
- + sağ göz eni ölçümü
- + sağ gözün boy ölçümü

### **8. Antenden 15 karakter (Şekil 3.3.9)**

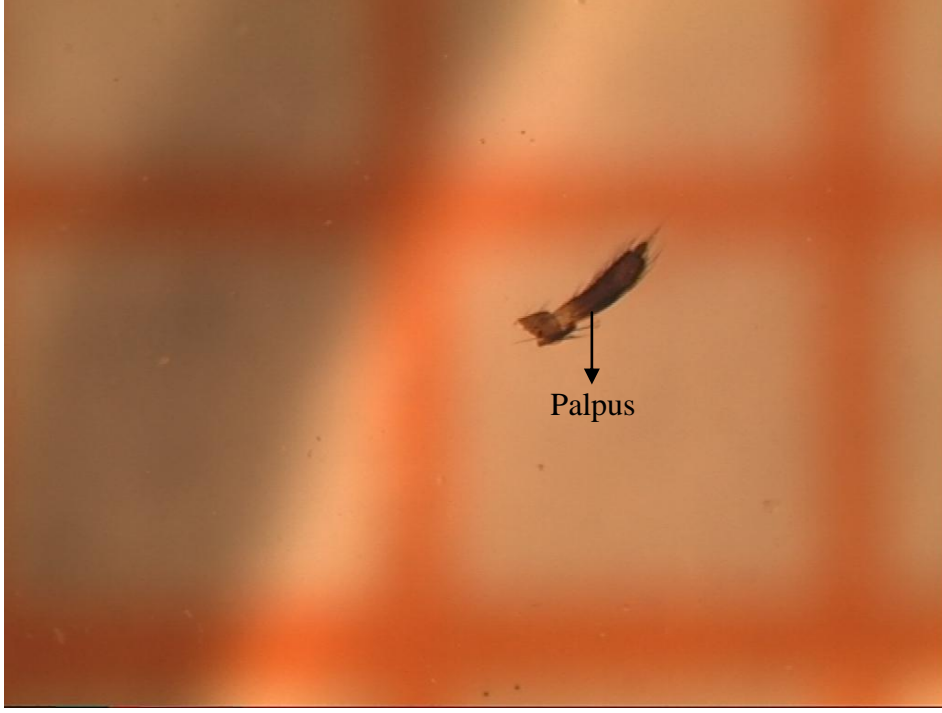
- + 1. segmentin uzunluğu
- + 2. segmentin uzunluğu
- + 3. segmentin uzunluğu
- + 4. segmentin uzunluğu
- + 5. segmentin uzunluğu
- + 6. segmentin uzunluğu
- + 7. segmentin uzunluğu
- + 8. segmentin uzunluğu
- + 9. segmentin uzunluğu
- + 10. segmentin uzunluğu
- + 11. segmentin uzunluğu
- + 12. segmentin uzunluğu
- + 13. segmentin uzunluğu
- + 14. segmentin uzunluğu
- + antenin toplam boy uzunluğu

Bu ölçümlerden elde edilen veriler, Huxley modeli ile allometri için test edildi ve verinin normal dağılıma uyması için doğal logaritmik tabanına dönüştürüldü. Veri; Statistica programı kullanılarak diskriminant (ayırteci) multi-grup analizi ile (Kanonik Varyans Analizi, CANOVAR) ayrıldı. 65 morfometrik ölçümün aritmetik ortalamaları

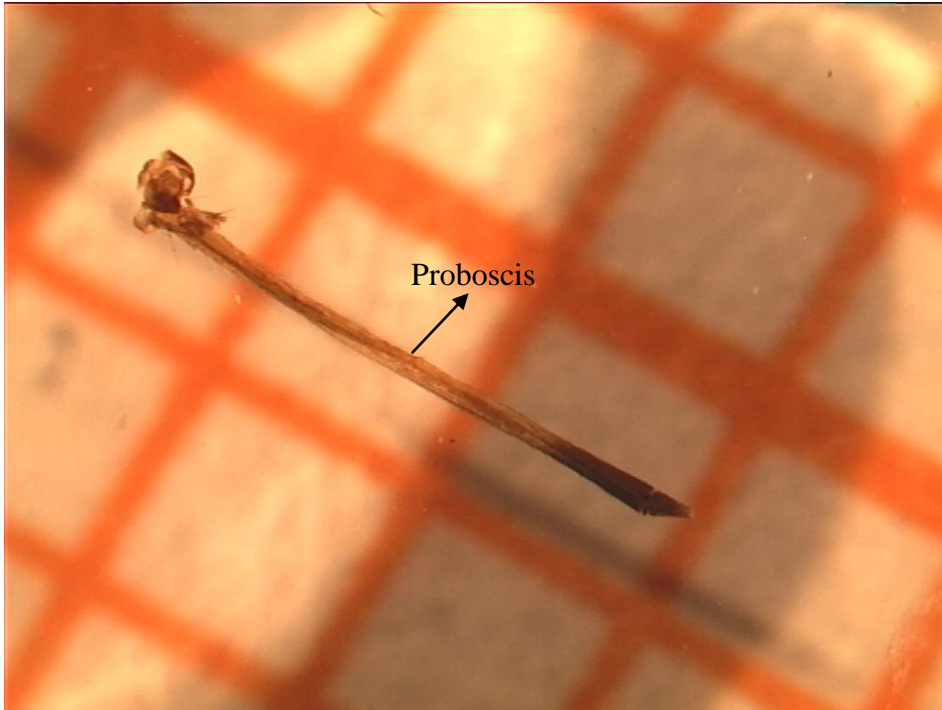
Statistica programı kullanılarak bir benzerlik ağacında özetlendi [89]. Karakterler arası anlamlı istatistiksel farklılıklar ANOVA [90] ve Kruskal-Wallis testleri kullanılarak ortaya çıkarıldı [91].



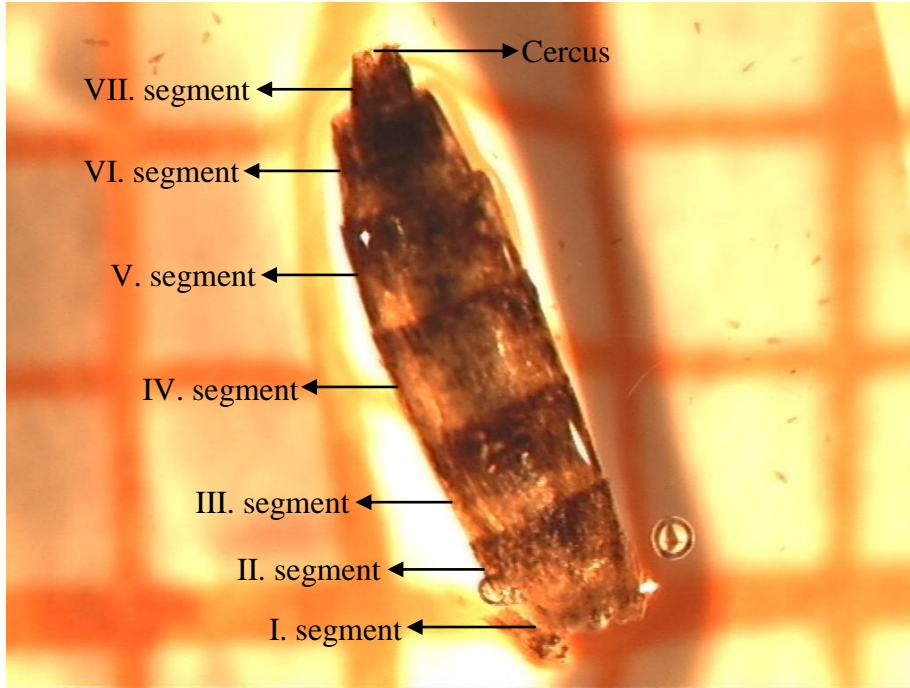
**Resim 3.3.3: *Ae. vexans*'ın Sağ Bacağı**



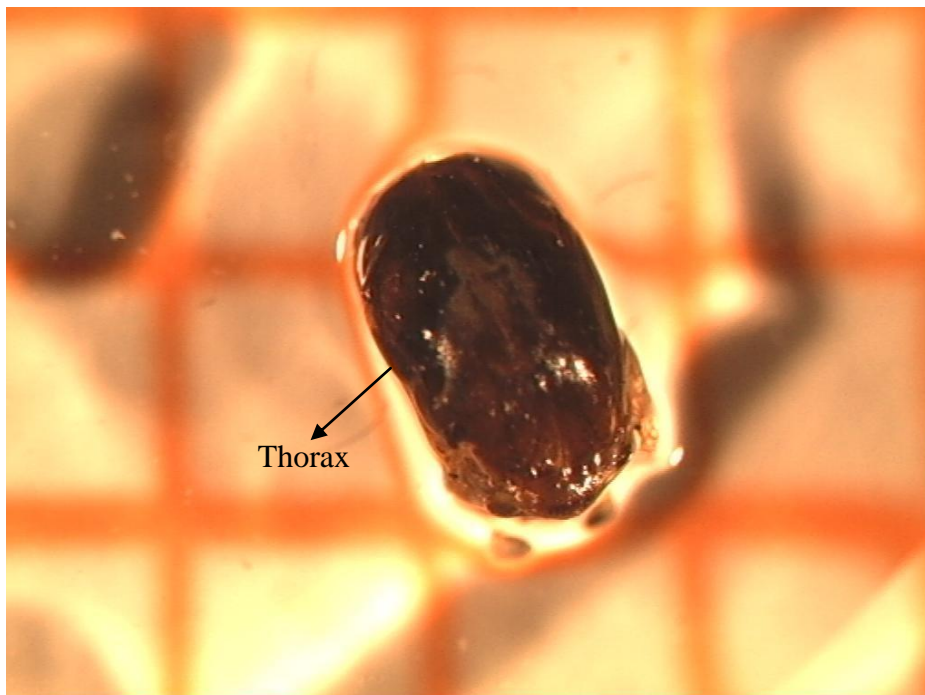
**Resim 3.3.4: *Ae. vexans*'ın Sağ Palpusu**



**Resim 3.3.5: *Ae. vexans*'ın Proboscisi**

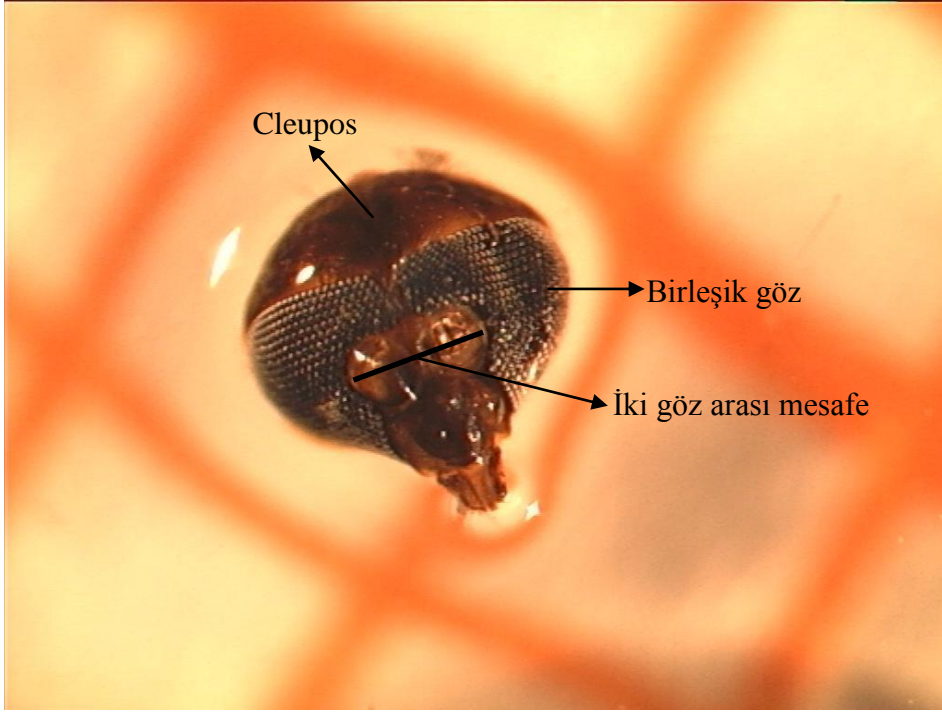


**Resim 3.3.6: *Ae. vexans*'ın Abdomeni**

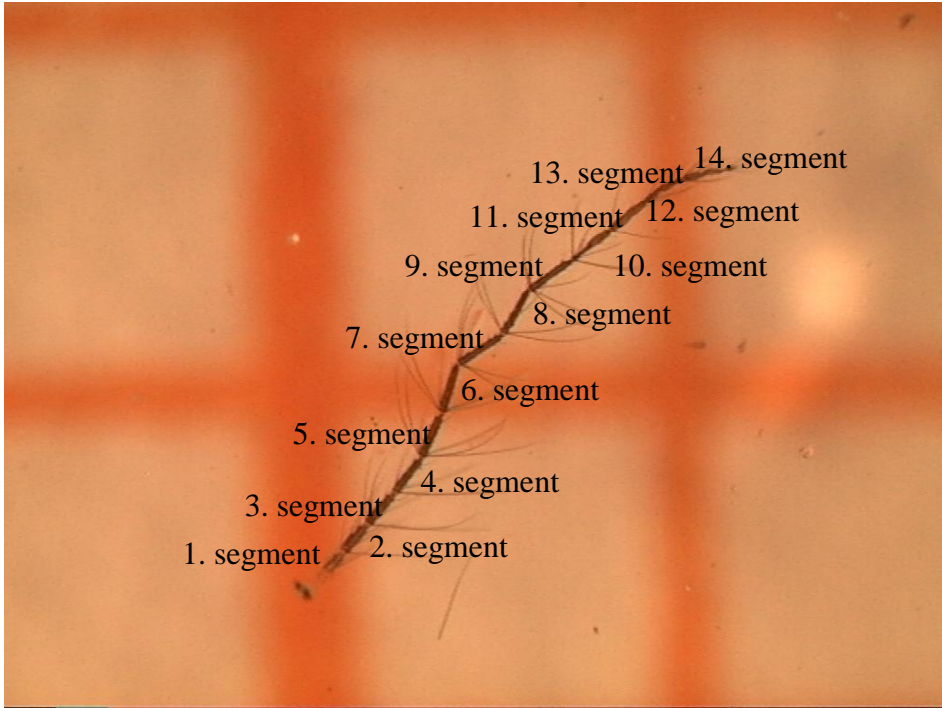


**Resim 3.3.7: *Ae. vexans*'ın Scutummu**





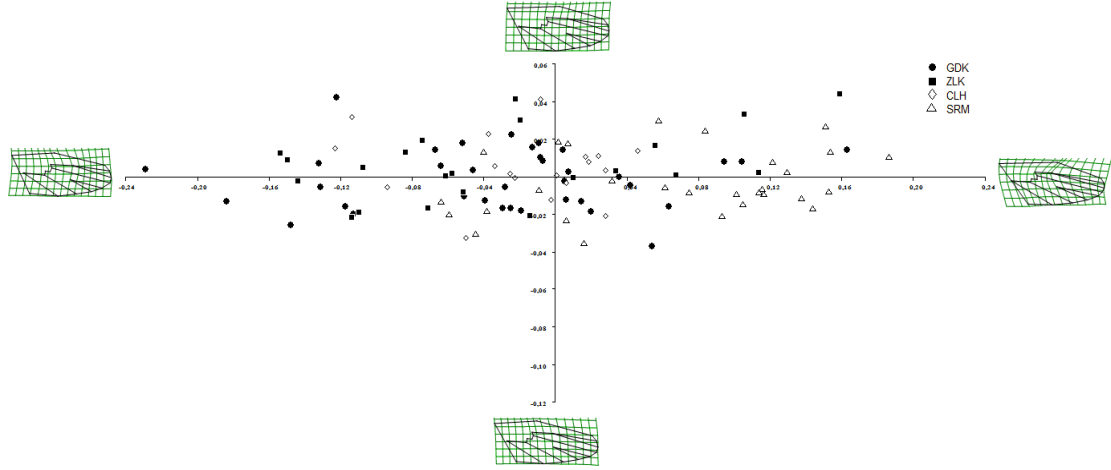
**Resim 3.3.8: *Ae. vexans*'ın Başı**



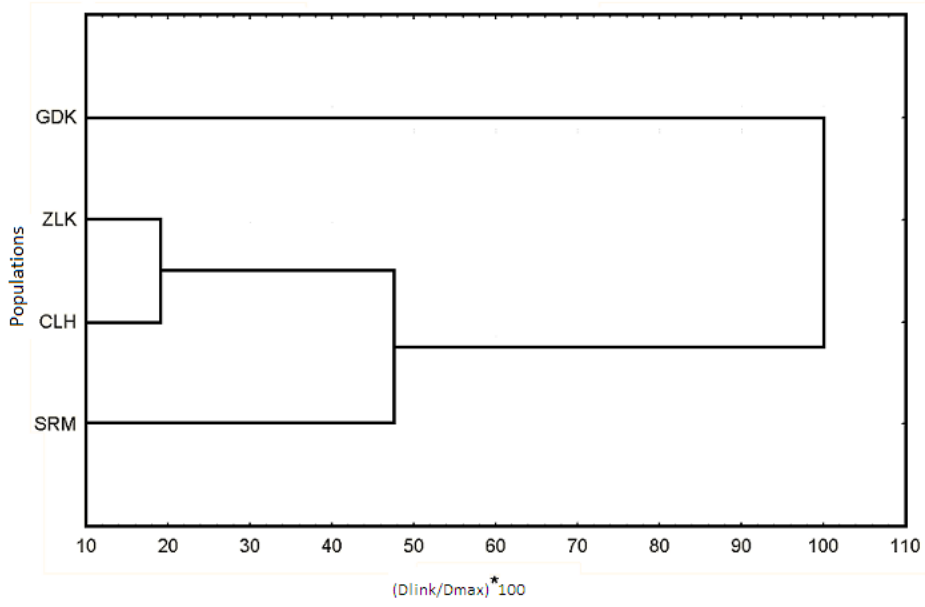
**Resim 3.3.9: *Ae. vexans*'ın Sağ Anteni**

#### 4. BULGULAR

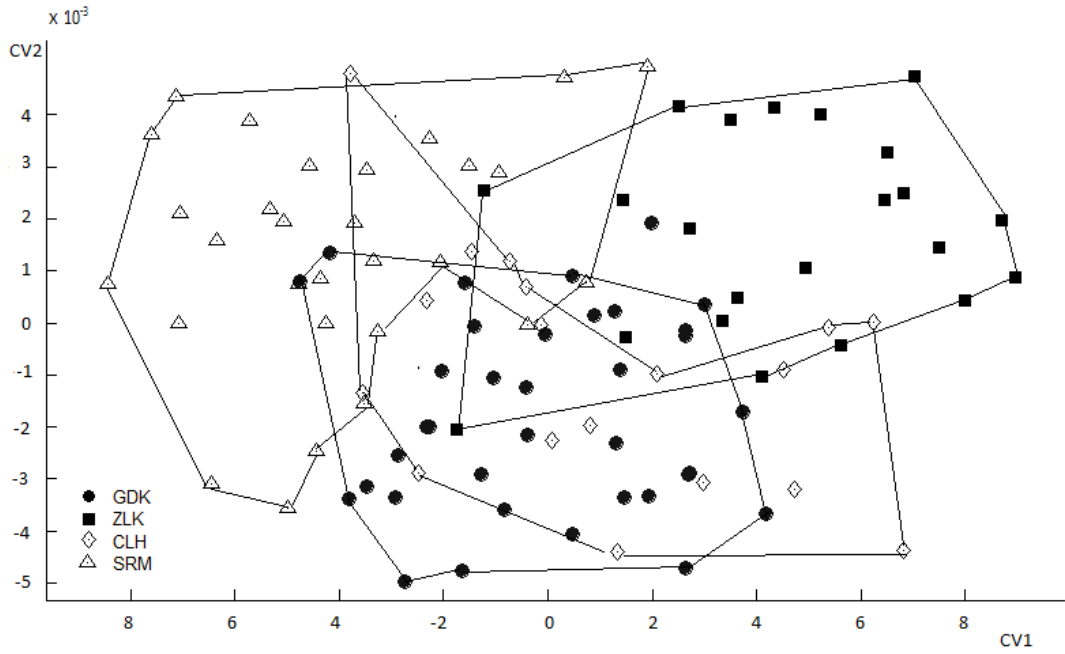
Yapılan çalışmada ilk iki temel ögenin % 42,80 varyansı açıkladığı görülmüştür (birinci temel öge %27,7 ve ikinci temel öge %15,73) (Şekil 4.1.1). Bu çalışmada bireylerde en etkili landmarklar (nirengi noktaları) 13, 14, 15 ve 16 numaralı landmarklar olarak belirlendi. Her yükseklik için tespit edilen ortalama değerler Mahalanobis genelleştirilmiş mesafesi kullanılarak, SAHN kümeleme yöntemi ile gruplandırıldı ve sonuçlar ağırlıklı olmayan çift grup ortalamaları analizi (UPGM) kullanılarak Şekil 4.1.2'de ağaç biçiminde özetlendi. Buna göre; Gödekli ve Sürmeli'nin ayrı ayrı, Çilehane ve Zülfikar'ın beraber gruplandığı görüldü. Gruplanmalar ayrıca kanonik varyans analizi ile grafik halinde sunuldu (eksen 1 lambda: 0,2196,  $\chi^2= 128,8528$ ,  $df=102$ ,  $p< 0,03735$ ) (Şekil 4.1.3).



**Şekil 4.1.1: *Aedes vexans* türü dişi bireylerde kanat üzerinde tespit edilen 19 landmarkın oluşturduğu biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı. x eksenini PC1 (birinci temel öge), y eksenini PC2 (ikinci temel öge).**

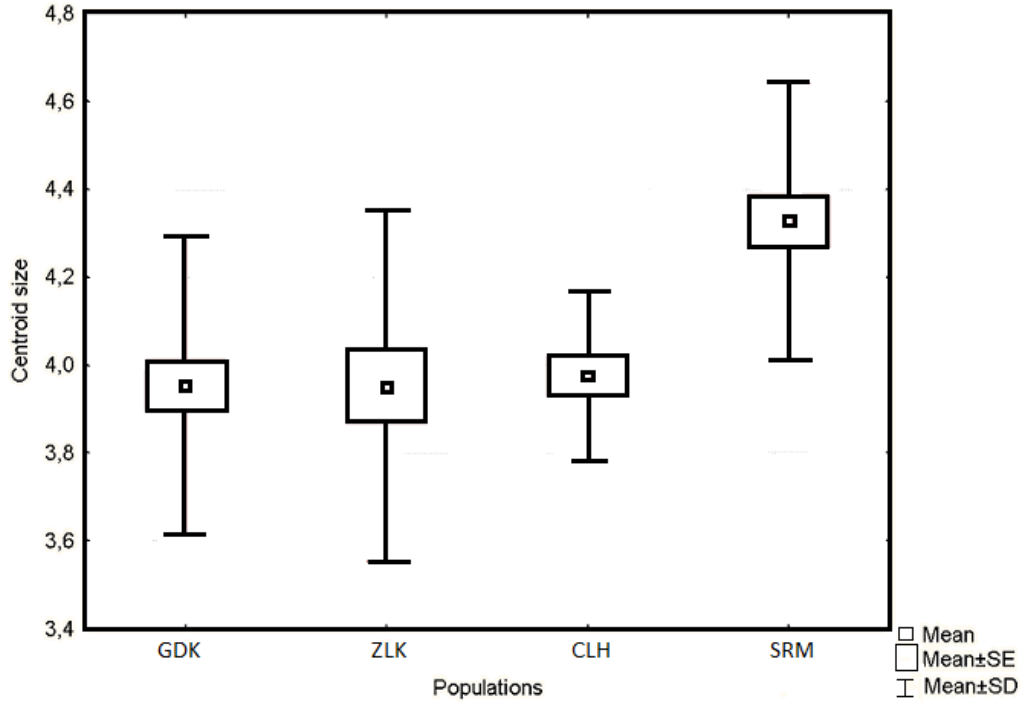


**Şekil 4.1.2: Farklı yüksekliklerden toplanan populasyonlar arasındaki kanada ait morfometrik farklılıklar (UPGM–SAHN kümeleme yöntemi)**



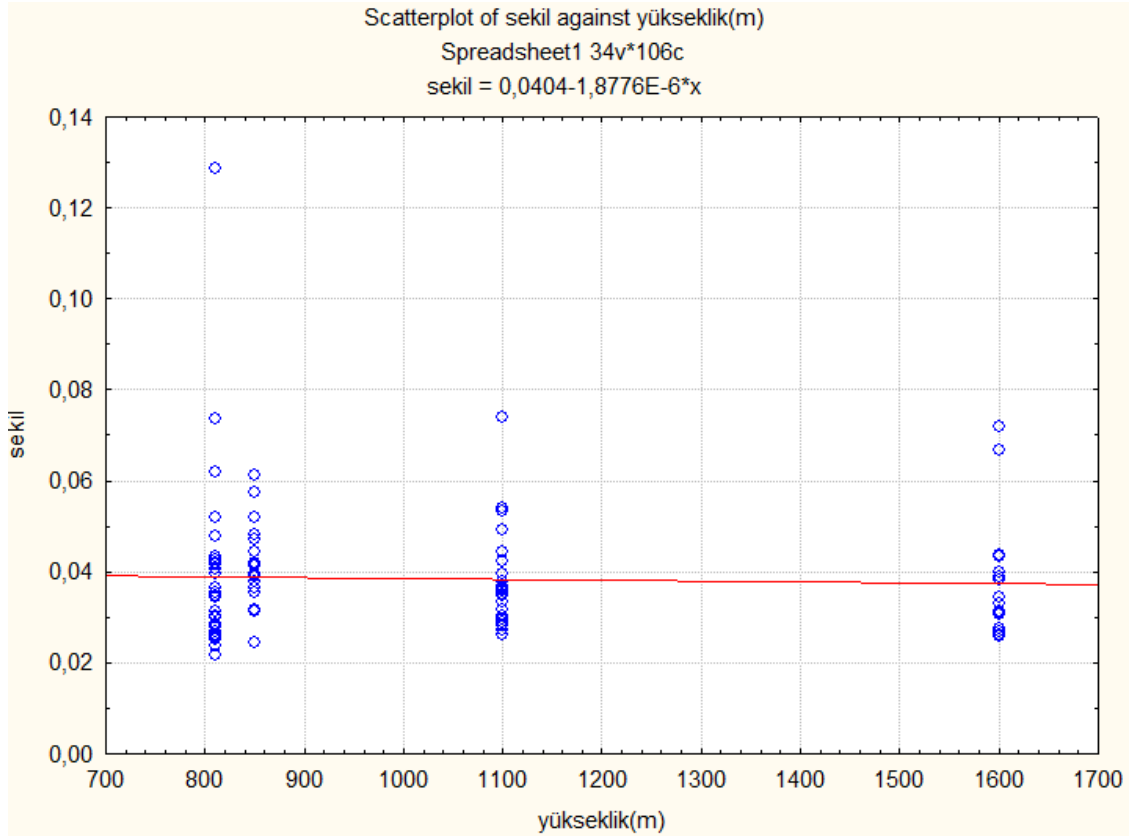
**Şekil 4.1.3: Farklı yüksekliklerden toplanan *Aedes vexans* bireyleri arasındaki kanada ait morfometrik farklılıklara göre çizilen Kanonik Varyans Analizi**

İncelenen bireylerin her yükseklik aralığındaki ağırlık merkezi büyüklüğü değerleri Kruskal-Wallis analizi kullanılarak karşılaştırıldı ( $H = 20,90297$ ,  $p=0,001$ ) ve grafiği çizildi (Şekil 4.1.4). Sürmeli istasyonunda bulunan bireylerin diğer bölgelerde bulunan bireylere göre daha büyük kanatlara-vücut büyüklüğüne sahip olduğu görüldü.



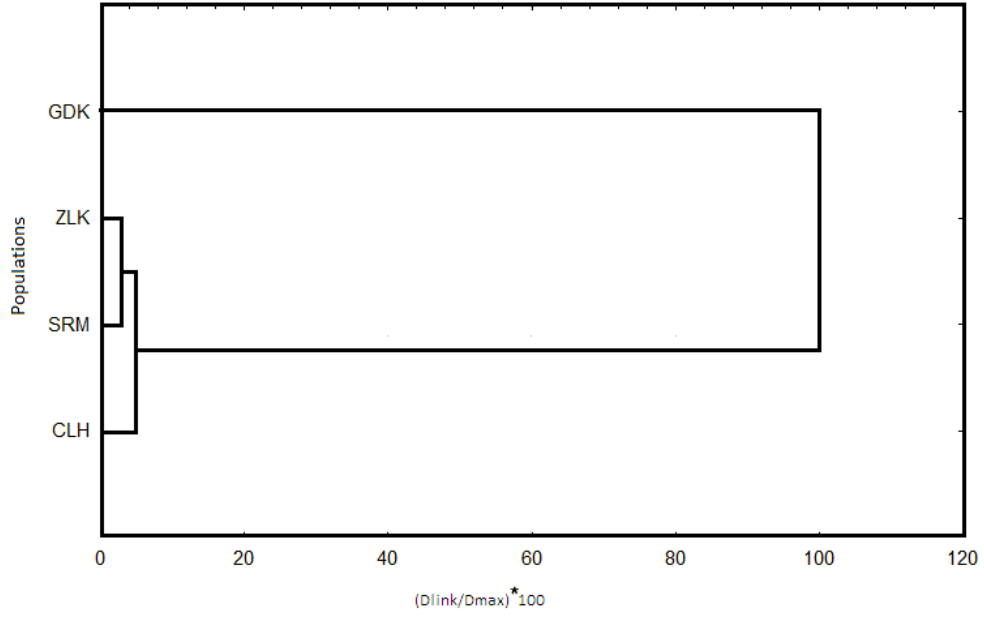
**Şekil 4.1.4: Farklı yüksekliklerden toplanan bireylerde ağırlık merkezi büyüklüğü (vücut büyüklüğü) farklılıkları.**

Son olarak, büyüklük ve biçim arasında bir ilgi olup olmadığını test etmek amacı ile, büyüklük göstergesi olarak ağırlık merkezi büyüklüğü, biçim göstergesi olarak da birinci temel öge kullanıldı ve çizilen regresyon eğrisi üzerindeki dağılımları incelendi. Sonuçta, büyüklük ve şekil arasında önemli bir ilişki bulunamadı ( $F_{(1,103)}=0,15411$   $p<0,69545$ ) (Şekil 4.1.5).

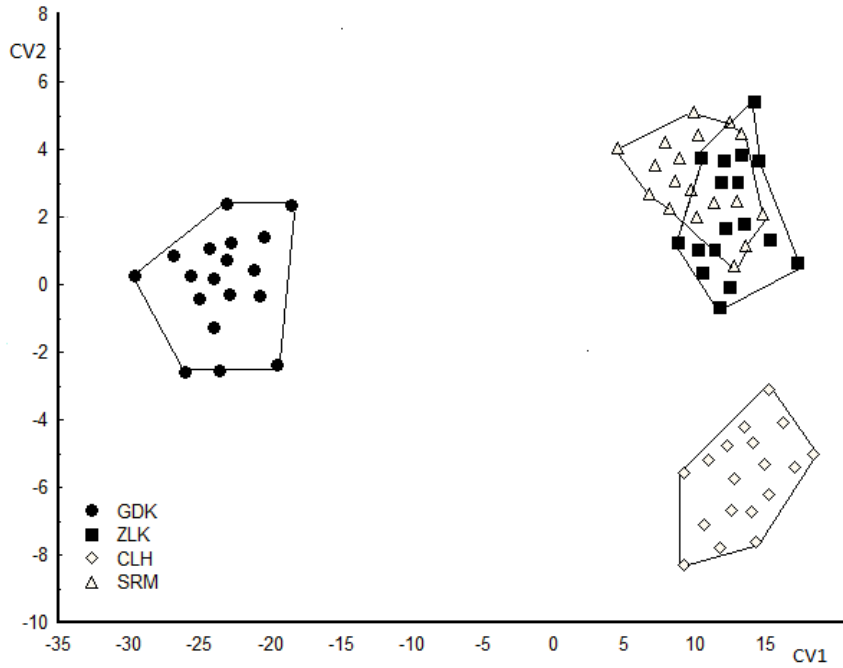


**Şekil 4.1.5: Farklı yüksekliklerden toplanan *Aedes vexans* bireylerinde yüksekliğe bağlı sekil ve vücut büyüklüğü ilişkisini gösteren regresyon analizi**

Klasik morfometrik analizler yapılırken, kişisel ölçüm farklılıkları ( $\epsilon$ ), veriyi standartlaştırma ve verinin dönüştürülmesi sırasında uygulanan yöntemlerle ortaya çıkacak hatalar minimumda tutulmasına rağmen bazı karakterlerde beklenmedik varyasyon gözlemlendi (verinin normal dağılmaması). Bunun nedeni, ölçüm olarak alınan referans noktalarının belirsizliği, ölçüm sırasında meydana gelmiş kaymalar ve vücut kısımlarının preparasyon yönteminin zorluğundan kaynaklanmış olabilir. Ayrıca üç boyutlu olan bir objenin iki boyutlu olarak fotoğraflanmaya çalışılması da bu hataların ortaya çıkmasını sağlayacak diğer nedenlerden birisi olabilir. Ölçüm hataları göz önüne alınarak yapılan analizler gösterdi ki; populasyonlar 65 morfolojik karakter üzerinden değerlendirildiğinde; Gödekli ve Sürmeli populasyonları iki kanonik eksen boyunca farklı gruplandılar (Şekil 4.1.6). Aynı şekilde bu karakterlerin aritmetik ortalamaları kullanılarak elde edilen UPGM kümeleme de Sürmeli ve Zülfiyar'ın beraber, Çilehane ve Gödekli'nin ayrı ayrı gruplandığını gösterdi (Şekil 4.1.7).



**Şekil 4.1.6: Farklı yüksekliklerden toplanan populasyonlarda 65 morfolojik karaktere ait farklılıklar (SAHN-UPGM kümeleme).**



**Şekil 4.1.7: Farklı yüksekliklerden toplanan *Aedes vexans* populasyonlarının 65 morfolojik karaktere göre iki temel eksen boyunca dağılımları (CANOVAR).**

Karakterlerin standart sapmaları ve ortalamaları hepsi için ayrı ayrı hesaplandı ve bunlardan bir kısmının populasyonlar arasında anlamlı farklılık gösterdiği gözlemlendi (Çizelge 4.1.1).

Çizelge 4.1.1: 65 morfolojik karakterden 43 tane anlamlı karakterler

Karakterler (10 <sup>-1</sup> )	GDK	ZLK	CLH	SRM	P
1. kanat uzunluğu	52.06±6.46	58.55±3.59	52.03±7.38	58.08±3.46	0.00000
2. kanat eni	27.31±3.43	31.12±1.75	27.20±3.56	30.82±2.20	0.00010
3. 8-11 landmarklar arası mesafe	34.33±4.53	38.93±2.29	34.58±5.22	38.61±2.69	0.00000
4. 11-12 landmarklar arası	11.94±1.60	13.95±1.50	12.32±1.81	13.25±1.09	0.00230
5. 10-11 landmarklar arası	13.14±2.09	15.01±1.04	12.93±2.10	14.44±1.33	0.00380
6. 12-13 landmarklar arası	2.49±0.33	2.82±0.30	2.43±0.41	2.67±0.31	0.00028
7. 14-15 landmarklar arası	2.40±0.32	2.74±0.28	2.44±0.36	2.58±0.25	0.00041
8. 14-19 landmarklar arası	12.53±1.75	13.76±1.08	12.70±1.93	14.26±1.41	0.00005
9. 16-18 landmarklar arası	11.77±1.80	13.34±1.34	12.23±1.68	13.85±1.38	0.00016
10. ön femurun uzunluğu	31.67±6.37	29.49±4.45	32.77±6.92	33.77±5.05	0.00000
11. ön femurun eni	2.70±0.66	2.15±0.44	2.76±0.77	2.57±0.59	0.00002
12. orta femurun eni	2.81±0.52	2.31±0.40	2.88±0.63	2.58±0.56	0.00001
13. arka femurun uzunluğu	26.81±4.83	23.26±3.64	26.21±3.39	28.26±4.94	0.00010
14. Arka femurun eni	2.08±0.42	1.79±0.39	2.00±0.32	2.27±0.43	0.00000
15. Ön tibiannın uzunluğu	33.89±6.52	28.09±4.28	34.78±7.35	36.57±5.94	0.00000
16. Orta tibiannın uzunluğu	35.51±5.39	28.69±4.14	35.19±5.87	33.09±5.71	0.00000
17. Arka tibiannın uzunluğu	31.15±6.19	27.33±4.39	29.72±3.54	33.42±5.56	0.00001
18. Ön tarsusun 1. segmentinin uzunluğu	20.54±4.42	17.02±2.80	20.72±4.17	22.64±4.70	0.00000

19. Orta tarsusun 1. Segmentinin uzunluğu	22.39±3.41	18.07±2.69	22.3±3.70	21.34±3.94	0.00000
20. Arka tarsusun 1. Segmentinin uzunluğu	22.67±4.30	19.86±2.84	24.24±4.64	23.23±3.91	0.00000
21. Ön tarsusun 2. Segmentinin uzunluğu	8.55±1.49	7.39±0.99	8.93±1.87	9.29±1.90	0.00000
22. Orta tarsusun 2. Segmentinin uzunluğu	10.01±1.33	8.28±1.21	10.53±1.88	9.60±1.72	0.00000
23. Ön tarsusun 3. Segmentinin uzunluğu	4.92±0.81	4.36±0.80	5.23±1.16	5.08±0.65	0.00016
24. Orta tarsusun 2. Segmentinin uzunluğu	6.11±0.85	4.93±0.79	6.20±1.10	5.30±0.85	0.00000
25. Arka tarsusun 2. Segmentinin uzunluğu	8.84±1.18	7.89±1.17	7.84±2.38	8.06±2.36	0.00430
26. Ön tarsusun 4. Segmentinin uzunluğu	2.94±0.56	2.66±0.46	3.20±0.64	3.15±0.44	0.00017
27. Orta tarsusun 4. Segmentinin uzunluğu	3.42±0.52	2.82±0.47	3.60±0.69	2.92±0.48	0.00000
28. Arka tarsusun 4. Segmentinin uzunluğu	5.23±0.80	4.44±0.73	4.54±1.36	4.56±1.32	0.04204
29. Ön tarsusun 5. Segmentinin uzunluğu	3.02±0.50	2.77±0.50	3.28±0.73	2.93±0.35	0.00419
30. Orta tarsusun 5. Segmentinin uzunluğu	2.71±0.39	2.28±0.40	2.78±0.53	2.35±0.32	0.00011
31. Arka tarsusun 5. Segmentinin uzunluğu	3.16±0.36	2.65±0.34	2.70±0.72	2.63±0.82	0.00771
32. Scutumun uzunluğu	31.68±4.97	38.69±6.29	31.34±4.07	36.04±4.47	0.00000
33. Scutumun eni	2.49±0.33	2.82±0.30	2.43±0.41	2.67±0.31	0.00001
34. Sağ gözün uzunluğu	31.68±4.97	38.69±6.29	31.34±4.07	36.04±4.47	0.00190
35. Palpusun boyu	12.00±1.80	11.86±2.24	13.90±0.95	13.01±2.05	0.00114



36. Proboscis uzunluğu	52.49±8.54	60.97±10.5	52.98±5.85	61.33±2.89	0.00000
37. Cercus uzunluğu	3.49±1.02	2.48±0.86	3.36±1.14	2.69±0.84	0.00000
38. Abdomenin 2. Segmentinin uzunluğu	10.74±2.17	10.11±2.39	9.31±1.20	11.18±1.67	0.00054
39. Abdomenin 5. Segmentinin uzunluğu	11.02±1.81	11.02±1.80	10.97±1.39	11.81±1.50	0.01650
40. Abdomenin 8. Segmentinin uzunluğu	8.17±1.36	7.16±1.32	8.10±1.23	8.20±1.25	0.00000
41. Baş eni	28.19±4.58	26.57±4.47	22.33±7.31	30.24±4.03	0.00000
42. Baş ve clypeus arası mesafe	24.31±4.73	21.79±3.74	19.61±5.97	24.59±3.45	0.00110
43. Gözler arası mesafe	13.51±2.87	12.61±2.15	11.38±3.45	14.39±2.27	0.00013

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sıcaklık; sivrisineklerin sucul evrelerinin yaşam süresini, ergin üretim hızını, hayatta kalma süresini ve hastalığın yayılımını etkileyen temel sınırlayıcı iklimsel etkenlerden biridir [46, 47]. Sıcaklık türlerin yayılışını ve bolluğunu belirleyen en önemli faktörlerden biridir [48]. Evrimsel öneme sahip biyolojik özellikler arasındaki ilişkilendirmeler çevresel sıcaklıktan önemli derecede etkilenmektedir. Bununla birlikte; bu şekildeki özellik ilişkileri sıcaklığa muhtemelen farklı ve karmaşık yollarla cevap vermektedir [49].

Bergman Kuralı olarak bilinen, vücut büyüklüğü ve sıcaklık arasındaki ilişki ilk olarak endotermik hayvanlarda gözlenmiş ve daha sonra böceklerle de genişletilmiştir. Böceklerin geliştikleri enlem ve boylam, sıcaklıkla ilişkili olarak onların büyüklüklerini etkiler. Doğada, vücut büyüklüğünde ve bağlantılı yaşam hikayesi özelliklerinde iklimsel varyasyonun zıt evrimsel özellikleri vardır. Bergman Kuralı'na göre; vücut büyüklüğü sıcaklığın etkisi ile kutuplara doğru artar. Bergman Kuralı'nın tersine göre ise; vücut büyüklüğü mevsim uzunluğunun etkisi sonucu enlemde azalır. Öyleki; yüksek enlemden düşük enleme doğru ilerleyen türler hızlı büyümeyle evrimleşirler ve düşük enlemden türdeşlerine kıyasla daha büyük vücutlu olurlar [43]. Bunun nedeni, büyük vücutlu hayvanların vücut sıcaklıklarını daha iyi koruyarak değişken sıcaklık aralıklarına daha iyi uyum sağlamaları olabilir. Bazı poikiloterm (soğukkanlı) canlı türlerinde sıcaklık düştükçe vücut büyüklüğü artmaktadır [43, 92-94]. Ancak doğada bu kuralın tersi durumlarda mevcuttur. Mert (2008)'e göre; yılın belli bir döneminde yaşamını sürdürebilen poikiloterm (soğukkanlı) canlılarda (Seasonal Poikiloterm: Mevsimsel Poikiloterm) genel olarak Bergman Kuralı'nın tersi bir durum gözlenir. Çünkü; vücut sıcaklığı, yumurta üretimi, çiftleşme başarısı gibi çok sayıda özellik enerji dinamikleri açısından çevre sıcaklığına bağlıdır. Embriyonik gelişim, yumurtaların açılma zamanı, diopaz, dormansi, büyüme ve üreme gibi biyolojik olaylar iklimsel koşulların izin verdiği mevsimlerde gerçekleşecek şekilde düzenlenmelidir. Yüksek enlemlerdeki ve yüksek irtifalardaki iklimsel koşullar düşünüldüğünde yıl içerisinde tüm bu yaşamsal olayların gerçekleştirilebileceği uygun sıcaklık aralığına sahip dönemin periyodu daha kısadır. Sonuç olarak; dönemsel poikiloterm canlılarda yetersiz büyüme koşulları nedeniyle Bergman Kuralı tersine işleyip, daha yüksek enlem

ve irtifalarda daha düşük vücutlu bireylerin görülmesine neden olur [95]. Vücut büyüklüğünde enlemsel düşüşler genelde sınırlı kaynakların sonucudur (yetersiz besin miktarı ve düşük sıcaklık gibi). Eğer jenerasyon zamanı benzerse veya büyüme, mevsim uzunluğunun anlamlı bir parçasını oluşturuyorsa mevsim uzunluğunun vücut büyüklüğü üzerinde kaynak ulaşılabilirliğinin sınırlandırılması nedeniyle önemli bir etkisi vardır [96]. En azından böceklerde, Zıt Bergman Kuralı genellikle genettiktir [43]. Yüksek enlemlerdeki böceklerde kısa gelişim zamanı ve daha küçük vücut gözlenmiştir. Bu durum aynı zamanda laboratuvar koşullarında da doğrulanmıştır [97].

Bizim çalışmamızın sonuçları büyüklük ve şekil bakımından populasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların olduğunu göstermiştir. Ağırlık merkezi büyüklüğü (centroid size), kanat karakterleri için kullanılan landmarklar kadar, farklı doğrultudaki büyüklük çeşitliliğini de tespit edebilir. Ayrıca, kanadın ağırlık merkezi büyüklüğünü hesaplamak için kullanılan veri aynı zamanda onun şeklini sayısallaştırmak için de kullanılabilir. Bu çalışmada da, büyüklük ve şekil verileri aynı anatomik landmarklardan elde edildi. Fakat çalışma sonucu elde edilen *Ae. vexans*'da görülen ağırlık merkezi büyüklüğü dolayısıyla, vücut büyüklüğü varyasyonlarının yükseklik arttıkça vücut büyüklüğünün artması yönünde kurulan hipotezi desteklemedi. Fakat 4 farklı yükseklikten toplanan *Ae. vexans* populasyonlarında açıklanan büyüklük varyasyonları kısmen şekil değişiklikleri ile desteklendi. Benzer kümelenme modelleri; hem büyüklük hem de şekilden elde edilen geometrik morfometrik sonuçlarda gözlemlendi. Sürmeli (944 m) populasyonunun diğer populasyonlara göre nispeten daha büyük vücuda sahip olduğu bulundu ve kanat şekil verilerinden elde edilen UPGMde de Sürmeli populasyonunun diğer populasyonlardan ayrı gruplandığı görüldü. Bizim sonuçlarımıza benzer şekilde; Avusturalya'da *Drosophila serrata* [98] ve *Drosophila birchii* [99] ile yapılan çalışmalarda bu iki organizmanın da kanat şekillerinin boylam ile pozitif bir regresyon göstermediği ortaya çıkarılmıştır.

Vücut büyüklüğü evrimsel inceleme altında en önemli kantitatif özelliklerden biri olmaya devam etmektedir. Bu yüzden vücut büyüklüğü birçok fizyolojik ve uyum karakteriyle güçlü şekilde bağlantılıdır [100]. Vücut büyüklüğü, böceğin vektörel kapasitesini ve dispersal yeteneğini etkilediği için doğal şartlarda önemli bir biyolojik özelliktir. Beden büyüklüğü, organizmanın anahtar bir özelliğidir ve genom büyüklüğü,

hücre büyüklüğü ve membran bileşen özellikleri gibi hayvan fizyolojisini etkileyen özelliklerle ilişki içindedir [101]. Organizmanın mortalitesini ve hayatının farklı dönemlerde üreme başarısını etkileyebilen büyüklük farklılıkları aynı zamanda organizmanın yaşadığı çevrenin dalgalanmalarından da etkilenir. Sivrisineklerde çevresel etkilerin vücut büyüklüğüne etkisi birçok çalışmanın esas konusudur. Sivrisineklerin vücut büyüklüğünün, organizmanın geliştiği larva habitatlarının kalitesinin ve larval rekabetin bir sonucu olduğu kabul edilmektedir [102-104]. Fakat yaptığımız bu çalışmada larval habitatlar ve bu habitatların yoğunlukları kontrol edilmediği için bu şartların gözlediğimiz vücut büyüklüğü değişikliklerine doğrudan etkisi olduğunu söyleyemeyiz. Ancak bu faktörlerin çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçları etkileyen olası etmenlerden olabileceğini düşünebiliriz. Bu nedenle; türlerin büyüklüklerinin birçok faktör tarafından etkilendiğini ve mikro çevresel varyasyonların *Ae. vexans* populasyonlarında meydana gelen ancak Bergman Kuralı'na uygunluk göstermeyen büyüklük değişimlerinin olası bir nedeni olduğunu söyleyebiliriz.

Populasyonlar; ANOVA ve Kruskal-Vallis ile analiz edildiği zaman ölçülen 65 morfolojik karakterden 43 tanesinin populasyonlar arasında anlamlı olarak farklı olduğu görüldü. Populasyonlar arasında morfolojik karakterler açısından gözlenen bu farklılıklar özellikle kanat, baş ve bacak karakterlerinde yoğunlaştı. Bu durum, ekolojik, iklimsel ya da sosyolojik etkiler gibi faktörler ile ilişkilendirilebilir. 65 morfolojik karakterin büyüklük farklılıkları UPGMA ile analiz edildiği zaman Gödekli ve Çilehane ayrı gruplandı ve Sürmeli ve Zülfikar populasyonları farklı yüksekliklerde yaşamalarına rağmen birlikte gruplandı. Bu sonuç, büyüklük benzerliği ve farklılıklarında yüksekliğin getirdiği iklimsel değişiklikler gibi çevresel etkilerin çalıştığımız organizma üzerinde açık etkisini göstermemektedir. Bizim sonuçlarımıza benzer şekilde, Türkiye'nin Güney Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki *Anopheles sachoravi* populasyonları [105] ve Türkiye'nin Şanlıurfa ilinden *Phlebotomus papatasi* populasyonları [106] üzerinde yapılan çalışmalarda bu iki organizma üzerinde de yüksekliğin sebep olduğu iklimsel farklılıkların etkisi gözlenmemiştir.

Çok uzun zamandır bilinmektedir ki; düşük sıcaklıklar genellikle metabolik hızı yavaşlatır ve bu nedenle ektodermlerde büyüme hızı vücut büyüklüğü üzerinde etkili olabilir [107,108]. Avustralya'da toplanan sinekler üzerinde sıcaklığın etkisini

araştırmak için yapılan çalışmada; sıcak çevrelerde yetiştirilen sineklerin hızlı geliştiği ve daha az hücreye sahip olmalarından dolayı küçük kanatlı erginlere dönüştüklerini bulmuşlardır [109]. *Wyeomyia smithii* üzerinde yapılan bir çalışmada bu populasyonun hem sıcak hem de soğuk toleransından etkilendiğini bulmuştur [110]. Bu da bize; *Ae. vexans* populasyonlarındaki vücut büyüklüğünün farklılıkları üzerinde sıcaklığın etkili olabileceğini gösterebilir. Aynı şekilde besin bolluğu da vücut büyüklüğünü etkileyen faktörlerden biri olabilir. Doğadaki az besin ve larval kalabalıktan dolayı, canlının hücre sayısı azalır ve böylece hücre büyüklüğünü etkiler [111].

Bu çalışmada, populasyonların kanat şekil analizleri ve diğer morfolojik analizleri karşılaştırıldığında farklı gruplanma eğilimleri göstermişlerdir. Geometrik morfometri sonucu kanat şekli kullanılarak elde edilen sonuçlar ve klasik morfometrinin bize verdiği sonuçlar birbiriyle örtüşmemektedir.

Bunun nedeni, tıpkı vücut büyüklüğü gibi kanat şeklininde birçok faktörden ve mikro-çevresel faktörlerden farklı şekilde etkilenme eğilimi olabilir. Örneğin; *Drosophila*'da kanat şeklindeki doğal değişim, gelişim boyunca olası sayısız gen tarafından kontrol edilir [112] ve *Drosophila* soyları yetiştikleri normal sıcaklıktan minimal bir sıcaklık sapmasında bile kanat şeklinde önemli varyasyonlar gösterirler [113]. Bu durum şekil varyasyonlarının stresli olmayan şartlarda büyüklük varyasyonlarından daha sıkı kontrol edildiğini destekler. Diğer açıklama ise, böceklerde kanat şeklinin çevresel stresin çok önemli bir göstergesi olabileceğidir [114]. Kanat şekli değişimlerinin çevresel streslere bu kadar duyarlı olmasının sebebi, kanat şeklinin gelişim boyunca birçok genin kontrolü altında olması ve bu nedenle gelişim sırasında meydana gelebilecek küçük çevresel değişimlerin bile çok büyük şekil değişikliklerine neden olabilmesidir [115-117].

Sonuç olarak; çalışmamızda uyguladığımız bu morfometrik yaklaşımlar Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan *Ae. vexans* lokal populasyonları arasında coğrafik varyasyonlar olduğunu ortaya çıkarmıştır. Doğal populasyonlar arasında kanat geometrisi ve morfolojik karakterlerin gösterdiği varyasyonlar, populasyonun yapısı, ekolojisi ve tür komplekslerine ışık tutabilir. Kanatlar sivrisineklerin davranış ve fizyolojisinde önemli oldukları için, bu veriler bize vektör dağılımı ve hastalık kontrolünde yararlı bilgiler sağlayabilir. Bu çalışma, populasyonların morfolojik farklılıkları esas alınarak yapıldı. Bu çalışmadan elde ettiğimiz veriler doğrultusunda

gelecekte aynı organizma için farklı moleküler yaklaşımlar kullanarak genetik farklılıklar çalışılması ortaya çıkardığımız bu farklılıkları gen düzeyinde de açıklayabilmemize yardımcı olacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] Kasap, M., “Ankara çevresinde Culicidae (Diptera) familyasına bağlı önemli türlerin ekolojisi üzerine çalışmalar”, Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Mezuniyet sonrası Eğitim Fakültesi, 137 s, 1979.
- [2] Snow, K., “Mosquitoes Naturalist’s Handbooks 14”, England, 66 pp, 1990.
- [3] Birley, M. H., “Guidelines for forecasting Vector-Borne Disease”, Joint WHO, FAO, UNEP Panel of experts on environmental management for vector control VBC/ 89.6 Peem guiedlines series, 2. 9-17 (1989).
- [4] Ramsdale, C. D., Snow, K.R., “Mosquito control in Britain”. University of East London, The KPC Group, 100 pp (1995).
- [5] Kasap, H., Kasap, M., Mimoğlu, M.M., Aktan, F., 1981. “Çukurova ve çevresinde sivrisinek ve malaria üzerine araştırmalar”, Doğa Bilim Dergisi,Tıp: 5, 141-150.
- [6] Douglas, J. Futuyma., “Sturm und Drang and the Evolutionary Synthesis” Evolution, Vol. 42, No. 2. 217-226 (1988).
- [7] Krebs, C. J., “Do changes in spacing behaviour drive population cycles in small mammals?” Symposia of the British Ecological Society 25, 295-312 (1985).
- [8] Er, S.,“Farklı sabit sıcaklıkların *Anopheles süperpictus* (Diptera: Culicidae) biyolojisi ve morfolojisi üzerine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- [9] Aldemir, A., Demirci, B., Kirpik, M. A., Alten, B., and Baysal, A., “Species composition and seasonal dynamics of mosquito larvae (Diptera: Culicidae) in Iğdır Plain, Turkey”. Kafkas Univ. Veteriner Fakültesi Dergisi, 15: 103-110 (2009).
- [10] Sekercioglu, C. H., “A Birder’s Guide to Kars and Iğdir Provinces, Turkey”. Winging It, 19: 17 (2007).
- [11] [www.igdir.bel.tr/-16k](http://www.igdir.bel.tr/-16k).

- [12] Aldemir, A., Bedir, H., Demirci, B., and Alten, B., “Biting Activity of Mosquito Species (Diptera: Culicidae) in the Turkey-Armenia Border Area, Ararat Valley, Turkey”. *J. Med. Entomol.* 47 (1):22-27 (2010).
- [13] Alkan, S.S. and Aldemir, A., “Seasonal Dynamics of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Animal Barns and Houses in Aras Valley, Turkey”. *Kafkas Univ Veteriner Fakültesi Dergisi.* 16 (1): 43-48 (2010).
- [14] Demirsoy, A., Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası ‘‘Hayvan Coğrafyası’’ Meteksan A.Ş., Ankara, 2002.
- [15] Demirci, B., “İğdır ve civarındaki sivrisinek (Diptera: Culicidae) türlerinin biyo-ekolojileri üzerine araştırmalar”, MSc thesis, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 56 pp, 2006.
- [16] Devlet Meteoroloji Genel İşleri Müdürlüğü.
- [17] Aldemir, A., “Ankara Gölbaşı’nda Sivrisineklere Karşı Entegre Mücadele”, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 6-10, 13-19, 2003.
- [18] Merdivenci, A., 1984. “Türkiye sivrisinekleri (yurdumuzda varlığı bilinen sivrisineklerin biyo-morfolojisi, biyo-ekolojisi, yayılışı ve sağlık önemleri)”, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi yayınları, yayın no: 3215-136, 354s.
- [19] Abul-Hab, J., Abdul-Latif, S., Hasani, N.H., Hab, J.A., Latif, S.A.. “Seasonal Occurrence of Culicinae (Diptera: Culicidae) in central in Iraq”, *Journal of Biological Science Research, Iraq*, 17(1): 85-97 (1986).
- [20] Bagirov, G.A., Alirzaev, G.U., Zinov’eva, A.F., Abdullaeva, R.A., Kasumova, Z.B., “The Influence of Changes of Ecological Conditions on the Fauna of Blood-Sucking Mosquitoes of Baku and the Apsheron Peninsula”, *Meditinskaya Parazitologiya i Parazitarnye Bolezni*, 1: 16-18 (1986).



- [21] Alten, B., “Muğla İli, Ortaca ve Dalaman Yörelerinde *Culex* türlerinin (Diptera: Culicidae) Biyo-Ekolojisi Üzerine Araştırmalar”, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 273 s. 1993.
- [22] Boşgelmez, A., Çakmakçı, L., Alten, B., Ayaş, Z., Işık, K., Sümbül, H., Kuytul, A., Kocal, A., Kaynaş, S., 1994. Temimhan, M., Şimşek, F.M., “Sivrisineklere Karşı Entegre Mücadele”, T.C. Turizm Bakanlığı Yatırımlar Genel Müdürlüğü Altyapı Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 1994-1, 759 s.
- [23] Alten, B., Boşgelmez, A., 1995. “Muğla İli, Ortaca ve Dalaman Yörelerinde Bulunan *Culex* (Diptera: Culicidae) Türlerinin Biyo-Ekolojisi Üzerine Araştırmalar”, I, Tr. J. of Zoology, 20, 27-51.
- [24] Alptekin, D., Kasap, H., 1997. “Çukurova’da Sık Bulunan (Diptera: Culicidae) Türlerinin Ergin Öncesi Evrelerinin Bulunduğu Habitatlar ve Bu Habitatların Önemli Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri”, Tr. J. of Zoology, 21,1-6.
- [25] Marshall, J.F., “The British Mosquitoes”, Johnson Reprint Corporation, London, 332 p, 1938.
- [26] Clements, A.N., “Physiology of Mosquitoes”, Pergamon Pres Ltd., 393 p, (1963).
- [27] Alten, B., Çağlar, S.S., “Vektör Ekolojisi ve Mücadelesi”, T.C.Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Bizim BÜRO Basımevi, Ankara, 242 s, 1998.
- [28] Bentley, M.D., Day, J.F., “Chemical Ecology and Behavioral Aspects of Mosquito Oviposition”, Ann. Rev. Entomology, 34: 401-421 (1989).
- [29] Russell, R.C., “NSW Arbovirus surveillance and vector monitoring program”, Mosquito larva photo Icpmr.<http://www.arbovirüs.health.nsw.gov.au/areas/arbovirüs/mosquito/photos/larvaephotos.htm>.
- [30] Kasap, M., Demirhan, O., 1989. “*Anopheles sacharovi*’de Beslenme ve Fizyolojik Yaş”, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dergisi, 4: 581-589.

- [31] Yuval, B., “The Other Habit: Sugar Feeding by Mosquitoes”, Bull. Soc. Vector Ecology, 17 (2): 150-156 (1992).
- [32] Parrish, D.W., “The Mosquito of Turkey”, Mosquito News, 19, 4, 264-266 (1959).
- [33] Ramsdale, C. D., “A Short History of Malaria in Turkey”, Proceedings of the 13<sup>th</sup> European SOVE Meeting. Soc. Vector Ecol. 174 p (2000).
- [34] Ramsdale, C. D., “Internal Taxonomy of the Hyrcans Group of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) and its Bearing on the Incrimination of Vectors of Malaria in the West of the Palaearctic Region”, European Mosquito Buletin, 10, 1-8 (2001).
- [35] Aldemir, A., Erdem, F., Demirci, B., Bedir, H., Koç, E., “Species Composition and Seasonal Dynamics of Mosquito Larvae (Diptera: Culicidae) İn Kars Plateu and Six New Records For Turkey”, Proceeding of The 5<sup>th</sup> International Congress Of Vector Ecology, Turkey, Ekim 2009.
- [36] Erel, D., 1973. “Anadolu Vektörleri ve Mücadele Metotları”, T. C. Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı, Hıfzıssıhha Okulu, Yayın No: 47, 327 s.
- [37] Service, M.W., “Vector control. Where are we now?”, Bull. Soc. Vector Ecol. (17) 2: 94-108 (1992).
- [38] Unat, E.K., “Sıtmanın Tarihi”, Sıtma –Malaria (editör: M.Ali Özcel), Türkiye Parazitoloji Derneği, Yayın No:16, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1-11, 1999.
- [39] Horsfall, W.R., “Mosquitoes: Their bionomics and relation to disease”. Hafner Pub. Co., New York. 723 pp, 1972.
- [40] Carpenter, S.J., and LaCasse, W.J., Mosquitoes of North America. Univ. Calif. Press, Los Angeles, Calif. 360 pp, 1955.
- [41] O'Malley, C. M., “*Aedes vexans* (Meigen): An old foe”, Proc. N. J. Mosquito Control Assoc. pp. 90-95 (1990).
- [42] The Mosquitoes of Europe cd, 2005.

- [43] Blanckenhorn, W. U., and Demont, M., “Bergmann and Converse Bergmann Latitudinal Clines in Arthropods: Two Ends of a Continuum?”, *Integr. Comp. Biol.* 44: 413–424 (2004).
- [44] Ray, C., “The application of Bergmann’s and Allen’s rules to the poikilotherms”, *J. Morphol.* 106: 85–108 (1960).
- [45] Stevenson, R. D., “Body size and limits to daily range of body temperature in terrestrial ectotherms”. *Am. Nat.* 125:102–117 (1985).
- [46] Bahoy, M. N. and Lindsay, S. W., “Temperature-related duration of aquatic stages of the Afrotropical malaria vector mosquito *Anopheles gambiae* in the laboratory”. *Med. Vet. Entomol.* 18: 174-179 (2004).
- [47] Maharaj, R., “Life table characteristics of *Anopheles arabiensis* (Diptera: Culicidae) under simulated seasonal conditions”. *J. Med. Entomol.* 40(6): 737-742 (2003).
- [48] Cossins, A. R., and Bowler, K., “The Temperature Biology of Animals”. London: Chapman & Hall, 1987.
- [49] Partridge, L. and French, V., “Thermal evolution of ectotherm size: Why get big in the cold? In: Johnston”, edited by I. A and Bennett., A. F., editors, *Animals and Temperature: Phenotypic and Evolutionary Adaptation*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 265-292, 1996.
- [50] Silver, J. B., and Renshaw, M., “Are mosquitoes from lower latitudes smaller?”, *Med. Vet. Entomol.* 13: 219-223 (1999).
- [51] Tantawy, A. O., and Vetukhiv, M. O., “Effects of size on fecundity, longevity and viability in populations of *Drosophila pseudoobscura*”, *Am. Nat.* 94: 395-403 (1960).
- [52] Cowley, D. E., and Atchley, W. R., “Development and quantitative genetics of correlation structure among body parts of *Drosophila melanogaster*”, *Am. Nat.* 135: 242-268 (1990).

- [53] Van't Land, J., VanPutten, P., Zwaan, B., Kamping, A., and VanDel den, W., "Latitudinal variation in wild populations of *Drosophila melanogaster* : heritabilities and reaction norms". *J. Evol. Biol.* 12: 222–232 (1999).
- [54] Azevedo, R.B.R., James, A.C., McCabe, J., & Partridge, L., "Latitudinal variation of wing:thorax size ratio and wing-aspect ratio in *Drosophila melanogaster*". *Evolution.* 52: 1353–1362 (1998).
- [55] Stalkehr, D., and . Carson, H. L., "An altitudinal transect of *Drosophila Sturtevant*". *Evolution.* 2: 295-305 (1948).
- [56] Bitner-Mathé, B.C, Peixoto, A.A., Klaczko, L., "Morphological variation in a natural population of *Drosophila mediopunctata*: altitudinal cline, temporal changes and influence of chromosomes inversions". *Heredity.* 75: 54–61 (1995).
- [57] Anderson, J.C., "The use of germ-free piglets in the study of lymphoid tissue and germinal centre formation". *Adv Exp Med Biol.* 29(0): 643–649 (1973).
- [58] Partridge, M., Kiguwa, S., Langdon, J.D., "Frequent deletion of chromosome 3p in oral squamous cell carcinoma". *Eur J Cancer B Oral Oncol.* Jul; 30B(4):248–251 (1994).
- [59] Bryant, M.P., Campbell, L.L., Reddy, C.A., and Crabill, M.R., "Growth on desulfovibrio in lactate or ethanol media low in sulfate in association with H<sub>2</sub>-utilizing methanogenic bacteria". *Appl. Environ. Microbiol.* 33: 1162 (1977).
- [60] Alpatov, W.W., "Biometrical studies on variation and races of the honey bee (*Apis mellifera* L)". *Q Rev Biol.* 4, 1-58 (1929).
- [61] Coyne, J. A., and Beecham, E., "Heritability of two morphological characters within and among natural populations of *Drosophila melanogaster*", *Genetics.* 117: 727-737 (1987).
- [62] Reeve, H.K., Starks, P.T, Peters, J.M, Nonacs, P., "Genetic support for the evolutionary theory of reproductive transactions in social wasps". *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences Series B*, 267, 75–79, 2000.

- [63] Soto, K.F., Carrasco, A., Powell, T.G., Murr, L.E., Garza, K.M., “Biological effects of nanoparticulate materials”. *Mater. Sci. Eng. C* 26, 1421e 1427 (2006).
- [64] Partridge, L., Fowler, K., “Direct and correlated responses to selection on age at reproduction in *Drosophila melanogaster*”. *Evolution*. 46: 76-91 (1992).
- [65] Aspı, J., and Hoikkala, A., “Male mating success and survival in the field with respect to size and courtship song characters in *Drosophila littoralis* and *D. montana* (Diptera: Drosophilidae)”. *J. Insect Behav.* 8, 67±87 (1995).
- [66] Norry, F. M., and Colombo, P. C., “Chromosome polymorphisms and natural selection in *Leptysma argentina* (Orthoptera): external phenotype affected by a centric fusion predicts adult survival”. *J. Genet.* 78, 57±62 (1999).
- [67] Rodriguez, E., George, N., Lachaux JP, Martinerie, J., Renault, B., Varela, F., “Perception’s shadow: Long-distance synchronization of human brain activity”. *Nature*. 397:430–433, 1999.
- [68] McCabe, J. & Partridge, L., “An interaction between environmental temperature and genetic variation for body size for the fitness of adult female *Drosophila melanogaster*”. *Evolution*. 51: 1164±1174 (1997).
- [69] Reeve, M.W., Fowler, K., Partridge, L., “Increased body size confers greater fitness at lower experimental temperature in male *Drosophila melanogaster*”. *J. Evol. Biol.* 13, 836-844 (2000).
- [70] Ewing, A. W., “Body size and courtship behaviour in *Drosophila Melanogaster*”. *Anim. Behav.* 9: 93-99 (1961).
- [71] Hilleshime., and Stearns, S. C., “Correlated responses in life-history traits to artificial selection for body weight in *Drosophila melanogaster*”. *Evolution*. 46: 745-752 (1992).
- [72] Sokal, R. R., Rohlf, F. J., “Introduction to biostatistics H. Freeman and Co., San Francisco, pp. 161-184, 1973.

- [73] Adams, D.C., Rohlf, F.J., and Slice, D.E., Geometric morphometrics: Ten years of progress following the “revolution”. *Ital. J. Zool.* 71: 5-16 (2004).
- [74] Zelditch, M.L., Swiderski, H.D., Sheets, H.D., and Fink, W.L., “*Geometric Morphometrics for Biologists*”. Elsevier Academic Press. London. 443 pp, 2004.
- [75] Dryden, I. L., and Mardia, K. V., “Statistical shape analysis”. John Wiley and Sons, New York, 1998.
- [76] Bookstein, F.L., “*Morphometric Tools for Landmark Data*”, Cambridge University Press. 435 pp (1991).
- [77] Arnqvist, G., and Mårtensson, T., “Measurement error in geometric morphometrics: empirical strategies to assess and reduce its impact on measures of shape”. *Acta. Zool.* 44: 73-96 (1998).
- [78] Alibert, P., Moureau, B. Dommergues, J.L., and David., B., “Differentiation at a microgeographical scale within two species of ground beetle, *Carabus auronitens* and *C. nemoralis* (Coleoptera, Carabidae): A geometrical morphometric approach”. *Zool. Scripta.* 30: 299-316 (2001).
- [79] Pavlinov, I.Y., “Geometric morphometrics, a new analytical approach to comparison of digitized images”. *Information Technology in Biodiversity Research: Abstracts of the 2nd International Symposium.* St. Petersburg: Russ. Ac. Sc. 44–64 (2001).
- [80] Clements, A. N., *Proc. R. Ent. Soc. Lond. (C)* 18, 44. 1956. *Ibid.* 21, 7 (1953).
- [81] Schaffner, F., Angel, G., Geoffroy, B., Hervy, J. P., Rhaïem, A., and Brunhes, J., “Les moustiques d’Europe (The mosquitoes of Europe), CD-ROM”. Institut de Recherche pour Development/EID Méditerranée, Montpellier, France, 2001.
- [82] Rohlf, T., “Self-organization of heterogeneous topology and symmetry breaking in networks with adaptive thresholds and rewiring”. arxiv:0708.1637v1, 2007.
- [83] Rohlf, F.J., “Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces”. *J. Class.* 16: 197-223 (1999).

- [84] Klingenberg, C.P., “Developmental instability as a research tool: Using patterns of fluctuating asymmetry to infer the developmental origins of morphological integration. In: M. Polak (ed.) *Developmental Instability, Causes, and Consequences*”. Oxford University Press. pp 427-442, 2003.
- [85] O’Higgins, P. “Advances in approach to the study of morphological variation in the hominid fossil record: Biology, landmarks and geometry”. *J. Anat.* 197: 103- 120 (2000).
- [86] Adams, D.C., Rohlf, F.J., and Slice, D.E., *Geometric morphometrics: Ten years of progress following the “revolution.”* *Ital. J. Zool.* 71: 5-16 (2004).
- [87] Rohlf, F.J., *TPSdig. Software. Version 1.38. Ecology and Evolution, SUNY Stony Brook.* <http://life.Bio.SUNYSB.edu/morph/morph.html>. (2003).
- [88] Aytekin, A.M., and Cagatay, N., “A phenetic approach to the subgenera of bumblebees (Apidae: Hymenoptera)”. *Mellifera.* 2: 60-64 (2002).
- [89] Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and Ryan, P.D., “*Paleontological Statistics*”, ver. 1.25 (2004).
- [90] Sokal, R.R., and Rohlf, F.J., *Biometry*, 2nd ed. New York: WH Freeman, 1981.
- [91] Sokal, R.R., and Rohlf, F.J., “*Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research.* W.H. Freeman and Company, New York 3rd ed., 887 pp. (1995). StatSoft Inc. STATISTICA ( data analysis software system ), version 8. StatSoft Company”, Tulsa, OK, 2007.
- [92] James, A.C., Azevedo, R.B.R., Partridge, L., “Genetic and environmental responses to temperature of *Drosophila melanogaster* from a latitudinal cline”. *Genetics.* 146, 881-890 (1997).
- [93] Arnett, A.E., and Gotelli, N.J., “Bergmann’s rule in the ant lion *Myrmeleon immaculatus* DeGeer (Neuroptera: myrmeleontidae): geographic variation in body size heterozygosity”. *J. Biogeogr.* 26, 275-283 (1999).

- [94] Karan, D., Dubey, S., Moreteau, B., Parkash, R., David, JR., Geographical Clines for Quantitative Traits in Natural Populations of a tropical Drosophilid: *Zaprionus Indianus*. *Genetica*. 108,91-100 (2000).
- [95] Mert, Ş., “ Fırtına vadisindeki *Poecilimon silmilis* Retowski, 1889 ( orthoptera: tettigoniidae)’ in yerel populasyonları üzerinde moleküler ekolojik araştırmalar”, Yüksek Lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- [96] Steven, L., Chown and C. Jaco Klok “Altitudinal body size clines: latitudinal effects associated with changing seasonality” Dept of Zoology, Univ. of Stellenbosch, Private Bag X1, Matieland 7602, South Africa, 2003.
- [97] Mousseau, T. A., and Roff, D. A., “Adaptation to seasonality in a cricket: patterns of phenotypic and genotypic variation in body size and diapause expression along a cline in season length”. *Evolution*. 43, 1483±1496 (1989).
- [98] Hoffmann, A.A., & Shirriffs, J., “Geographic variation for wing shape in *Drosophila serrata*”. *Evolution*. 56: 1068–1073 (2002).
- [99] Griffiths, J. A., Schiffer, M., and Hoffmann, A. A., “Clinal variation and laboratory adaptation in the rainforest species *Drosophila birchii* for stress resistance, wing size, wing shape and development time”. *J. Evol. Biol.* 18: 213-222 (2005).
- [100] Stearns, S. C., “The evolution of life histories”. (Oxford University Press) (1992).
- [101] Roff, D.A., *Life History Evolution*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA, 2002.
- [102] Strickman, D., Kittayapong, P., Dengue and its vectors in Thailand: calculated transmission risk from total pupal counts of *Aedes aegypti* and association of wing-length measurements with aspects of the larval habitat. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 68 (2): 209–217 (2003).
- [103] Schneider, J.R., Morrison, A.C., Astete, H., Scott, T.W., Wilson, M.L., “Adult size and distribution of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) associated with larval habitats in Iquitos, Peru”. *J. Med. Entomol.* 41: 634–642 (2004).



- [104] Jirakanjanakit, N., Leemingsawat, S., Thongrunkiat, S., Apiwathnasorn, C., Singhaniyom, S., Bellec, C., Dujardin, J.P., “Influence of larval density or food variation on the geometry of the wing of *Aedes (Stegomyia) aegypti*”. *Trop. Med. Int. Health.* 12 (11): 1354–1360 (2007).
- [105] Belen, A., Alten, B., and Aytakin, A. M., “Altitudinal variation in morphometric and molecular characteristics of *Phlebotomus papatasi* populations”, *Med. Vet. Entomol.* 18: 343–350 (2004).
- [106] Yurttaş, H., . Alten, B., and Aytakin, A. M., “Variability in natural populations of *Anopheles sacharovi* (Diptera: Culicidae) from southeast Anatolia, revealed by morphometric and allozymic analyses”. *J. Vector Ecol.* 30 (2): 206-212 (2005).
- [107] Yamahira, K., Conover, D. O., “interspecific latitudinal variation in growth: adaptation to temperature or seasonality?”, *Ecology* 83:1252–1262 (2002).
- [108] Clarke, A., and Fraser, K.P.P., “Why does metabolism scale with temperature?”, *Funct. Ecol.* 18; 243–251 (2004).
- [109] James, C., Gschmeissner, S., Fraser, A., and Evan, G.I., “CED-4 induces chromatin condensation in *Schizosaccharomyces pombe* and is inhibited by direct physical association with CED-9”, *Curr. Biol.* 7: 246–252 (1997).
- [110] Peter, A., Zani, Sarah, E. T., Swanson, Drew Corbin, Lee W. Cohnstaedt, Marci D. Agotsch, William E. Bradshaw, Christina, M. Holzapfel., “Geographic variation in tolerance of transient thermal stress in the mosquito *Wyeomyia smithii*”. *Ecology: Vol.* 86, No. 5, pp. 1206-1211 (2005).
- [111] Robertson, A., “The sampling variance of the genetic correlation coefficient”. *Biometrics.* 15: 469-485 (1959).
- [112] Weber, K., Eisman, R., Morey, L., “An analysis of polygenes affecting wing shape on chromosome 3 in *Drosophila melanogaster*”. *Genetics.* 153: 773–786 (1999).
- [113] Birdsall, K., Zimmerman, E., Teeter, K., & Gibson, G., “Genetic variation for the positioning of wing veins in *Drosophila melanogaster*”. *Evol. Dev.* 2: 16–24 (2000).

- [114] Hoffmann, A.A., Collins, E., & Woods, R.E., “Wing shape and wing size changes as indicators of environmental stress in *Helicoverpa punctigera* (Lepidoptera: Noctuidae) moths: comparing shifts in means, variances and asymmetries”. *Environ. Entomol.* 31: 965–971 (2002).
- [115] Garcia-Bellido, A., “Inductive mechanisms in the process of wing vein formation in *Drosophila*”. *Wilhelm Roux's Arch, Devl. Biol.* 182, 93-106 (1977).
- [116] Garcia-Bellido, A., & de Celis, JF., “Developmental genetics of the venation pattern of *Drosophila*”. *Annu. Rev. Genet.* 26: 277–304 (1992).
- [117] Elmen, D.J., & Nijhout, H.F., “The development and evolution of exaggerated morphologies in insects”. *Annu. Rev. Entomol.* 45: 661–708 (2000)

## 7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: **ÖZGE KUÇLU**

Doğum Yeri: **KONYA-EREĞLİ**

Doğum Tarihi: **07.09.1987**

Medeni Hali: **BEKAR**

Yabancı Dili: **İNGİLİZCE**

Eğitim Durumu(Kurum ve Yıl)

Lise : **ARİFİYE LİSESİ / 2000-2003**

Lisans : **KAFKAS ÜNİVERSİTESİ FEN-EDEBİYAT FAKÜLTESİ BİYOLOJİ BÖLÜMÜ / 2004-2008**

Yüksek Lisans: **KAFKAS ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ZOOLOJİ ANABİLİMDALI.**