

FARKLI SABİT SICAKLIKLARIN *ANOPHELES SUPERPICTUS* (DIPTERA: CULICIDAE)'NİN BİYOLOJİSİ VE MORFOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Seçil ER

ÖZ

Sıtma, tüm Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de vektör kökenli hastalıkların en önemlilerinden biridir. Bu tez çalışması kapsamında *An. superpictus* türünün ergin öncesi evrelerinde 15°C, 20°C, 25°C, 27°C, 30°C ve 35°C olmak üzere altı farklı sıcaklık koşulunun karşılaştırılması ile gelişim sürelerinin sıcaklıkla ters orantılı olduğu, sıcaklık arttıkça gelişim süresinin kıaldığı tespit edilmiştir. Hem yumurta, larva ve pupa evrelerinin hem de yumurtadan ergine toplam gelişim süresinin belirlenmesinde sıcaklığın belirleyici bir faktör olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonucunda sıcaklık arttıkça dişi ve erkek eşeylerde ömür uzunluğunda azalma tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen larvalardan elde edilen erginlere ait kanat yapıları geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak incelendiğinde, belirgin deformasyonların olduğu ve bu deformasyonların hem dişi bireylerde hem de erkek bireylerde aynı biçimsel farklılıklardan kaynaklandığı görülmüştür. Özellikle temel ögeler analizi (PCA) yardımı ile ilk öge üzerinde artan sıcaklığa paralel olarak kanadın, dişilerde dorso-ventral yönde küçülme gösterdiği, erkeklerde ise aksi yönde olduğu gözlenmiştir. Buna bağlı olarak da kullanılan 22 landmarkın özellikle medialde kanat ucuna doğru yaklaştığı ortaya çıkmıştır. Bütün bu bulgular ışığında genel olarak baktığımızda *An. superpictus*'ün evriminde ve ekolojisinde sıcaklık değişimlerinin son derece önemli bir faktör olabileceği, küresel iklim değişikliği ve özellikle küresel ısınmanın sıtma vektörleri gibi yüksek derece adaptasyon yeteneğine sahip olan organizmaların değişim potansiyellerine, dolayısıyla da insan ve hayvan sağlığına kısa vadede ve beklenenden çok daha hızlı bir biçimde etkili olabileceği öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Anopheles superpictus*, sıcaklık, termal konstant, ekolojik sıfır, hayat tablosu, geometrik morfometri.

Danışman: Doç. Dr. S. Bülent ALTEN, Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Ekoloji Anabilim Dalı.

EFFECTS OF DIFFERENT CONSTANT TEMPERATURES ON THE BIOLOGY AND MORPHOLOGY OF *ANOPHELES SUPERPICTUS* (DIPTERA: CULICIDAE)

Seçil ER

ABSTRACT

Malaria is one of the most important vector borne diseases for both World and Turkey. In this study it was found that when six different fixed temperatures were compared as 15°C, 20°C, 25°C, 27°C, 30°C and 35°C in *An. superpictus*, the development rate is negatively correlated. The development rate shortens as the temperature increases. The temperature is found to be an important factor all for egg, larvae and pupa formation and also for the total time from egg to mature. It was also found that when temperature increases the life time decreases in both sexes. In the second part of the study the wings of the *An. superpictus* specimens which were prepared from the individuals that were reared in different temperatures analyzed by geometric morphometrics methods. There appeared very typical and gradual deformations in the wing shape related to the size in both sexes. Especially the first principal component summarized a very typical dorso-ventral minimation in females and opposite in males in the general shape and the landmarks on the medial part of a total of 22, got closer through the apical part. Under the light of all these data we may in generally say for the evolution and ecology of *An. superpictus* temperature is a crucial factor and global changes in temperature especially the global warming may effect some organisms which are highly adaptive like some malaria vectors and this would naturally effect the human and animal health more fastly than expected.

Keywords: *Anopheles superpictus*, temperature, thermal constant, developmental zero, life table, geometric morphometrics.

Advisor: Assoc. Prof. Dr. S. Bülent ALTEN, Hacettepe University Faculty of Science Department of Biology, Ecology Section.

1. GİRİŞ

İnsan ya da hayvanlar üzerinden kan emerek beslenen böcekler, sadece sokma yoluyla zarar vermeleri açısından değil aynı zamanda hastalık vektörü olmaları nedeniyle de önem taşırlar (**Gillett, 1971**). Dünya üzerinde 3357 tür ve alttür ile temsil edilen sivrisinekler, dünyanın tüm kıtalarında tropikal, subtropikal ve ılıman iklim kuşaklarında yaygın olarak bulunmakta ve sıtma, filariasis, sarı humma ile dank hummasının yanında sayıları sürekli artış gösteren 182 arbovirus hastalığından 147'sine de vektörlük yapmaktadırlar (**Alten ve Çağlar, 1998**).

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) verilerine göre dünyanın en önemli vektör kaynaklı hastalıklarından birisi olan sıtma 107 ülkede endemiktir. Tüm kontrol çabalarına rağmen günümüzde yaklaşık 2 milyar 400 milyon insan sıtma hastalığı riski altındadır (**Service, 1992; Martens ve Hall, 2000; Moorthy ve Hill, 2002; WHO, 2006**). Bu hastalık özellikle, zayıf sosyal ve ekonomik koşullarla birlikte, nisbi nem ve sıcaklığın yüksek olduğu, vektör gelişimi için ideal çevrenin sağlandığı tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygındır (**Carvalho vd., 2002**).

Sıtma, Türkiye'yi de içerisine alan Doğu Akdeniz coğrafyasının da en önemli vektör kökenli hastalığıdır. Türkiye'de görülen sıtma etkeni *Plasmodium vivax* (Grassi and Feletti, 1890) parazitidir ve bu parazit diğer bir insan sıtma paraziti olan *Plasmodium falciparum* gibi doğrudan ölümlere neden olmamaktadır (**Alten ve Çağlar, 1998**).

Sıtma insidansı *Anopheles* türlerinin yoğunluğu, insan davranışı ve sıtma parazitinin varlığı gibi bir seri faktörden etkilenir (**Martens ve Hall, 2000**). Geçtiğimiz yıllarda sıtma, kontrol altına alınan ülkelerde yeniden görülmeye başlamış ve daha önce hiç görülmediği yerlere yayılmıştır. Hastalığın yeniden dirilmesinde vektör canlılarının insektisitlere karşı artan direnci, parazitin kullanılan ilaçlara direnç kazanması, nüfusun giderek artması ve buna bağlı sosyo-ekonomik ve tarımsal değişimler, atmosferik karbon birikiminin, dolayısıyla bunun neden olduğu küresel ısınmanın, iklimi hastalığın bulaşması için daha elverişli hale

getirmesi ve endemik ve endemik olmayan ülkeler arasındaki insan hareketinin artmasının etkili olabileceği düşünülmektedir (**Alten ve Çağlar, 1998; Moorthy ve Hill, 2002; Edillo vd., 2004**).

Bir organizma için çevrenin hangi özelliğinin önemli olduğu, türden türe değişir ve türün evrimsel geçmişine bağlıdır (**Futuyma, 1998**). Bununla birlikte, sıcaklık ve nemin, yeryüzünde yaşamın yayılımını sınırlayan en önemli iki faktör olduğu söylenebilir. Her organizma, sahip olduğu en düşük ve en yüksek letal sıcaklık dereceleri arasında, doğal ortamında ortaya çıkan sıcaklık derecelerine gösterdiği fizyolojik, morfolojik ve davranışsal adaptasyonlar sayesinde yaşamını devam ettirebilir. Sonuç olarak sıcaklık, bir organizmanın yaşam döngüsünün herhangi bir evresinde, çeşitli şekillerde etki göstererek, organizmanın yayılımını ve populasyon büyüklüklerini sınırlar (**Krebs, 1985**).

Günümüzde, insan aktiviteleri geçmiştekinin tersine iklimdeki değişikliğe katılmaktadır. Fosil yakıtların kullanılması, CO₂ konsantrasyonu artırmış, orman açma ve yanlış arazi kullanımı, ormanlık alanların CO₂ absorblama kapasitesini düşürmüştür, endüstriyel aktivite ve biyokütle yanması CO gibi gazların yayılmasına neden olmuştur. Böylece küresel ısınma hızı artarken, konumuz olan vektör kökenli hastalıkların bulaşımının artması ve onların tropik ve subtropik bölgelerden ılıman bölgelere hızla yayılımı kaçınılmaz olmuştur (**Patz vd., 2000**).

Vektör kökenli hastalıkların kontrolü, çeşitli insektisitlerin arthropod vektörlere karşı uygulanmasıyla, oldukça geniş bir ölçekte mümkün hale gelse de kimyasalların uzun süreli kullanımı, vektörler tarafından direncin geliştirilmesi ve bu kimyasalların çevrede zararlı etki yaparak birikmesi gibi iki önemli problemin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu nedenle de alternatif kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu tip bir stratejinin uygulanması ise, vektör populasyonlarını yönlendiren temel mekanizmaların bilinmesini gerektirmektedir. Bu nedenle vektör kaynaklı hastalıklara karşı yürütülen bütün kontrol programlarında, vektör ekolojisinin önemi açıktır (**WHO, 1972**).

Bu tez çalışmasında vektör olma potansiyeli taşıyan *An. superpictus* türünün ergin öncesi dönemlerinin laboratuvar koşullarında farklı sabit sıcaklıklara karşı tepkisi ve ergin dönemde bu sıcaklıkların hayat döngüsü üzerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca türün termal konstant ve ekolojik sıfır değerleri bulunarak hayat evrelerinin tamamlanabilmesi için gerekli olan minimum enerji gereksinimleri tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde bu farklı sabit sıcaklıkların türün kanat morfometrisi üzerine etkisi geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak tespit edilmiş ve tartışılmıştır. Bu anlamı ile tez çalışması Türkiye’de yapılan ilk geometrik morfometri konulu tez çalışmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sivrisineklerin Sınıflandırılması

Sivrisinekler (Diptera: Culicidae), paleontolojik verilere göre, diğer kanatlı eklembacaklılarla birlikte Karbonifer'de evrimsel oluşumda yer almaya başlamışlardır (**Merdivenci, 1984**). **Eldridge (2005)**'e göre sivrisinekler diğer Diptera üyeleri ile birlikte 200 – 245 milyon yıl önce ortaya çıkmışlardır. Aynı yazar sivrisinek olarak teşhis edilebilecek ilk fosillerin yaklaşık 37–58 milyon yıl önce Eosen döneminde bulunduğunu ifade etmişse de Amerika Doğa Tarihi Müzesi'nde, Kanada'dan bulunan 75 milyon yıllık *Paleoculicis minutus* türüne ait bir fosilin varlığı ve daha önceki dönemlere ait başka örneklerin henüz bilim dünyasına sunulmamış olması nedeniyle ilk Culicidae'lerin erken Kretase döneminde yaklaşık 100 milyon yıl önce evrimleştikleri ifade edilebilir (**Grimaldi ve Engel, 2005**).

Sivrisinekler, Arthropoda şubesi, Insecta sınıfı, Diptera takımında yer alan Culicidae familyası içerisinde incelenmektedir. Culicidae, uzun antenli sineklerin yer aldığı Nematocera alttakımı içerisinde yer alır (**Merdivenci, 1984; Kasap ve Alptekin, 1997; Üner ve Ertuğ, 1999**). Culicidae familyası üç altfamilyaya ayrılır. İnsan sağlığı açısından en önemli gruplar Anophelinae ve Culicinae içerisinde bulunmaktadır. Culicinae altfamilyası yedi tribüs içermektedir. Bunlar arasında en önemlileri Aedini ve Culicini'dir. Üçüncü altfamilya olan Toxorhynchitinae dişilerinde kan emmeye elverişli ağız parçaları bulunmamaktadır. Bu altfamilya larvaları diğer sucul organizmalar üzerinde predatördür ve bu özellikleri nedeniyle sivrisinek kontrolünde biyolojik ajan olarak kullanılmaları öngörülmektedir (Çizelge 2.1) (**Eldridge, 2005**).

Dünya üzerinde sivrisinekler 3357 tür ve alttür ile temsil edilmektedirler (**Alten ve Çağlar, 1998**). Türkiye'de *Anopheles*, *Aedes*, *Ochlerotatus*, *Culex*, *Culiseta*, *Coquillettidia*, *Orthopodomyia* ve *Uranotaenia* cinslerine bağlı 50 türün varlığı bildirilmiştir (**Ramsdale vd., 2001**).

Anopheles cinsi sivrisineklerin 422 türü tanımlanmıştır. Bunların 70 kadarının doğal ortamlarında vektörlük yapabildiği, ancak aralarından 40 tanesinin vektörlük yönünden önem taşıdığı bildirilmektedir (Eldridge, 2005; Üner ve Ertuğ, 1999). Ülkemizde *Anopheles* cinsine bağlı 10 tür bulunmaktadır (Ramsdale vd., 2001). Bunlar arasında Türkiye’de sıtma parazitini en yaygın olarak taşıyan türün *Anopheles sacharovi* olduğu, *An.superpictus*, *An. maculipennis* ve *An.claviger* gibi türlerin de sıtma parazitlerini taşıdığı bilinmektedir.

Çizelge 2.1. Culicidae içerisinde incelenen altfamilya, tribüs ve cinsler (Knight ve Stone, 1977’den)

Altfamilya	Tribüs	Cins
Anophelinae	Anophelini	<i>Anopheles</i> <i>Bironella</i> <i>Chagasia</i>
Culicinae	Aedini	<i>Aedes</i> <i>Haemagogus</i> <i>Ochlerotatus</i> <i>Psorophora</i>
	Culicini	<i>Culex</i> <i>Deinocerites</i>
	Culisetini	<i>Culiseta</i>
	Mansoniini	<i>Coquillettidia</i> <i>Mansonia</i>
	Orthopodomyiini	<i>Orthopodomyia</i>
	Sabethini	<i>Sabethes</i> <i>Trichoprosopon</i> <i>Wyeomyia</i>
	Uranotaeniini	<i>Uranotaenia</i>
	Toxorhynchitinae	<i>Toxorhynchites</i>

2.2. Sıtma ve Sağlık Açısından Önemi

Dünyanın tüm kıtalarında tropikal, subtropikal ve ılıman iklim kuşaklarında yaygın olarak bulunan sivrisinekler sıtma, filariasis, sarı humma ve dank hummasının yanında çok sayıda arbovirus hastalığına da vektörlük yapmaktadırlar (**Alten ve Çağlar, 1998**).

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) verilerine göre dünyanın en önemli vektör kaynaklı hastalıklarından birisi olan sıtma 107 ülkede endemiktir. Tüm kontrol çabalarına rağmen günümüzde yaklaşık 2 milyar 400 milyon insan sıtma hastalığı riski altındadır (**Service, 1992; Martens ve Hall, 2000; Moorthy ve Hill, 2002; WHO, 2006**). Tahminlere göre, yılda 1,1 - 2,7 milyon kişi sıtma nedeni ile ölmektedir; bunların yaklaşık %75'ini Afrika'da özellikle beş yaşın altındaki çocuklar oluşturmaktadır (**Aldemir vd, 2002; Patz ve Olson, 2006**). Bu hastalık, zayıf sosyal ve ekonomik koşullarla birlikte, nisbi nem ve sıcaklığın yüksek olduğu, vektör gelişimi için ideal çevrenin sağlandığı tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygındır (**Carvalho vd., 2002**).

Sıtma Türkiye'de de tarih boyunca çok ciddi sorunlara yol açmış bir hastalıktır. Anadolu'nun geçmişinde, sadece yaygın olmakla kalmamış, aynı zamanda medeniyetleri çökertecek ağırlıkta olmuştur (**Süvey, 1953; Alten ve Çağlar, 1998**). Cumhuriyet'in ilanına kadar ülkede ne kadar sıtma vakasının bulunduğu tam olarak kayıtlara geçmemiştir. Bu tarihten sonra sıtma hastalığına büyük önem verilmiş ve ayrı bir örgüt oluşturularak hastalıkla mücadeleye başlanmıştır. Gerek Sağlık Bakanlığı çalışanları ve gerekse toplumun bu konuya verdiği önem nedeniyle sıtma vakalarında büyük bir azalma tespit edilmiş ve 1970 yılında 1260 vaka düzeylerine gerilemiştir (**Tabuk ve Yıldırım, 1999**). Cumhuriyet'in kuruluşundan beri Çukurova, sıtmanın endemik olduğu bölge olarak tanımlanmakta iken Güneydoğu Anadolu Projesi'nin kısmen tamamlanmaya başlaması ve Şanlıurfa tünellerinin açılması ile özellikle Harran Ovası'nda sulu tarıma geçilmesi, Atatürk Barajı'nın tamamlanması ile oluşan iklim değişiklikleri, yağışlı ve ılıman iklimin bu bölgede etkisini göstermesi ile sivrisinek

populasyonlarında patlama derecesine varan artış olması, ayrıca Çukurova bölgesine çalışmak üzere gelen göçer işçilerin sıtma ile enfekte olarak geri dönmeleri, GAP yöresi illerinde sıtmanın hiperendemik hale gelmesinde etkili olmuştur. Bu nedenlerle 1998 yılında ülkemizde görülen 36 bin kayıtlı sıtma olgusunun %90'ının GAP yöresi illerinde bulunduğu bildirilmektedir (**Özcel, 1999**). Tüm çabalara rağmen sıtma hastalığı halen Türkiye'nin en önemli sağlık problemlerinden birisi olmaya devam etmektedir. Türkiye'de etkin olan tür *Plasmodium vivax*'ın neden olduğu tersiyana sıtmasıdır. Diğer türler ülke dışından giren olgular halinde görülmekte, yaygın ve belirgin bir seviyeye ulaşmamaktadır (**Alten ve Çağlar, 1998; Özcel, 1999**).

Sıtma insidansı *Anopheles* türlerinin yoğunluğu, insan davranışı ve sıtma parazitinin varlığı gibi bir seri faktörden etkilenir (**Martens ve Hall, 2000**). Geçtiğimiz yıllarda sıtma, kontrol altına alınan ülkelerde yeniden görülmeye başlamış ve daha önce hiç görülmediği yerlere yayılmıştır. Hastalığın yeniden dirilmesinde vektör canlılarının insektisitlere karşı artan direnci, parazitin kullanılan ilaçlara direnç kazanması, nüfusun giderek artması ve buna bağlı sosyo-ekonomik ve tarımsal değişimler, atmosferik karbon birikiminin iklimi hastalığın bulaşması için daha elverişli hale getirmesi ile endemik ve endemik olmayan ülkeler arasındaki turizmin artmasının etkili olabileceği düşünülmektedir (**Alten ve Çağlar, 1998; Moorthy ve Hill, 2002; Edillo vd., 2004**).

2.3. *Anopheles superpictus*'un yayılımı ve biyolojik özellikleri

Anopheles (Cellia) superpictus Grassi, 1899 türü, Paleartik hayvan coğrafyası bölgesinin Akdeniz alt iklim alanında geniş bir yayılış gösterir. Avrupa'da, İspanya, Korsika, Güney İtalya, Sardunya, Sicilya, Romanya, Güney Bulgaristan, Arnavutluk, Yugoslavya'nın Dalmaçya kıyıları, Makedonya, Kosova, Yunanistan ve Türkiye'de, Asya'da, Suriye, Filistin, Irak, İran, Afganistan, Pakistan, Hindistan, Dağıstan, Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan, Özbekistan, Türkmenistan, Tacikistan, Güney Kırgızistan ve Kazakistan'da, Kuzey Afrika'da, Cezayir'den Nil Irmağına kadar yayılış göstermektedir (**Christophers, 1933; Russell vd, 1943; Merdivenci, 1984; Jetten ve Takken 1994; Alten ve Çağlar, 1998**).

An. superpictus türünün özellikle kanat ve bacak renklerinde yaşadığı ortama göre değişiklikler olabilmektedir. Kanat renkleri nedeniyle “süslü sıtma sineği” de denilmektedir (**Merdivenci, 1984**). *Cellia* altcinsinde özellikle kanat ve palpus bantları ile baş ve kanatta bulunan pul ve kıl renkleri ayırt edicidir. Kanatlar üzerinde altcins özelliği olarak açık ya da koyu renkli benekler bulunmaktadır. Ayrıca kanadın anterior kenarında costa (C), radius (R) ve radius 1 (R₁) boyunca dört belirgin koyu renkli alan bulunmaktadır. *An. superpictus* türü Palearktik’te kendisine en yakın tür olan *An. moghulensis* (Christophers)’tan kanadın anal damarında bulunan ve distaldeki daha uzun iki koyu renkli noktanın bulunmasıyla ayrılmaktadır. *An. moghulensis* türünde ise bu alanda üç nokta bulunmaktadır. *An. superpictus*’ta maksillar palpusta açık renkli bantlar karakteristiktir. Özellikle palpusun beşinci segmenti tür özelliği olarak mutlaka açık renklidir. Başta bulunan dik pullar oldukça geniştir ve vertekste beyaz iken bunun lateral ve posteriorunda koyu kahverengidir. Scutumun orta bölümünde açık renkli geniş pullar mevcuttur. Femur ve tibiada bantlar bulunmamaktadır (**Glick, 1992**). Abdomen kahverenginde olup oldukça uzun, ince ve parlak sarımsı renktedir, ayrıca abdominal tergada açık renkli pullar bulunmamaktadır (**Merdivenci, 1984; Glick, 1992**).

An. superpictus hem insan hem de hayvanlardan kan emmesine rağmen dinlenmek için özellikle ahırları tercih etmektedir. Beslendikten sonra yumurtalarını tamamen geliştirene kadar barınaklarda kalır, yalnızca yumurtalarını bırakacakları habitatları aramak için buraları terkederler. Çevrenin sıcaklık durumuna göre sayıları genellikle mayıs ve haziran aylarında birdenbire artış gösterir. Yaz boyu popülasyonu artmasına rağmen en yüksek noktaya ağustos ve eylül aylarında ulaşırlar. Ekim ayında ise kışlamaya çekilirler. Döllenmiş dişiler ve yalnız çok az sayıda larva kışlar (**Merdivenci, 1984; Alten ve Çağlar, 1998; Kasap ve Alptekin, 1997; Üner ve Ertuğ, 1999**).

An. superpictus’un larvaları tuzluluğu çok az olan, organik kirliliğin bulunmadığı temiz suları tercih ederler. Özellikle 25°C’nin altındaki sularda, dağlar arasındaki akıntılı derelerde, iyi güneş alan kenarlardaki kayalık ve yosunluk yerlerde gelişirler. Larvanın gelişmesi, çevre sıcaklığı ortalama 21,5°C olduğunda 24 gün,

27°C sıcaklıkta yaklaşık 10 gün ve genelde de 12-13 gün sürer (**Chinayev, 1965; Merdivenci, 1984; Amr vd.,1997; Alten ve Çağlar, 1998**).

Her ne kadar doğal olarak enfekte *An. superpictus* Türkiye’de bulunamamışsa da laboratuvar koşullarında *Plasmodium vivax* (**Kasap vd 1987**) ve *Plasmodium falciparum*’un (**Sousa vd 2007**) vektörü olduğu kesin olarak tespit edilmiştir. Bu türün vektörlük kapasitesinin düşük olduğu bilinmektedir, populasyon yoğunluğunun çok yüksek bulunmaması, endofilik alışkanlığı olmasına rağmen dinlenmek için evler yerine hayvan barınaklarını tercih etmesi ve özellikle yaz aylarında halkın açıkta yattığı sıcak kısımlardan çok yüksek ve serin bölgelerinde bulunması, türün vektörlük kapasitesini azaltmaktadır (**Kasap ve Alptekin, 1997**).

2.4. Sıcaklığın Organizmalar Üzerine Etkisi

Çevreleriyle sürekli etkileşim halinde olan organizmalar, yeryüzündeki değişken sıcaklık koşulları altında, hayat döngülerinin her evresi için uygun sıcaklık dağılımlarının bulunduğu yerlerde gelişirler. Bu nedenle sıcaklık ve sıcaklıkla ilişkili olarak nemin, yeryüzünde yaşamın yayılımını sınırlayan en önemli iki faktör olduğu genel kabul görmektedir (**Krebs, 1985; Şişli, 1999**).

Sıcaklık hayat döngüsünün herhangi bir evresinde etkili olabilir ve hayatta kalma, üreme, genç organizmaların gelişimi ve sıcaklık tolerans sınırlarına yakın diğer formlarla rekabet (ya da predasyon, parazitlik, hastalıklar) özellikleri üzerine etki ederek bir türün dağılımını sınırlandırabilir (**Krebs, 1985**).

Kuş ve memeliler dışındaki tüm hayvanlar ile bitkiler, mantarlar ve protistalar sabit bir vücut sıcaklığı sağlayamadıkları için çevresel sıcaklık kaynaklarına bağımlıdırlar ve bu sebeple “**ektoterm**ler” adını alırlar. Vücut sıcaklıkları çevreye bağlı olarak değiştiği için sıcaklığın ektoterm canlılar üzerine olan etkisi oldukça belirgindir (**Chapman 1998; Şişli, 1999; Jarosik vd 2004**).

Sıcaklık, metabolizmayı biyokimyasal reaksiyonların oranları üzerindeki etkileriyle yönlendirir ve bu olayların her organizmada en uygun ya da en hızlı şekilde gerçekleştiği optimum bir sıcaklık derecesi vardır (**Chapman, 1998; Şişli, 1999**). Sıcaklığın organizmanın dayanabildiği sınırlar içinde artması, genel olarak metabolizmanın artmasını gerektirir. Bunun dayandığı temellerden biri, sıcaklığın artmasıyla kimyasal olayların hızlanmasıdır. Bununla birlikte fizyolojik olaylar sıcaklığın artışı ile çok yüksek bir düzeyi bulursa, organizma devamlı olarak kayba uğrar (**Şişli, 1999**). Letal sıcaklık sınırları metabolik anlamda enzimler tarafından regüle edilir. Çevresel sıcaklık maksimum sınıra yaklaşınca muhtemelen enzimlerin denatüre olması yüzünden metabolizma yavaşlar (**Mascarini ve Prado, 2002**).

Böceklerin dayanabileceği üst termal sınır, proteinlerin çökmesiyle yakından ilgilidir. Bu sıcaklık derecesi, böceğin vücudundaki su oranı ve mineral tuzlarına bağlıdır (**Chapman, 1998; Şişli, 1999; Mascarini ve Prado, 2002**). Böceklerin yaşayabildiği düşük sıcaklık aralığı ise yüksek sıcaklığa göre daha değişkendir. Ölüm, buz kristallerinin oluşumu, dehidrasyon veya hücre ve hücrelerarası yapıların tahrip olması sonucu meydana gelir. Düşük serbest su oranı, yüksek bağıl su oranı, dokudaki mineral tuzlar, glikojen ve yağ oranlarının yüksek oluşu, böceklerde düşük sıcaklığa dayanmayı artırır. Ölümün ortaya çıktığı sıcaklık derecesi, türe, türün gelişme evresine, eşey tipine ve beslenme durumu ile sıcaklığa maruz kalınan süreye göre değişiklik gösterir (**Chapman, 1998; Şişli, 1999**).

Farklı hayvan ve bitki türleri, gelişme evrelerinde sıcaklık derecelerine değişik şekilde duyarlıdır. Hatta sıcaklığın, aynı organizma vücudunun farklı bölgelerindeki aynı tip hayatsal olaylar üzerindeki etkisi bile aynı olmayabilmektedir. Bu nedenlerden ötürü, sıcaklık kritik değişken olduğunda bile, ortalama sıcaklıklar ya da diğer basit ısı toplamları her zaman dağılımın sınırlarıyla ilişkili değildir (**Krebs, 1985; Şişli, 1999**).

Üreme, sıcaklık ekstremlerinden, diğer pek çok fizyolojik fonksiyona kıyasla daha fazla etkilenir. Genel olarak yumurta oluşturma oranı, üremenin görüldüğü sıcaklık aralığının üst sınırı yakınlarında en yüksek değerdeyken, daha yüksek sıcaklıklara çıktıkça hızlı bir şekilde düşmektedir. Düşük sıcaklıklarda ise daha kademeli biçimde değişmektedir (**Bursell, 1964**).

Çevre sıcaklığı ektotermilerin gelişim hızı üzerinde de etkilidir. Genel olarak sıcaklığın başkalaşım ve gelişim (hücre tiplerinin çeşitlenmesi) ile büyüme (biyolojik kütledeki artış) üzerine etkisi tıpkı üremede olduğu gibi, oldukça dar sıcaklık aralıklarında meydana gelebilir. Bu etki değişik biçimlerde ortaya çıkabilir. Sıcaklık hiçbir gelişim meydana gelemeyecek ya da gelişim tamamlanamayacak kadar düşük olabilir. Gelişimin tamamlanamaması durumunda sıcaklık etkisini gelişimsel süreçleri değiştirme yönünde göstermiştir ya da besin rezervleri gelişim çok uzadığı için yetersiz kalmıştır. Embriyo ya da erişkin öncesi dönemdeki birey tam gelişimini tamamlayabilir ancak kuluçkaya yatmak için sıcaklık düşüktür (**Bursell, 1964**). Genel olarak besin kaynağının sınırlı olmadığı hallerde düşük sıcaklıklarda yüksek sıcaklıklara göre birçok organizma daha geç olgunlaşır (**Jarosik vd., 2004**).

Sıcaklık, diğer hayvanlarda olduğu gibi sivrisineklerin de sucul evrelerinin yaşam süresi, ergin üretimi hızı, hayatta kalma süresini etkileyen ana etkenlerden biridir (**Maharaj, 2003; Bahoy ve Lindsay, 2004**). Sivrisineklerin ergin öncesi dönemlerine sıcaklığın etkisi birçok türde çalışılmıştır. *An. gambiae* ile yapılan bir çalışmaya göre larval ömür uzunluğu 10–12°C ve 38–40°C’lerde en kısa ve 14–20°C arasında en uzun bulunmuştur. Erginler 16°C ve 34°C’ler arasında yetiştirilen larvalardan çıkmıştır. Gelişimin en hızlı olduğu sıcaklıklara göre optimum gelişim sıcaklıkları daha düşüktür. Düşük sıcaklıklarda bazı türler diğerlerine göre daha toleranslıdır. *An. quadrimaculatus* larvaları 10°C’ye maruz kaldığında, *An. culicifacies* larvaları ise 5°C’nin altında ölürlükler (**Bahoy ve Lindsay, 2004**). *Aedes aegypti*’de 10°C’de büyüme görülebilir ancak gelişme tamamlanamaz. Sıcaklığın 14°C’nin üzerine çıkmasıyla birlikte büyüme hızlanır, 32°C’ de maksimuma ulaşır. 36°C’nin üzerinde ise gelişim tamamlanamaz (**Bar-Zeev, 1958**). En hızlı gelişmeyi

sağlayan sıcaklık, gelişme evresine göre değişir. *An. quadrimaculatus* yaşam döngüsünde sabit sıcaklıklarda yetiştirildiğinde yumurtanın en hızlı 33.3°C'de, birinci evre larvanın 32.5°C'de, dördüncü evre larvanın 30°C'de ve pupanın en hızlı 30.5°C'de geliştiği görülmüştür (Clements, 1963). Benzer varyasyonlar *Ae. aegypti*'de de bulunmuştur (Bar-Zeev, 1958). Sıcaklık düştükçe her gonotropik döngü süresi artar. Bu vektör etkinliğini etkiler. Daha sık kan emme gerçekleştikçe enfekte kan emme potansiyeli ve hastalığın yayılımı artar (Maharaj, 2003).

Vektör kaynaklı hastalıkların doğadaki döngüsü patojen, vektör, vertebrat konakçı ve çevre arasındaki dinamik bir ilişkiyi içerir. Vektör kaynaklı patojenlerin tipik olarak vektör ve konakçıyı enfekte etmesi ve onların vücudunda çoğalıp gelişmesi gerekir. Kan emme sırasında enfekte olan bir dişinin hastalığı taşıması için parazitin inkübasyon süresi boyunca hayatta kalması gerekir. Güney Afrika'da *An. arabiensis* ile yapılan bir çalışmada sıtmanın yıl boyunca aylara göre değişen yayılım gösterdiği bulunmuştur. Sıtma ilkbahar ayları boyunca düşüktür, yaz aylarında artar ve sonbaharda en yüksektir. İklim koşullarındaki dalgalanmalar sadece sivrisineğin ömür uzunluğunda değil ayrıca sivrisineğin vücudundaki sıtma parazitin sporogonik evrelerinin gelişimini de etkiler. Kışın görülen yavaş larval gelişim, ilkbaharda düşük populasyon yoğunluğuna ve dolayısıyla yavaş bulaşıma neden olur. Ergin populasyonunun artmasıyla hastalığın bulaşması artar. Kanın emilmesinden sonra enfekte hale gelmek için gereken zaman çevresel sıcaklıkla doğrudan ilgilidir. Örneğin *Plasmodium falciparum*'un bulaşması için Anophelinae konak, enfekte kan emdikten sonra 27°C'deki inkübasyonda 12 gün hayatta kalmalıdır (Maharaj, 2003). *An. superpictus*'taki sporogoninin tamamlanması için 25°C'de *Plasmodium vivax*'ın 10-14 gün geçirmesi gerekmektedir (Kasap, 1990).

Türler optimum sıcaklık değerinde en hızlı gelişme gösterirlerse de bu sıcaklık derecesi biyolojik olarak düşük sıcaklıklara göre daha yüksek mortalitenin görülmesi nedeniyle en uygun sıcaklık değeri değildir ve bu sıcaklıklarda küçük boyutlu erginler oluşur (Clements, 1963). Dördüncü evre *An. gambiae* larvalarında hızlı gelişimi sağlayan yüksek sıcaklıklar, pupa esnasında ölümlere neden olmuş ya da pupanın erginleşmesinde başarısızlıklar olduğu görülmüştür. Bunun nedeni

büyük olasılıkla sıcaklığın karmaşık bir olay olan metamorfozu etkilemesidir. Yüksek sıcaklıklarda yeterli kütle biriktirmek için az zaman vardır ve bu nedenle pupalar olumsuz etkilenmektedir. Gelişme hızlandığında larva pupalaşmanın başlaması için gerekli besin alımını gerçekleştirememektedir (**Bahoy ve Lindsay, 2004**).

Sivrisineklerde larvalara yeterli besin sağlandığında ve larval yoğunluk çok yüksek olmadığında erginin boyutları, yumurtaların bırakıldığı ortamın sıcaklığıyla belirlenir. Büyük erginler düşük sıcaklıklarda, daha küçük erginler ise yüksek sıcaklıklarda yetiştirilen larvalardan meydana gelir. Yüksek sıcaklıklarda türlerin doku gelişimlerini tam olarak tamamlayamadan metamorfoza girdikleri düşünülmektedir. Kışın yakalanan sivrisineklerin yaz döneminde yakalananlara göre daha uzun kanatlara sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda hayatta kalan sivrisinek larvaları küçük ve daha az başarılı erginler oluşturmaktadırlar [**Bahoy ve Lindsay, 2004 (Shelton, 1973)**]. *An. maculipennis*'te yazın çıkan ergin dişilerin fekonditesinde düşme görülmüştür. Bu durumun sebebi olarak yaz aylarında artan sıcaklığın, ergin büyüklüğünde düşüşe neden olması gösterilmektedir (**Clements, 1963**).

Vücut büyüklüğü, çok sayıda ekolojik ve fizyolojik değişkenden etkilenmektedir (**Silver ve Renshaw, 1999**). Sıcaklığın böcek morfolojisi üzerine etkisi konusunda yapılan çalışmalara göre düşük sıcaklıklarda büyük vücutlu böcekler oluşmaktadır (**Lanciani, 1992**). *Drosophila simulans* ile yapılan geometrik morfometri çalışmalarında, farklı sıcaklık koşullarında yetiştirmenin ergin kanat yapısında, hem biçimsel (geometrik) hem de büyüklük bakımından (geleneksel) morfometrik farklılıklar oluşturduğu gözlemlenmiştir. Sıcaklık arttıkça kanat boyu ortalamasında düşme görülmüştür. Kanat biçiminde de sıcaklıkla birlikte değişmeler meydana gelmiştir (**Debat vd., 2003**). Benzer oluşumların Hymenoptera, Coleoptera ve Hemiptera takımlarında da farklılaşmalara neden olduğu bilinmektedir (**Aytekin vd., 2007**). Sıcaklık ayrıca kanat uzunluğu ve vücut ağırlığı arasındaki ilişkiyi de etkilemektedir. *Culex pipiens pallens*, *Ae. aegypti*, ve *Cu. nigripalpus* türlerinde düşük sıcaklıklarda yetiştirilen bireylerin, yüksek sıcaklıklardakilere göre uzun

kanatlara sahip oldukları, ayrıca vücut ağırlığında da artış olduğu gözlenmiştir (**Lanciani, 1992**). Kuzey Amerika'daki *Anopheles*, *Aedes* ve *Culex* türleriyle yapılan bir çalışmada ise kanat uzunluğunun enlemlerle birlikte arttığı bulunmuştur (**Silver ve Renshaw, 1999**). Sivrisineklerde vücut büyüklüğünün ömür uzunluğu, fekondite ve emilen kan miktarı gibi bazı faktörleri de etkilediği görülmüştür (**Clements, 1963**).

2.5. Sıcaklık Verilerinin Böcek Gelişiminin Tahmin Edilmesinde Kullanılması

Herhangi bir bitki ya da hayvanın yaşam evresini tamamlayabilmek için belli bir sıcaklık enerjisi toplamına gereksinimi vardır ve bir canlının gelişmede belli bir son noktaya ulaşabilmesi için gereken sıcaklık ihtiyaçları “**termal konstant**” değeri ile gösterilir. Bu sıcaklık derecesi toplamı için “**gün-derece**” birimi kullanılır. Termal konstant belirli bir temel sıcaklığın üzerindeki günlük sıcaklık derecelerinin toplamı olarak ifade edilir. Bir gün–derece, bir günde ekolojik sıfırın (gelişme basamağı) üzerindeki sıcaklık derecelerinin ortalaması demektir (**Şişli, 1999; Bahoy ve Lindsay, 2003**).

Böcekler ancak belli bir sıcaklık değerinin üzerindeki sıcaklıkta gelişmeye başlayabilir. Bu sıcaklık derecesine “**gelişme basamağı**” ya da “**gelişmenin sıfır noktası**” denir. Gelişme sıfırı, böceklerin türü ve gelişme evresine göre değişiklik gösterir. Belirli bir gelişme evresinin tamamlanması için, belirli miktarda ısı enerjisine gereksinim vardır (**Şişli, 1999**).

Sıcaklığın bitki ve poikiloterm hayvanların gelişimi üzerine etkisi, gelişim ve sıcaklık arasındaki olası ilişki, yüzlerce yıldır bilinmektedir. Sabit sıcaklık değerlerinden elde edilen veri, bu ilişkiyi modellemek için hem ortalama bir değer, hem de bireyler arasındaki değişkenliği göstermek bakımından gereken tüm bilgiyi sağlar. En çok kullanılan matematiksel modellerden biri olan gün–derece modeli, doğrusal bir yaklaşımdır. Bu model, gelişim için en önemli iki parametreyi, zaman ve sıcaklığı kombine ederek, fizyolojik süre olarak adlandırılan sürenin hesaplanmasını sağlar [**Erişöz, 2004 (Walker, 1996)**].

Böceklerin gelişimleri ve büyüme kalıplarına sıcaklığın etkisi laboratuvar koşulları altında ölçülebilir. Basit doğrusal regresyonlara bağlı gün–sıcaklık modelleri sıcaklık ve böcek gelişim oranları arasındaki ilişkiyi tanımlamada geniş şekilde kullanılır. Gelişim oranlarına sıcaklık eğrileri grafikleri çizilerek hesaplama yapılması çok kullanılan bir yöntemdir ve belirli sabit sıcaklık koşulları altında mortalite, yumurta bırakma özellikleri ve gelişimsel dönemleri ölçülerek bir yıldaki kuşak sayısı ve populasyonun artış potansiyeli hesaplanabilir. Bu yöntem uzun yıllardan beri ziraatte ve bazı böceklerin zarar özelliklerini hesaplamada kullanılmaktadır. Bir böceğin sıcaklık ihtiyaçlarının bilinmesi yapay koşullarda elde edilen değerlere bağlı olsa da çalışma programları ve arazi çalışmalarının işini kolaylaştırır. Aynı şekilde termal konstant değeri böcek populasyonlarının dağılım ve yoğunluğunu belirlemede indikatör olarak iş görmektedir (**Teng ve Apperson, 2000; Mascarini ve Prado, 2002; Bahoy ve Lindsay, 2003**). Böylelikle sıcaklık–hayatta kalma modelleri doğadaki koşulları basitleştirir ve bu modellerin arazi koşulları altında test edilmesinin önemini vurgular (**Bahoy ve Lindsay, 2004**).

2.6. Hayat Tabloları ve Kullanımı

Hayat tabloları, türlerin populasyon dinamiklerinin tanımı ve anlaşılması açısından oldukça kullanışlı populasyon modelleme yöntemleridir (**Southwood, 1968; Krebs, 1985**). Hayat tabloları bir populasyonda yaşa bağlı ölüm oranlarının bir özeti olarak da görülebilir (**Krebs, 1985; Şişli, 1999**).

Belirli çevresel koşullar altındaki bir populasyona ait bireylerin, ortalama ömür uzunluğu, üreme başarısı ve ortalama bir gelişme hızı vardır. Bu değerler kısmen çevresel olarak, kısmen de bireysel özelliklerle belirlenir. Hayatta kalma ve fekonditenin yaşa özgü oranları bilindiğinde, bir populasyonun dinamikleri, dolayısıyla da geleceği hakkında fikir sahibi olunabilir (**Krebs, 1985**). Bir türe ait populasyonun hayat tablosu, optimum koşulların sağlandığı laboratuvar koşullarında, o türün genetik potansiyelinin maksimum açıklamasıdır ve böylece arazi çalışmalarında temel bir referans sağlar (**Mahmood, 1997**).

Bir hayat tablosu iki grup gözlemden oluşur. Bunlar, yaşa bağlı ölüm oranı ve yaşa bağlı üretkenliktir (**Walter ve Hacker, 1974**). Bu bileşenlerden yararlanarak belirli bir yaş aralığında beklenen ortalama ömür uzunluğu (e_x) ile ilgili bilgiler sağlandığı gibi, her bir dişinin yaşamı boyunca ya da belirli bir üreme döneminde üretebileceği dişi döl sayısı, net artış hızı (R_0) ve doğal artış kapasitesi (r_m) değerleri de hesaplanabilir. Hem net artış hızı ve hem de doğal artış kapasitesi popülasyonun gelecek zamanda ulaşabileceği büyüklüğünü tahmin etmemizi sağlar (**Lansdowne ve Hacker, 1975**).

Hayat tabloları sivrisinek kontrol stratejileri geliştirmek için de kullanılabilir. (**Crovello ve Hacker, 1971**). Bulaşıcı hastalıkların taşınmasında vektör sivrisineklerin üretkenlik döngüsü temel rol oynar. Taşınmayı etkileyen parametreler; fekondite oranı, mortalite oranı, yoğunluk, yaş dağılımı, göç etme oranı ve vektör sivrisineklerin genetik varyasyonudur. Gelişme süresi, ayrıca orantılı nem ve sıcaklık gibi iklimsel parametrelerden de büyük ölçüde etkilenmektedir. Önemli sıcaklık dalgalanmaları, gelişim süresinin uzamasına neden olmaktadır (**Cardenas vd., 1999**).

Bir hayat tablosu oluşturmak için çok sayıda metot kullanılmaktadır. **Southwood (1968)** hayat tablolarının oluşturulması için iki metot tanımlamıştır:

Yaşa bağlı (horizontal) hayat tablosu: Bu hayat tablosu, popülasyonun başlangıcından son bireyin ölümüne kadar geçen evreleri kapsar. Bu metot, bir diğerine karışmayan bir tek neslin çeşitli biyolojik dönemlerinde meydana gelen mortalitenin ortaya konulmasında en yaygın şekilde kullanılan hayat tablosu analizidir.

Zamana bağlı (vertikal) hayat tablosu: Belli bir zaman aralığında popülasyonda yaşayan bireylerin tümünü inceler.

Hayatta kalma eğrileri

Belirli sayıda bireyle başlatılan hayat tablosu analizinde her bir yaş aralığındaki ölüm oranı hesaplanır. Elde edilen mortalitenin grafik üzerinde gösterimi ise hayatta kalma eğrilerini verir ve eğrinin şekli mortalitenin yaşa bağlı dağılımını gösterir (**Krebs, 1985; Pianka, 1988**).

Üç tip hayatta kalma eğrisi tanımlanmıştır [**Krebs, 1985 (Pearl, 1928)**]. Tip 1 eğriler ömrünün tümünde çok az kayıp veren ve yaşlı organizmalarda yüksek kayıpların olduğu populasyonlardandır. Tip 2 (diyagonal) hayatta kalma eğrileri yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranını işaret eder. Tip 3 eğriler ise yüksek erken ölümü gösterir, bunu daha az ya da görece sabit kayıpların olduğu bir periyot izler.

Hayat tablosu parametreleri

Bir hayat tablosunda;

x = Zaman

l_x = Belli yaş aralığında canlı birey sayısı

% l_x = Canlı oranı

d_x = Belli yaş aralığında ölen birey sayısı

q_x = Ölüm oranı

e_x = Yaşanması beklenen ortalama süre

m_x = Yaşa bağlı fekonditedir.

Ortalama döl süresi (T_c): Dişinin yumurtlamasından itibaren, bir sonraki döldeki dişinin yumurtlamasına kadar geçen toplam süredir (**Krebs, 1985**).

Net artış hızı (R_0): Yaşam süresi içinde bırakılan yumurta sayısı / yavru sayısıdır.

$R_0 > 1$ ise populasyon büyümektedir.

$R_0 < 1$ ise populasyon azalmaktadır.

$R_0 = 1$ ise populasyon durağandır.

Üretkenlik değeri (V_x): Oluşacak yeni döllerin şu andaki değeridir. Bu değer, durağan bir populasyonda ne azalma ne de artış gösterir. Bir populasyonda, x yaşındaki bireyler için bu değer sabit büyüklüktedir. Gelişen bir populasyonda genç bireylerin üretkenlik değeri iki sebepten dolayı düşük olabilmektedir: 1) Üretimden önce sınırlı bir ölüm olasılığı vardır ya da 2) Yumurtlayacak olan bir sonraki populasyon daha büyük olacağı için, döllere muhtemelen daha sonra üretilen ve toplam gen havuzuna katkısı şu an meydana gelen bireylerden daha az olacaktır. Artan bir populasyonda, şu andaki döl gelecek dölden daha değerlidir. Azalan bir populasyonda, gelecek döl şu anki populasyona göre daha küçük olacağından, gelecek populasyon daha değerlidir. Üretkenlik değeri evrimsel açıdan önemlidir, çünkü doğal seçim, yüksek üretkenliği olan yaş sınıfı lehine işlemektedir (**Krebs, 1985, Pianka, 1988**).

Doğal artış kapasitesi (r_m): Populasyon sınırsız bir çevrede büyüdüğünde ve yaş yapısı sabit olduğunda ani büyüme katsayısı olarak tanımlanır (**Southwood, 1968**). Doğada gerçek artış kapasitesi (r_m) (+)'dan (-)'ye değişiklik göstermektedir. Bu değişikliği populasyonun yaş yapısı, sosyal durumu, genetik bileşimi, çevresel faktörlere karşı tepkisi belirlemektedir. Doğal artış kapasitesini, olumsuz koşulların predatör ve hastalıkların baskılandığı ve optimum koşulların hazırlandığı laboratuvar koşullarında rahatlıkla gözlemleyebiliriz (**Krebs, 1985**).

Genelde r_m türün yaygınlığı ve nadirliği ile ilişkilidir. Türün r_m 'i yüksek ise yaygın, düşük ise nadirdir. Genellikle r_m 'i yükselten üç faktör vardır: 1) İlk üretkenlik yaşının erken olması, 2) Yavrulama sayısındaki artış ve 3) Yavru sayısındaki artış. Sıcaklık, nem, yağış gibi çevre bileşenleri de doğum ve ölüm oranını değiştirdiği için r_m 'i etkilemektedir (**Krebs 1985**).

Sınırlı artış hızı (λ): Birim zamanda dişi başına artış oranı olarak tanımlanır. R_0 ve r_m ile yakından ilişkilidir (**Cardenas vd., 1999**).

Görelî mortalite: Ölçülen mortalitedir. d_x 'in l_x 'e olan yüzde oranı ile saptanan veya gözlenen değerdir.

Gerçek mortalite: Başlangıçtaki populasyon yoğunluğuna göre yüzde olarak hesaplanan mortalite oranıdır.

Mortalite/canlılık oranı: Populasyonda optimum koşullarda gerçekleşen populasyon oranını göstermektedir (**Southwood, 1968**).

d: ölüm hızı

b: doğum hızı

$b > d$: populasyon büyümektedir. Bu durumda r_m değeri "+" dır.

$b < d$: populasyon azalmaktadır. Bu durumda r_m değeri "-" dir.

r_m değeri "+" ise $R_0 > 1$

r_m değeri "-" ise $R_0 < 1$ (**Pianka, 1998**).

2.7. Morfometrik Yöntemlerin Kullanımı

Morfometri, sınıflandırma işlemleri yapmak amacı ile sayısal yöntemler kullanılarak oluşturulmuş bir dizi sayısal yöntemdir (**Sokal ve Rohlf, 1973**). 1990'a kadar doğrusal ölçüler ve açılar gibi canlının sahip olduğu karakter durumlarını sayısal nicelik halinde alıp bunları benzerlik katsayıları kullanarak ölçekleme yöntemi ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Ancak doğrusal ölçeklerin allometri, aynı bölgeden sürekli ölçü olarak tekrarlama sonucu oluşan bias gibi sorunlara neden olması ve ortaya çıkan sorunların aşılmasında genel kabul gören bir çözüm bulunmaması nedenleri ile eleştirilmiştir (**Mayr, 1991; Zelditch vd, 2004**). 1990'lı yıllarda bir taksondaki karakter ya da karakterlerin tamamının aynı anda, Kartezyen koordinatları alınarak analitik boyutta incelenmesi şeklinde özetlenebilecek olan "geometrik morfometri" geliştirilmiştir (**Adams vd., 2004**). Aslında bu yöntem ilk kez D'Arcy Thompson tarafından ana formdan deformasyonlar biçiminde düşünülmüşse de bilgisayarların gelişmesi ile yaygınlaşabilmiştir. Geometrik morfometri ile bir taksondaki herhangi bir karakter durumu örneğin bir kanadın yapısı boyuttan ayrıştırılarak incelenmektedir. Bu amaçla geliştirilen çok sayıda yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar arasında en yaygın kullanılanı landmarklar yardımı ile bir yapının benzer bir başka yapıdan farkının istatistiksel güven sınırları

içerisinde 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 Tip I olarak isimlendirilen ve güvenli kabul edilen landmarklardır (**Bookstein, 1991**).

Bir canlıda landmarklar bir kez belirlendikten sonra ikinci aşamada bunların aynı düzleme alınması yani rotasyon, transformasyon ve skala etkilerinden kurtulması gereklidir. 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 farklılıklar gözlemlenebilir (**Dryden ve Mardia, 1998**). Bu yapıldıktan sonra ikinci aşama ortaya çıkan farkların populasyon düzeyinde özetlenmesidir. Bu amaçla Temel Ögeler Analizi (PCA), Kanonik Varyans Analizi (CANOVAR) ya da UPGMA soyağaçları kullanılabilir. 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 arındırdığından özetleme sonucu elde edilen bulgu büyüklükten etkilenmez. Ancak geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak büyüklük karşılaştırması da yapılabilir. Ağırlık merkezi büyüklüğü (sentroid büyüklüğü, centroid size) değeri bu amaçla yapılacak karşılaştırmalarda en fazla kullanılan değerdir (**Bookstein, 1991**).

Hem ağırlık merkezi büyüklüğü değeri hem de canlının biçiminin birbiri ile ilgisi olabildiğinden bunlar arasında bir korelasyon olup olmadığı da bilim adamlarınca ilgi çeken bir konudur. Örneğin canlı büyüdükçe biçimi değişmekte midir? Bu amaçla da çoklu regresyon modelleri geliştirilmiştir. Genel terminolojide biçim açısından farklılıklar incelenirken ortaya çıkan deformasyonlar ince tabaka analizi (Thin Plate Spline) ile belirlenir ve bunlar arasındaki tüm ilgiler görece warplar

(Relative warps) ile çözümlenir. İlk iki görece warp aynı zamanda temel öğeleri (Principal components) oluşturduğundan özetlemede yaygın olarak kullanılır **(Adams vd., 2004)**.

Geometrik morfometri kafatası ya da kemikler gibi üç boyutlu yapıların karşılaştırılmasında kullanılabileceği gibi, kanat gibi iki boyutlu yapılarda da kullanılmaktadır. İki boyutlu yapılardan elde edilen landmarklara ait koordinatların güvenilirliği, teknik hatalar göz önüne alındığında son derece yüksektir. Ancak yeterli sayıda birey ve landmark kullanılması halinde, deformasyonlar biyolojik anlamlar içerecek biçimde yararlı olabilmektedir **(Zelditch vd, 2004)**. Her türlü veri için geliştirilmiş çok sayıda bilgisayar programı bulunmaktadır. Bunlar arasında verinin tipine, örneklem büyüklüğüne, grafik yöntemine, canlının kendine has özelliklerine ya da yalnızca estetik kaygılara bağlı olarak tercih yapılabilir. Tüm programlar temelde aynı algoritma ile çalışır. Özetlersek öncelikle incelenecek yapının preparasyonu yapılmalı, uygun landmarklar belirlenerek bunların koordinatları saptanmalıdır. Ardından Procrustes Analizi (ya da benzeri) ile bunlar üst üste çakıştırılır. İnce tabaka analizi ile farklılıklar saptanır ve Temel Öğeler Analizi (PCA) ya da Kanonik Varyans Analizi (CANOVAR) ile özet bir grafik haline getirilir. En son olarak da istatistiksel testler yapılır. Morphologika **(O’Higgins ve Jones, 2007)**, Morpheus **(Slice, 2007)**, TPS serileri **(Rohlf, 2007a,b,c)**, IMP serileri **(Zelditch vd, 2007)** gibi tam set halinde geliştirilmiş programlar tek başına ya da birbiri yerine kullanılabilmektedir.

Morfometrik bir çalışma yapılırken ya doğrudan birey üzerinden ölçümler alınır ya da dijital fotoğraf, tarayıcı yardımı ile elde edilen görüntü, röntgen filmi gibi ikincil etkenler kullanılır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu dijitalizasyon sırasında yapılması olası hatalarının en az olduğu sistemlerin kullanılmasıdır **(Arnqvist ve Martensson, 1998; Alibert vd., 2001)**. Kullanılacak düzenek bu amaçla özel olarak hazırlanmalı ve test edilmelidir. Üç boyutlu cihazlar iki boyutlu olanlara oranla çok daha masraflı olduğundan genelde iki boyutlu sistemler kullanılmaktadır. Ancak bu durumda da boyut farkından kaynaklanan hataların oranı artmaktadır. Özellikle bu tip hataların daha az yapıldığı kanat gibi yapıların

morfometrik çalışmalarda kullanılması tercih edilmektedir. Ayrıca kanatlar evre ile doğrudan etkileşim halinde olduğundan ve canlının avcıda kaçması ya da yakalanması, dispersal özelliklerini değiştirici özellikleri nedeni ile yüksek biyolojik açıklama yeteneğine sahiptirler (**Pavlinov, 2001**). Bunlar arasında özellikle Diptera ve Hymenoptera kanatlarının tamamen zar yapısında olması, preparasyon hatalarının da az olmasını sağlamakta, post mortal değişikliklerden görece az etkilenmekte ve ayrıca 1. tip landmarklara yeteri kadar sahip olmaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. *Anopheles superpictus* Kültürünün Oluşturulması

Tez çalışması için yapılan deneylerde kullanılan *An. superpictus* kolonileri, 2001 yılının Temmuz ayında Şanlıurfa ili, Birecik ilçesinin 10 km güneydoğusunda bulunan Mağralı köyündeki ev ve hayvan barınaklarından, ağız aspiratörleri kullanılarak toplanan doğal olarak kan emmiş, yarı gravid ve gravid dişilerin 20x20x20 cm'lik kafeslerde, +4°C'deki izolasyonlu kutular içerisinde Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Ekolojik Bilimler Araştırma Laboratuvarı'na (EBAL) getirilmeleri ve üretilmeleriyle elde edilmiştir. Örneklerin teşhisinde **Glick (1992)** esas alınmıştır.

An. superpictus kültürleri, 27±1°C sıcaklıkta, %65 ± 5 RH nisbi nem ve 12:12 saat aydınlık:karanlık koşulunun sağlandığı inektaryumda yetiştirilmiştir. *An. superpictus* yumurtalarından çıkan larvalar her birinde yaklaşık 500 larva olacak şekilde 1 litre distile su içeren 20x10x15 cm'lik plastik kaplara alınmışlardır. Larvaların beslenmesi için Tetramin® balık yemi kullanılmıştır. Larvalar pupa evresine geçtiklerinde kaplardan alınarak 12x15x5 cm boyutlarında polietilen kaplara, 250 ml distile su içerisine aktarılmış ve erginleşmeleri için 40x40x40 cm boyutlarında çevresi tül ile örtülmüş alüminyum kafeslere koyulmuşlardır. Çıkan erginlerin beslenebilmeleri için, her bir kafese pamuklara emdirilmiş %10'luk şekerli su çözeltisi yerleştirilmiştir. Ergin dişiler tavşandan taze kan emdirilmek suretiyle beslenmiştir. Kan emen dişilerin yumurtlamaları için kafeslere yumurtlama kapları konulmuştur. Bu metodolojide **Şimşek vd. (2005)** esas alınmıştır.

3.2. *Anopheles superpictus* için Termal Konstant (K) ve Ekolojik Sıfır (z) Değerlerinin Hesaplanması

An. superpictus için termal konstant ve ekolojik sıfır değerlerinin bulunması amacıyla gerçekleştirilen deneyler fotoperiyot (aydınlık:karanlık, 12:12 saat) ve nisbi nem koşullarının %65 ± 5 RH sabit tutulduğu, sıcaklığın termostat ile ayarlandığı Gürsoy markalı iklim dolaplarında gerçekleştirilmiştir.

Gelişim süresini sıcaklığın bir fonksiyonu olarak modellemek için aynı başlangıç yaşına sahip gruplar, farklı sıcaklıklarda yetiştirilmiştir (**Erişöz, 2004**). Standart insektaryum koşullarında üretilen ve kan emdirilen dişi bireylere ait yumurtalar, her birinde 1000'er adet yumurta olacak şekilde 17x12,5x3 cm'lik yaklaşık 400 ml distile su içeren kaplara alınmıştır. Bu yumurtalar, 15°C, 20°C, 25°C, 27°C, 30°C ve 35°C olarak belirlenen sabit sıcaklıklara, her sıcaklık değerinde 15°C için F₅₇ ve F₅₉, 20°C için F₅₅ ve F₅₈, 25°C için F₅₉ ve F₆₁, 27-D°C için F₆₂ – F₆₃, 27-L°C için F₅₅ ve F₅₆, 30°C için F₅₇ ve F₆₁, 35°C için F₅₈ ve F₅₉ kuşaklarında herbirinde beş tekrar olacak şekilde toplam 10 tekrar yapılarak iklim dolaplarına yerleştirilmiştir. Ayrıca bir grup da iklim dolabı sistemlerinin çalışmasının kontrolü için insektaryumda yetiştirilmiştir. Yumurta kapları günlük olarak kontrol edilmiş, açılan yumurta sayıları kaydedilmiştir. Larva çıkışının görüldüğü ilk gün çıkan larvalar, 200 adet birinci evre larva olacak şekilde aynı büyüklükteki yeni kaplara alınmış ve gelişimleri günlük olarak izlenmiştir.

An. superpictus larvaları bulanık ve organik özdeklerin çürümesiyle kirlenen yüksek oksidasyonlu sulardan kaçınırlar ve buralarda gelişemezler (**Merdivenci, 1984**). Bu sebeple larva kaplarındaki su her gün değiştirilmiş, larva, pupa ve ergin sayıları ile her bir evrede gerçekleşen mortalite tarihleri kaydedilmiştir.

Besin sıkıntısı sivrisineklerde larval evreyi büyük ölçüde uzattığı [**Clements, 1963 (Bar-Zeev, 1957)**] ve larval hayatın ilk saatlerindeki besin yetersizliğinin olumsuz etkileri olduğu, yeterince besin bulunmayan suda *Culex pipiens fatigans* larvalarının 12 saat kalmaları sonunda, yalnızca %8'inin pupa olduğu gözlenmiştir [**Gomez vd. 1977 (Demai vd., 1967)**]. Bu sebeple larvaların beslenmeleri günde iki kez olmak üzere Tetramin marka balık yemi ile sağlanmıştır.

Gelişim süresinin sıcaklık verileri kullanılarak tahmin edilmesiyle ilgili olan metotların neredeyse tamamı, sabit sıcaklık aralığında gözlenen gelişim sürelerinin hesaplanması temeline dayanır [**Erişöz, 2004 (Walker, 1996)**].

Burada

$$K = Y (T - a) \quad (\text{Eşitlik 3.1})$$

K = Termal konstant (zaman–derece olarak ifade edilir)

Y = Gelişmenin tamamlanması için gerekli olan süre

T = Maruz kalınan sıcaklık

a = Gelişme basamağı sıcaklığı (ekolojik sıfır)

T – a = Efektif sıcaklık

Gün–derece toplamlarına ait hesaplamaların yapılabilmesi için öncelikle çalışılan organizmanın gelişme basamağı sıcaklığının (a) bulunması gerekir. Gelişme basamağı sıcaklığı, gelişmenin ancak bu sıcaklığın üzerinde olabileceğini ifade eder. Bu değer, laboratuvar koşullarında yapılan deneylerle ya da hesaplama yoluyla bulunabilir. Bunun için organizmanın en az farklı iki sıcaklıktaki (T) gelişim süresi (Y) tespit edilir. Bu değerler bilindiğinde, a değerinin hesaplanması şu şekilde olur:

Bir türün belirli bir hayat evresi için K ve a değerleri sabit olacağı için;

$$K_1 = K_2 \quad (\text{Eşitlik 3.2})$$

$$Y_1 (T_1 - a) = Y_2 (T_2 - a) \text{ olur.} \quad (\text{Eşitlik 3.3})$$

$$Y_1 = T_1 \text{ sıcaklığındaki gelişim süresi} \quad (\text{Eşitlik 3.4})$$

$$Y_2 = T_2 \text{ sıcaklığındaki gelişim süresi} \quad (\text{Eşitlik 3.5})$$

Y_1 , T_1 ve Y_2 , T_2 değerleri bilindiğinde, a değeri bulunur. Bulunan bu değer, Eşitlik (3.1)'de yerine konulduğunda, çalışılan organizmanın belirli bir evresinin K değeri de hesaplanır (**Şişli, 1999**).

Bu çalışmada, *An. superpictus*'un her evresinin altı farklı sıcaklıktaki ortalama gelişim süresi, her gün kaydedilen verilere göre tespit edilmiş, bu değerler kullanılarak a ve K değerleri hesaplanmıştır.

3.3. Hayat Tablosu Deneylerinin Kurulması ve Değerlendirilmesi

Bu çalışmada ergin hayat tablosu deneylerinin kurulması amacıyla standart insektaryum koşullarında yetiştirilen *An. superpictus* kolonilerinden bırakıldıkları ilk gün alınan yumurtalar, 15°C, 20°C, 25°C, 27°C, 30°C ve 35°C sıcaklıklara ayarlanmış iklim dolaplarına yerleştirilmiş, bu yumurtalardan çıkan ergin bireyler kullanılarak yaşa özgü hayat tabloları oluşturulmuştur. Ayrıca 27°C'deki insektaryum koşullarında kontrol grubu kurulmuştur. Bu hayat tabloları ile karşılaştırma yapmak amacı ile insektaryumda 27°C'de yetiştirilen *An. superpictus* larvalarına ait erginler, pupadan çıktıkları ilk gün 20°C, 25°C, 27°C, 30°C ve 35°C'ye ayarlanmış iklim dolaplarına alınmış ve bu şekilde yaşa özgü ayrı hayat tabloları kurulmuştur.

Deneyler 20 x 20 x 20 cm ebatlarındaki her bir kafeste, 25 dişi ve 25 erkek birey olacak şekilde her kuşakta üç tekrar olmak üzere toplam altı kez yapılmıştır. Erginlerin beslenmeleri için kafeslere %10'luk şekerli su emdirilmiş pamuklar konulmuş; bu şekerli sular her iki günde bir değiştirilmiştir. Dişi bireylere pupadan çıktıkları ilk günden başlanarak her gün yarımşar saat tavşan kanı emdirilmiştir. Kafesler her gün kontrol edilmiş, ölen bireyler ile mortalite tarihleri kaydedilmiş, bırakılan yumurtalar sayılarak alınmıştır.

3.4. Hayat tablolarının analizinde kullanılan istatistiksel yöntemler

Hayat tablolarının hazırlanmasında **Southwood (1968)**, **Krebs (1985)**, **Pianka (1988)**, **Şişli (1999)** tarafından önerilen istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan horizontal hayat tabloları aşağıdaki parametreleri içermektedir:

x: Yaş aralığı

l_x : x yaş aralığının başlangıcında hayatta kalan birey sayısı

% l_x : x yaş aralığı boyunca hayatta kalan bireylerin oranı

d_x : x yaş aralığı boyunca ölen birey sayısı

q_x : x yaş aralığında ölen bireylerin oranı

e_x : x yaşının başlangıcında hayatta olan organizmalar için beklenen ortalama ömür uzunluğu

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} \quad (\text{Eşitlik 3.6})$$

e_x değeri tabloda bütün değerlerin ortalaması alınarak değerlendirilmiştir.

$$R_0 = \sum_{x+1}^w I_x m_x \quad (\text{Eşitlik 3.7})$$

$$T_x = \sum_x^w L_x \quad (\text{Eşitlik 3.8})$$

$$L_x = I_x + (I_x + 1) / 2 \quad (\text{Eşitlik 3.9})$$

$$m_x = E_x \cdot s \quad (\text{Eşitlik 3.10})$$

E_x = Dişi başına bırakılan yumurta sayısı (x yaş aralığında)

s= Dişi olan yumurta oranı, 1:1 eşey oranından dolayı 0.5 kabul edilir.

m_x : Yaşa bağlı fekondite. Bu değere göre R_0 , T_c , r_m , λ hesaplanmıştır.

$$T_c = \sum_{x+1}^w x I_x m_x / R_0 \quad (\text{Eşitlik 3.11})$$

T_c = Ortalama döl süresi

Doğal artış kapasitesi (r_m)

$$1 = \sum_{x=1}^w I_x m_x e^{-r_m \cdot x} \quad (\text{Eşitlik 3.12})$$

e= Doğal logaritma

x= Zaman

$$V_x = \frac{e^{r_m x}}{l_x} \quad (\text{Eşitlik 3.13})$$

$$\lambda = e^{r_m} \quad (\text{Eşitlik 3.14})$$

λ = Sınırlı artış hızı

e= Doğal logaritma

r_m = Doğal artış kapasitesi

$$\frac{1}{\beta} = \sum_{x=1}^w L_x \cdot e^{-rm(x+1)} \quad (\text{Eşitlik 3.15})$$

$$b = \ln(1 - \beta) \quad (\text{Eşitlik 3.16})$$

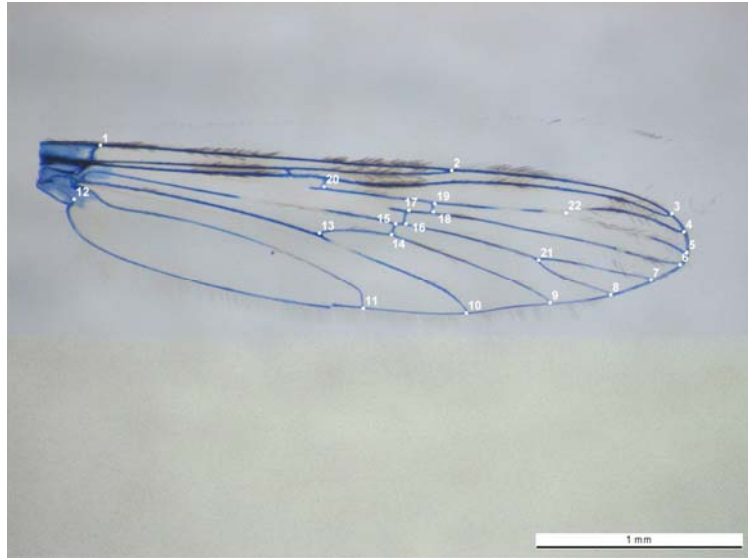
$$d = b - r_m \quad (\text{Eşitlik 3.17})$$

b= Doğum hızı

d= Ölüm hızı

3.5. Morfometrik Çalışmalar

Geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak yapılan çalışmada daha önce **Rohlf, 1993** tarafından belirlenmiş landmarklar ve tarafımızdan eklenen altı yeni landmark olmak üzere toplam 22 landmark kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. *An. superpictus*'da önkanatta kullanılan landmarklar.

Bu amaçla ilk olarak farklı sıcaklık derecelerinde yetiştirilen ergin bireylere ait sağ kanatlar, her iki cinsiyette ayrı ayrı olmak üzere prepare edilmiştir (Çizelge 3.1). Damarlanmanın daha iyi görünebilmesi için boyama yapılmıştır (**Belen vd., 2004**). Kanatlar boyandıktan sonra Hacettepe Üniversitesi EBAL'de bulunan Leica MZ-7.5 stereoskopik disseksiyon mikroskobu ve üzerine bağlı DC-300 dijital kamera kullanılarak dijital ortama aktarılmıştır. Bu fotoğraflar tps-UTIL 1.28 (**Rohlf, 2007a**) programı ile düzenlenmiş ve tps-DIG 2.10 (**Rohlf, 2007b**) programı ile landmarkların iki boyutlu Kartezyen koordinatları saptanmıştır. Elde edilen

koordinatlar daha sonra Procrustes rotasyonu (GPA: Generalised Procrustes Analysis) ile standardize edilmiştir (**Bookstein, 1991; Rohlf, 1999; Klingenberg, 2003; Alibert et. al., 2001**). Böylece skala, ordinasyon ve yönelim farkları ortadan kaldırılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan birey sayıları.

Eşey ↓	Sıcaklıklar (° C)					
	20	25	27_D	27_L	30	35
Dişiler	21	20	19	23	15	7
Erkekler	27	14	16	20	17	16

GPA rotasyonu yapılan veri Morpheus (**Slice, 2007**) programı ile ince tabaka analizi (TPS: Thin Plate Spline) ile incelenmiş her bir sıcaklık grubunun ortalama konfigürasyonunun genel ortalamadan ve farklı sıcaklık değerlerinde yetiştirilen diğer gruplara ait ortalamalardan farkları grafik halinde özetlenmiştir. Veri aynı zamanda TPSRelw programında görece warpları açısından da incelenerek temel bileşenler düzleminde ayrılmıştır. Elde edilen biçimsel yapı farklarının ilk iki temel öge (PC) üzerindeki dağılımları Morphologika2 (**O'Higgins ve Jones, 2007**) ve yine TPSRElw (**Rohlf, 2007c**) programları kullanılarak Temel Ögeler Analizi (PCA) ile ayrıca gösterilmiştir. Elde edilen veriden ayrıca IMP (**Zelditch vd., 2004**) programı kullanılarak kanonik varyans analizi (CANOVAR) yapılmış ve bireylerin yine ilk iki kanonik değişkendeki dağılımları saptanmıştır. Bu dağılımın istatistiksel anlamlılığı Barlett testi ile ayrıca kontrol edilmiştir. Görece warplardan elde edilen ortalama değerler SAHN kümeleme yöntemi kullanılarak bir benzerlik ağacında ayrıca özetlenmiştir. Bu amaçla NTSYS2.10 programından yararlanılmıştır (**Rohlf, 2000**).

Biçim analizi dışında büyüklük analizi uygulayabilmek için ağırlık merkezi büyüklükleri de her birey için ayrı ayrı tespit edilmiştir. Tüm değerlerin istatistiksel anlamlılığı gruplar arasında fark olup olmadığının tespiti non-parametrik Kruskal–Wallis testi ile kontrol edilmiştir. Ayrıca büyüklük ve biçim arasında her sıcaklık değeri açısından bir korelasyon olup olmadığı da tpsRegr (**Rohlf, 2007d**) programı ile incelenmiştir. Geometrik morfometri ile ilgili tanımlama ve istatistiksel analizlerde **Bookstein (1991), Dryden ve Mardia (1998), O'Higgins (2000)** ve **Adams et. al. (2004)** esas alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. *Anopheles superpictus*'ta Termal Konstant (K) ve Ekolojik Sıfır (z) Değerleri

An. superpictus için termal konstant (K) ve ekolojik sıfır (z) değerlerinin hesaplanması amacıyla standart insektaryum koşullarında yetiştirilen dişilerden alınan yumurtalar belirlenen farklı sıcaklık derecelerine alınmış, her bir evreye ait ortalama gelişim süreleri ve gelişme oranları kaydedilmiştir. Elde edilen veriler ile termal konstant ve ekolojik sıfır değerleri hesaplanmıştır.

4.1.1. 15°C sıcaklık koşulu için elde edilen bulgular

15°C sıcaklık koşuluna aktarılan yumurtalara ait veriler, Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Yumurta açılma oranı %89,6; yumurta inkübasyon süresi ise $6,05 \pm 0,25$ gün olarak bulunmuştur. Birinci evre larvaların %28,5'inin ikinci evreye geçtiği, ancak bunların daha fazla gelişme göstermeden öldüğü gözlenmiştir.

Çizelge 4.1. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 15 °C'daki gelişim süreleri ve oranları.

SICAKLIK: 15°C	Evreler			
	yumurta	larva	pupa	ergin
Yumurta açılma oranı (%)	89,6			
Yumurta inkübasyon süresi (gün) $x \pm SD$ (min-max)		6,05 \pm 0,25 (6-8)		
Evre değişim oranı, L1-L2 (%)		28,5		
L1 ölüm oranı (%)		71,5		
L2 ölüm oranı (%)		100		

4.1.2. 20°C sıcaklık koşulu için elde edilen bulgular

20°C sıcaklık koşuluna alınan yumurtalara ait veriler, Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. Buna göre, yumurta açılma oranının %90,2, ortalama yumurta inkübasyon süresinin $4,01 \pm 0,09$ gün olduğu tespit edilmiştir. Birinci evre larvaların %70,5'inin ortalama $21,11 \pm 2,44$ günde pupa evresine geçtiği, %57'sinin ortalama $23,75 \pm 2,29$ günde erginleştiği belirlenmiştir. Yumurtadan ergine gelişim süresi

27,75±2,29 gün olarak bulunmuştur. İlk erginleşme 23. günde, son erginleşme ise 34. günde gözlenmiştir. Dişi eşey oranı / erkek eşey oranı bu sıcaklık koşulunda 1 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 20 °C'deki gelişim süreleri ve oranları.

SICAKLIK: 20°C	Evreler			
	yumurta	larva	pupa	ergin
Yumurta açılma oranı (%)	90,2			
Yumurta inkübasyon süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)		4,01±0,09 (4-5)		
Evre değişim oranı, L1-L2 (%)		93,5		
Evre değişim oranı, L2-L3 (%)		98,9		
Evre değişim oranı, L3-L4 (%)		96,8		
L4'e göre pupalaşma oranı (%)		78,8		
Pupalaşma oranı (%) pupa:larva			70,5	
Pupa süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)			2,64±2,29 (2-5)	
Larva-pupa gelişim süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)			21,11±2,44 (16-28)	
Erginleşme oranı (%) ergin:larva				57
Erginleşme oranı (%) ergin:pupa				80,9
Yumurta-ergin gelişim süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)				27,75±2,29 (23-34)
Larva-ergin gelişim süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)				23,75±2,29 (19-30)
dişi birey oranı (%) dişi:larva				28,5
Larva-dişi gelişim süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)				24,95±2,0 (21-30)
erkek birey oranı (%) erkek:larva				28,5
Larva-erkek gelişim süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)				22,51±1,78 (19-28)
Eşey oranı-dişi (%)				50
Eşey oranı-erkek (%)				50
dişi eşey oranı / erkek eşey oranı				1

Çizelge 4.3. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 20 °C'deki I_x , d_x , görel ölüm, gerçek ölüm ve ölüm/hayatta kalma oranı tablosu.

Evre	I_x	d_x	Görel Ölüm (%)	Gerçek Ölüm (%)	Ölüm/Canlılık
yumurta	100	10	10	10	0,11
larva	90	26	28,89	26	0,41
pupa	64	13	20,31	13	0,25
ergin	51				

4.1.3. 25°C sıcaklık koşulu için elde edilen bulgular

25°C sıcaklık koşulunda yetiştirilen bireylere ait veriler Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'te verilmiştir. Bu verilere göre yumurta açılma oranını %87,9, yumurta inkübasyon süresi $2,21 \pm 0,4$ gün bulunmuştur. Larvaların %84'ü $14,26 \pm 1,38$ günde pupa evresine, %66,5'i $16,28 \pm 1,31$ günde ergin döneme geçiş göstermiştir. Yumurtadan ergine gelişim süresi $18,28 \pm 1,31$ gün olarak bulunmuştur. İlk ergin 16, son ergin ise 22. günde pupadan çıkmıştır. Dişi eşey oranı/erkek eşey oranı 1,03 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.4. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 25 °C'daki gelişim süreleri ve oranları.

SICAKLIK: 25°C	Evreler			
	yumurta	larva	pupa	ergin
Yumurta açılma oranı (%)	87,9			
Yumurta inkübasyon süresi (gün) $x \pm SD$ (min-max)		$2,21 \pm 0,4$ (2-3)		
Evre değişim oranı, L1-L2 (%)		94,5		
Evre değişim oranı, L2-L3 (%)		97,4		
Evre değişim oranı, L3-L4 (%)		96,7		
L4'e göre pupalaşma oranı (%)		94,4		
Pupalaşma oranı (%) pupa:larva			84	
Pupa süresi (gün) $x \pm SD$ (min-max)			$2,02 \pm 1,31$ (2-3)	
Larva-pupa gelişim süresi (gün) $x \pm SD$ (min-max)			$14,26 \pm 1,38$ (12-19)	
Erginleşme oranı (%) ergin:larva				66,5
Erginleşme oranı (%) ergin:pupa				79,2
Yumurta-ergin gelişim süresi (gün) $x \pm SD$ (min-max)				$18,28 \pm 1,31$ (16-22)
Larva-ergin gelişim süresi (gün) $x \pm SD$ (min-max)				$16,28 \pm 1,31$ (14-20)
dişi birey oranı (%) dişi:larva				33,5
Larva-dişi gelişim süresi (gün) $x \pm SD$ (min-max)				$16,87 \pm 1,22$ (15-20)
erkek birey oranı (%) erkek:larva				32,5
Larva-erkek gelişim süresi (gün) $x \pm SD$ (min-max)				$15,66 \pm 1,04$ (14-19)
Eşey oranı-dişi (%)				50,76
Eşey oranı-erkek (%)				49,24
dişi eşey oranı / erkek eşey oranı				1,03

Çizelge 4.5. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 25°C'daki l_x , d_x , görel ölüm, gerçek ölüm ve ölüm/hayatta kalma oranı tablosu.

Evre	l_x	d_x	Görel Ölüm (%)	Gerçek Ölüm (%)	Ölüm/Canlılık
yumurta	100	12	12	12	0,14
larva	88	14	15,91	14	0,19
pupa	74	15	20,27	15	0,25
ergin	59				

4.1.4. 27°C sıcaklık koşulu için (iklim dolabında) elde edilen bulgular

27°C sıcaklık koşulunda yetiştirilen bireylere ait veriler Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. Bu sıcaklık koşulunda yumurta açılma oranını %89,9, yumurta inkübasyon süresi 2,02±0,15 gün olarak bulunmuştur. Larvaların %79'u 13,43±1,04 günde pupa evresine geçmiştir, %70'i 15,36±1,07 günde ergin olmuştur. Yumurtadan ergine gelişim süresi 17,36±1,07 gün olarak bulunmuştur. İlk ergin 15, son ergin ise 20. günde pupadan çıkmıştır. Dişi eşey oranı / erkek eşey oranı 1,03 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.6. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 27 °C'daki gelişim süreleri ve oranları.

SICAKLIK: 27_D°C	Evreler			
	yumurta	larva	pupa	ergin
Yumurta açılma oranı (%)	89,9			
Yumurta inkübasyon süresi (gün) x±SD (min-max)		2,02±0,15 (2-3)		
Evre değişim oranı, L1-L2 (%)		95,5		
Evre değişim oranı, L2-L3 (%)		96,3		
Evre değişim oranı, L3-L4 (%)		95,7		
L4'e göre pupalaşma oranı (%)		89,8		
Pupalaşma oranı (%) pupa:larva			79	
Pupa süresi (gün) x±SD (min-max)			2,14±1,07 (2-3)	
Larva-pupa gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)			13,43±1,04 (11-17)	
Erginleşme oranı (%) ergin:larva				70
Erginleşme oranı (%) ergin:pupa				88,6
Yumurta-ergin gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				17,36±1,07 (15-20)
Larva-ergin gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				15,36±1,07 (13-18)
dişi birey oranı (%) dişi:larva				36
Larva-dişi gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				15,65±1,09 (13-18)
erkek birey oranı (%) erkek:larva				35
Larva-erkek gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				15,0±1,08 (13-18)
Eşey oranı-dişi (%)				50,7
Eşey oranı-erkek (%)				49,3
dişi eşey oranı / erkek eşey oranı				1,03

Çizelge 4.7. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 27°C'daki l_x , d_x , göreceli ölüm, gerçek ölüm ve ölüm / hayatta kalma oranı tablosu.

Evre	l_x	d_x	Göreceli Ölüm (%)	Gerçek Ölüm (%)	Ölüm/Canlılık
yumurta	100	10	10	10	0,11
larva	90	19	21,11	19	0,27
pupa	71	8	11,27	8	0,13
ergin	63				

4.1.5. 27°C sıcaklık koşulu için (insektaryumda) elde edilen bulgular

27°C sıcaklık koşulunda insektaryumda yetiştirilen bireylere ait veriler Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da verilmiştir. İnsektaryum koşullarında yumurta açılma oranı %92,5, yumurta inkübasyon süresi 2,01±0,09 gün olarak belirlenmiştir. Larvaların %74,5'i 13,22±1,70 günde pupa evresine geçmiş, %65'i 15,0±1,14 günde ergin olmuştur. Yumurtadan ergine gelişim süresi 17,0±1,14 gün bulunmuştur. Pupadan ilk ergin 15, son ergin ise 20. günde çıkmıştır. Dişi eşey oranı / erkek eşey oranı 0,94 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 27 °C'daki gelişim süreleri ve oranları.

SICAKLIK: 27_L °C	Evreler			
	yumurta	larva	pupa	ergin
Yumurta açılma oranı (%)	92,5			
Yumurta inkübasyon süresi (gün) x±SD (min-max)		2,01±0,09 (2-3)		
Evre değişim oranı, L1-L2 (%)		91,5		
Evre değişim oranı, L2-L3 (%)		94,5		
Evre değişim oranı, L3-L4 (%)		96		
L4'e göre pupalaşma oranı (%)		89,8		
Pupalaşma oranı (%) pupa:larva			74,5	
Pupa süresi (gün) x±SD (min-max)			1,78±1,14	
Larva-pupa gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)			13,22±1,7 (11-17)	
Erginleşme oranı (%) ergin:larva				65
Erginleşme oranı (%) ergin:pupa				87,2
Yumurta-ergin gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				17,0±1,14 (15-20)
Larva-ergin gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				15±1,14 (13-18)
dişi birey oranı (%) dişi:larva				32
Larva-dişi gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				15,28±1,07 (13-18)
erkek birey oranı (%) erkek:larva				34
Larva-erkek gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				14,71±1,12 (13-18)
Eşey oranı-dişi (%)				48,48
Eşey oranı-erkek (%)				51,52
dişi eşey oranı / erkek eşey oranı				0,94

Çizelge 4.9. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 27°C'daki I_x, d_x, görelî, gerçek ölüm ve ölüm / hayatta kalma oranı tablosu.

Evre	I _x	d _x	Görelî Ölüm (%)	Gerçek Ölüm (%)	Ölüm/Canlılık
yumurta	100	7	7	7	0,08
larva	93	24	25,8	24	0,35
pupa	69	9	13,04	9	0,15
ergin	60				

4.1.6. 30°C sıcaklık koşulu için elde edilen bulgular

30°C sıcaklık koşulunda yetiştirilen bireylere ait veriler Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11'de verilmiştir. Yumurta açılma oranı %88,9, yumurta inkübasyon süresi 1,0±0,0 gün olarak belirlenmiştir. Larvaların % 44'ü, 10,99±1,17 günde pupa evresine geçmiştir. Larvadan ergine gelişim süresi 12,33±1,21 gün, larvadan ergine geçiş oranı %35 olarak tespit edilmiştir. Yumurtadan ergine gelişim süresi 13,33±1,21 gündür. İlk ergin 11, son ergin ise 17. günde gözlenmiştir. Dişi eşey oranı / erkek eşey oranı 1,06'dır.

Çizelge 4.10. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 30°C'daki gelişim süreleri ve oranları.

SICAKLIK: 30°C	Evreler			
	yumurta	larva	pupa	ergin
Yumurta açılma oranı (%)	88,9			
Yumurta inkübasyon süresi (gün) x±SD (min-max)		1,0±0,0 (1-1)		
Evre değişim oranı, L1-L2 (%)		77,5		
Evre değişim oranı, L2-L3 (%)		83,2		
Evre değişim oranı, L3-L4 (%)		89,9		
L4'e göre pupalaşma oranı (%)		75,9		
Pupalaşma oranı (%) pupa:larva			44	
Pupa süresi (gün) x±SD (min-max)			1,34±1,21	
Larva-pupa gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)			10,99±1,17 (9-15)	
Erginleşme oranı (%) ergin:larva				35
Erginleşme oranı (%) ergin:pupa				79,5
Yumurta-ergin gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				13,33±1,21 (11-17)
Larva-ergin gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				12,33±1,21 (10-16)
dişi birey oranı (%) dişi:larva				18,5
Larva-dişi gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				12,89±1,1 (11-16)
erkek birey oranı (%) erkek:larva				17,5
Larva-erkek gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)				11,8±1,08 (10-14)
Eşey oranı-dişi (%)				51,39
Eşey oranı-erkek (%)				48,61
dişi eşey oranı / erkek eşey oranı				1,06

Çizelge 4.11. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 30°C'daki I_x, d_x, görelî, gerçek ölüm ve ölüm / hayatta kalma oranı tablosu.

Evre	I _x	d _x	Görelî Ölüm (%)	Gerçek Ölüm (%)	Ölüm/Canlılık
yumurta	100	11	11	11	0,12
larva	89	50	56,18	50	1,28
pupa	39	8	20,51	8	0,26
ergin	31				

4.1.7. 35°C sıcaklık koşulu için elde edilen bulgular

35°C sıcaklık koşulunda yetiştirilen bireylere ait veriler Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'te verilmiştir. 35°C sıcaklık koşulunda yumurtaların açılma oranı %90,1, yumurta inkübasyon süresi 1,0±0,0 gün olarak belirlenmiştir. Larvaların %21'i, 9,81±0,89 günde pupa evresine geçmiştir. Larvadan ergine gelişim süresi 10,82±0,75 gün, larvadan ergine geçiş oranı %6 olarak tespit edilmiştir. Yumurtadan ergine gelişim süresi 11,82±0,75 gündür. İlk ergin 11, son ergin ise 13. günde pupadan çıkmıştır. Bu sıcaklık koşulunda dişi eşey oranı / erkek eşey oranı 1'dir.

Çizelge 4.12. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 35 °C'daki gelişim süreleri ve oranları.

SICAKLIK: 35°C	Evreler			
	yumurta	larva	pupa	ergin
Yumurta açılma oranı (%)	90,1			
Yumurta inkübasyon süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)		1,0±0,0 (1-1)		
Evre değişim oranı, L1-L2 (%)		72		
Evre değişim oranı, L2-L3 (%)		75,7		
Evre değişim oranı, L3-L4 (%)		74,3		
L4'e göre pupalaşma oranı (%)		51,9		
Pupalaşma oranı (%) pupa:larva			21	
Pupa süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)			1,01±0,75	
Larva-pupa gelişim süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)			9,81±0,89 (8-12)	
Erginleşme oranı (%) ergin:larva				6
Erginleşme oranı (%) ergin:pupa				26,2
Yumurta-ergin gelişim süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)				11,818±0,75 (11-13)
Larva-ergin gelişim süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)				10,818±0,75 (10-12)
dişi birey oranı (%) dişi:larva				3
Larva-dişi gelişim süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)				11,17±0,75 (10-12)
erkek birey oranı (%) erkek:larva				3
Larva-erkek gelişim süresi (gün) $\bar{x} \pm SD$ (min-max)				10,67±0,82 (10-12)
Eşey oranı-dişi (%)				50
Eşey oranı-erkek (%)				50
dişi eşey oranı / erkek eşey oranı				1

Çizelge 4.13. *An. superpictus*'un ergin öncesi evrelerinin 35°C'daki I_x , d_x , görelî, gerçek ölüm ve ölüm / hayatta kalma oranı tablosu.

Evre	I_x	d_x	Görelî Ölüm (%)	Gerçek Ölüm (%)	Ölüm/Canlılık
yumurta	100	10	10	10	0,11
larva	90	71	78,89	71	3,74
pupa	19	14	73,68	14	2,8
ergin	5				

An. superpictus'un 15°C, 20°C, 25°C, 27°C, 30°C, 35°C ve standart laboratuvar koşullarındaki yumurta, larva, pupa ve yumurtadan ergine kadar geçen gelişim süreleri ve oranları arasındaki farklılıklar Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15'te gösterilmiştir.

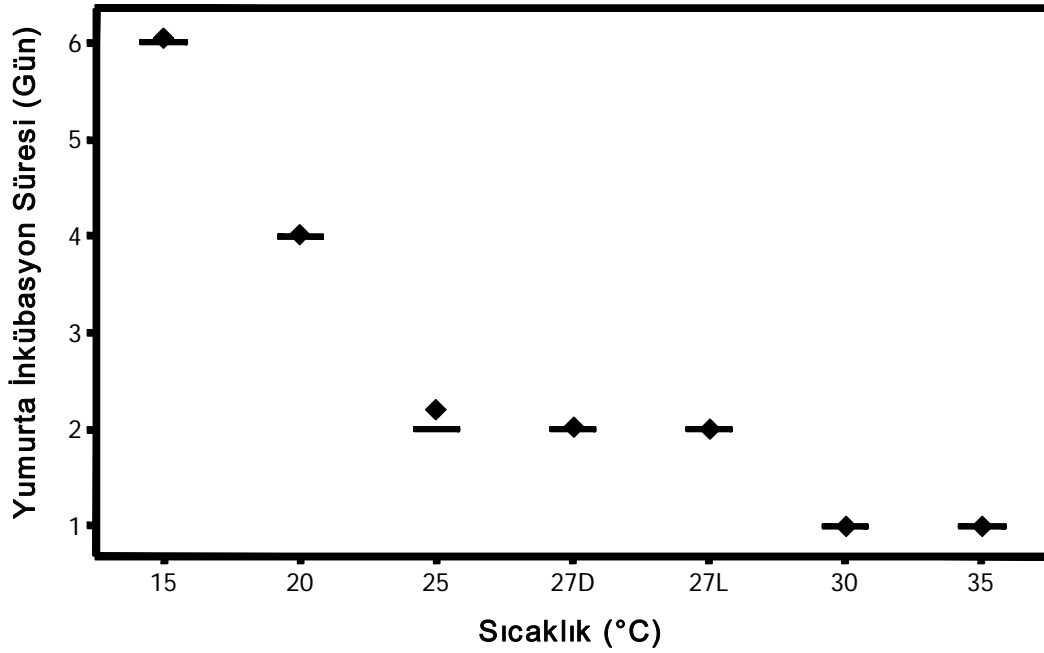
Çizelge 4.14. *An. superpictus*'ta farklı sıcaklık koşullarındaki gelişim süreleri.

Gelişme Süresi (Gün)				
SICAKLIK (°C)	yumurta	larva	pupa	yumurta-ergin
15°C	6,05±0,25			
20°C	4,01±0,09	21,11±2,44	2,64±2,29	27,75±2,29
25°C	2,21±0,4	14,26±1,38	2,02±1,31	18,28±1,31
27-L °C	2,01±0,09	13,22±1,7	1,78±1,14	17,0±1,14
27-D °C	2,02±0,15	13,22±1,7	2,14±1,07	17,36±1,07
30°C	1,0±0,0	10,99±1,17	1,34±1,21	13,33±1,21
35°C	1,0±0,0	9,81±0,89	1,01±0,75	11,818±0,75

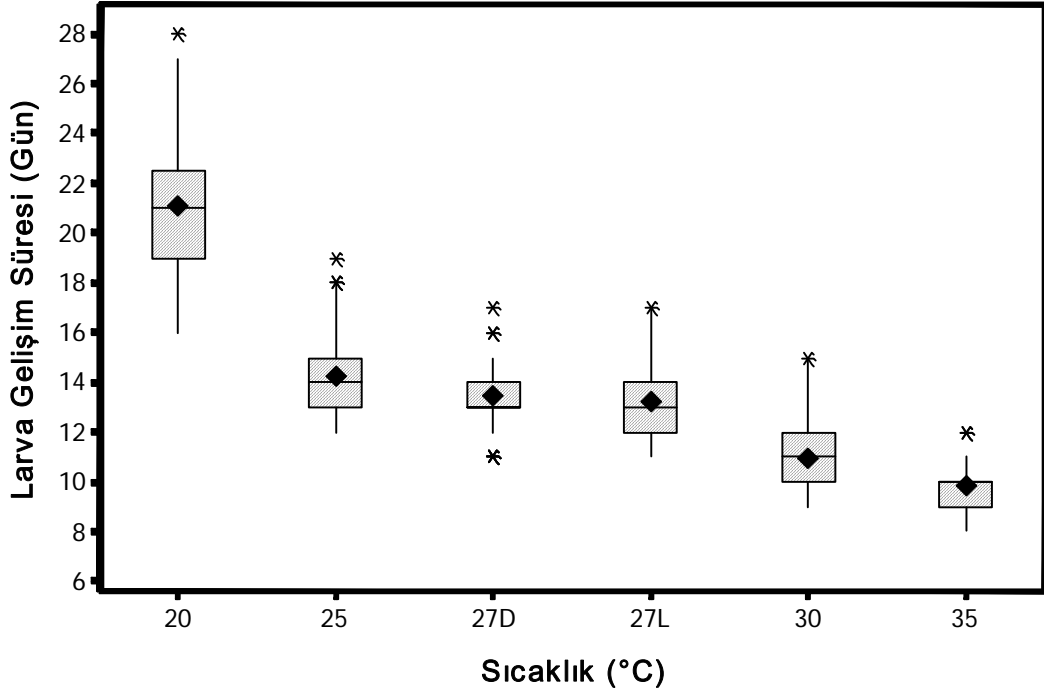
Çizelge 4.15. *An. superpictus*'un 15°C, 20°C, 25°C, 27°C, 30°C, 35°C ve standart laboratuvar koşullarındaki yumurta, larva, pupa ve yumurtadan ergine kadar geçen gelişim süre ve oranları.

	15°C	20°C	25°C	27°C L	27°C D	30°C	35°C
Yumurta açılma oranı (%)	89	90,2	87,9	92,5	89,9	88,9	90,1
Yumurta inkübasyon süresi (gün) x±SD (min-max)	6,05±0,25 (6-8)	4,01±0,09 (4-5)	2,21±0,4 (2-3)	2,01±0,09 (2-3)	2,02±0,15 (2-3)	1±0,0 (1-1)	1±0,0 (1-1)
Evre değişim oranı, L1-L2 (%)	28,5	93,5	94,5	91,5	95,5	77,5	72
Evre değişim oranı, L2-L3 (%)		98,9	97,4	94,5	96,3	83,2	75,7
Evre değişim oranı, L3-L4 (%)		96,8	96,7	96	95,7	89,9	74,3
L4'e göre pupalaşma oranı (%)		78,8	94,4	89,8	89,8	75,9	51,9
Pupalaşma oranı (%) pupa:larva		70,5	84	74,5	79	44	21
Pupa Süresi (gün) x±SD (min-max)		2,64±2,29	2,02±1,31	1,78±1,14	2,14±1,07	1,34±1,21	1,01±0,75
Larva-pupa gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)		21,11±2,44 (16-28)	14,26±1,38 (12-19)	13,22±1,7 (11-17)	13,43±1,0 (11-17)	10,99±1,1 (9-15)	9,81±0,89 (8-12)
Erginleşme oranı (%) ergin:larva		57	66,5	65	70	35	6
Erginleşme oranı (%) ergin:pupa		80,9	79,2	87,2	88,6	79,5	26,2
Yumurta-ergin gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)		27,75±2,29 (23-34)	18,28±1,31 (16-22)	17,0±1,14 (15-20)	17,36±1,0 (15-20)	13,33±1,2 (11-17)	11,82±0,75 (11-13)
Larva-ergin gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)		23,75±2,29 (19-30)	16,28±1,31(14-20)	15±1,14 (13-18)	15,36±1,0 (13-18)	12,33±1,2 (10-16)	10,82±0,75 (10-12)
dişi birey oranı (%) dişi:larva		28,5	33,5	32	36	18,5	3
Larva-dişi gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)		24,95±2,0 (21-30)	16,87±1,22 (15-20)	15,28±1,0 (13-18)	15,65±1,0 (13-18)	12,89±1,1 (11-16)	11,17±0,75 (10-12)
erkek birey oranı (%) erkek:larva		28,5	32,5	34	35	17,5	3
Larva-erkek gelişim süresi (gün) x±SD (min-max)		22,51±1,78 (19-28)	15,66±1,04 (14-19)	14,71±1,1 (13-18)	15,0±1,08 (13-18)	11,8±1,08 (10-14)	10,67±0,82 (10-12)
Eşey oranı-dişi (%)		50	50,76	48,48	50,7	51,39	50
Eşey oranı-erkek (%)		50	49,24	51,52	49,3	48,61	50
dişi eşey oranı / erkek eşey oranı		1	1,03	0,94	1,03	1,06	1

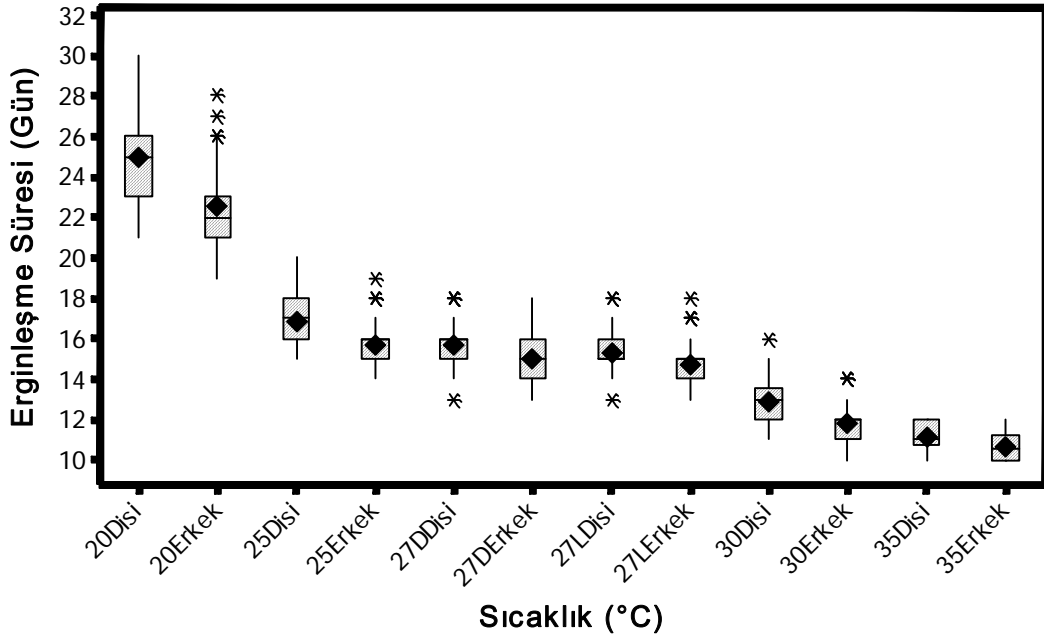
Gelişim süreleri Kruskal-Wallis Varyans Analizi ile istatistiksel olarak test edilmiştir. Yumurta inkübasyon süreleri arasındaki farklılıklar incelendiğinde sıcaklık azaldıkça yumurta inkübasyon süresinin arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.1). Bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($H = 5614,61$ $DF = 6$ $p < 0.0001$). Larva gelişim süreleri de sıcaklık azaldıkça uzamaktadır (Kruskal-Wallis testi $H = 531,93$ $DF = 5$ $p < 0.0001$) (Şekil 4.2). Benzer şekilde larvadan ergin çıkışına kadar geçen sürenin de sıcaklık ile ters orantılı olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.3) (Kruskal –Wallis testi: $H = 447,77$ $DF = 11$ 5 $p < 0.0001$).



Şekil 4.1. *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklara ait yumurta inkübasyon sürelerinin karşılaştırılması.

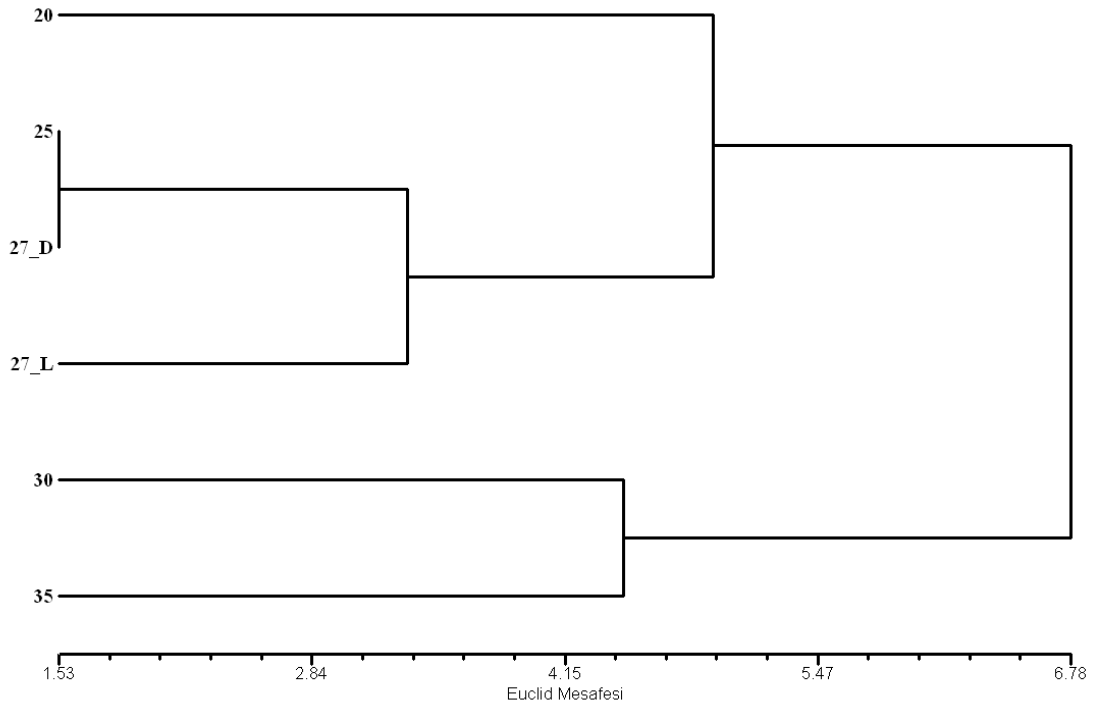


Şekil 4.2. *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklarda larva gelişim sürelerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.3. *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklarda larvadan ergin çıkışına kadar geçen sürelerin karşılaştırılması.

An. superpictus'un 15°C, 20°C, 25°C, 27°C, 30°C, 35°C ve standart laboratuvar koşullarındaki yumurta, larva, pupa ve yumurtadan ergine kadar geçen gelişim süre ve gelişim oranları ile SAHN kümeleme yöntemi ve Euclid mesafesi temel alınarak UPGMA fenogramı hazırlanmıştır. Bu kümeleme grafiğinde temel üç kümenin ayrıştığı gözlenmektedir. Bunlar 30°C–35°C bir grup, 25°C, 27°C ve kontrol ikinci grup ve son olarak da 20°C şeklinde ayrışmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. *An. superpictus*'un farklı sıcaklık koşullarındaki gelişim süre ve oranlarından elde edilen UPGMA fenogramı.

4.2. Termal konstant (K) ve ekolojik sıfır (z) değerlerinin hesaplanması

An. superpictus'un yumurta, larva ve pupa evreleri ve yumurtadan ergine toplam gelişim için ekolojik sıfır ve termal konstant değerleri $Y_1 (T_1 - a) = Y_2 (T_2 - a)$ eşitliği (Eşitlik 3.3) kullanılarak hesaplanmıştır.

An. superpictus'un ekolojik sıfır ve termal konstant değerlerinin hesaplanması için yumurta evresinden itibaren en yüksek erginleşme oranının (%63) görüldüğü sıcaklık olan 27°C ve yumurta evresinden itibaren en kısa sürede ergin çıkışının (11,82±0,75 gün) gerçekleştiği sıcaklık olan 35°C'de gözlenen gelişim süreleri dikkate alınmıştır (**Bar-Zeev, 1958**). *An. superpictus* için hesaplanan termal konstant ve ekolojik sıfır değerleri Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. *An. superpictus*'un yumurtadan ergine gelişim döneminde ekolojik sıfır ve termal konstant değerleri.

Gelişim dönemi	Ekolojik sıfır (°C)	Termal konstant (gün-derece)
yumurta-ergin	9,93	296,34

Yumurtadan ergine gelişim için hesaplanan ekolojik sıfır (a), gelişim süresi (Y) ve test edilen sıcaklık değerleri (Eşitlik 3.3)'de yerine konularak, farklı sıcaklıklardaki termal konstant değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 4.17'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. *An. superpictus* için hesaplanan termal konstant değerleri.

(* hesaplama sonucu (-) değer alan K değeri)

SICAKLIK (°C)	yumurta-ergin(a=9,93)
15°C	
20°C	279,44
25°C	275,48
27_L °C	290,19
27_D °C	296,34
30°C	267,53
35°C	296,33

4.3. Hayat Tablosu Bulguları

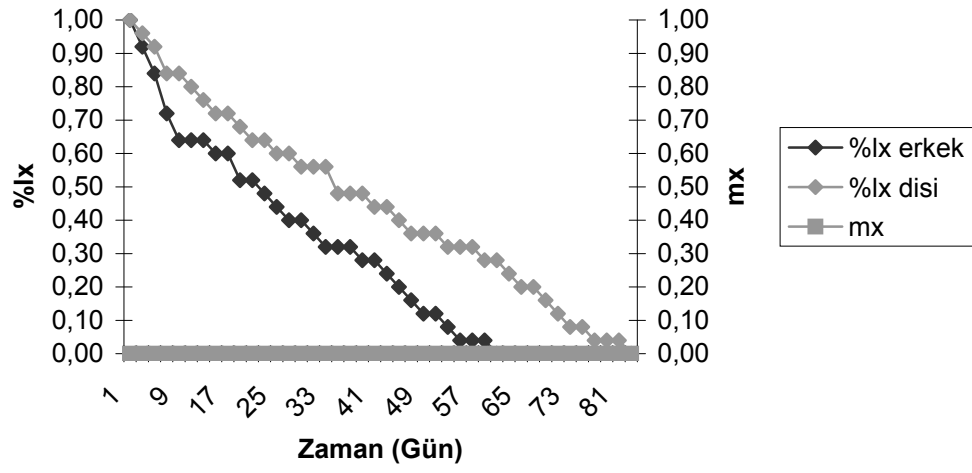
Farklı sabit sıcaklık koşullarında hazırlanan hayat tablolarında ergin öncesi evreler sıfır yaş olarak kabul edilmiştir. Hayat tablolarının hazırlanması için standart insektaryum koşullarında yetiştirilen larvalardan elde edilen erginler farklı sıcaklık koşullarında deneye alınmışlardır. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen larvalarda ergin dönemde meydana gelebilecek farklılıkları tespit edebilmek amacıyla, ergin öncesi termal konstant ve ekolojik sıfır değerlerinin tespit edilmesi için farklı sıcaklıklara alınan ve bu sıcaklıklarda yetiştirilen erginler kullanılarak bir grup hayat tablosu daha hazırlanmıştır.

4.3.1. Larvaların Farklı Sıcaklık Koşullarında Yetiştirilmesiyle Elde Edilen Hayat Tablosu Bulguları

4.3.1.1. 20°C sıcaklık koşulu için hayat tablosu bulguları

20°C'de yetiştirilen larvalardan çıkan dişi ve erkeklere ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Buna göre; dişi bireyler en fazla 83–84 gün, erkek bireyler 61–62 gün yaş aralığında hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu dişiler için $37,84 \pm 25,3$, erkekler için $24,56 \pm 18,42$ gün olarak bulunmuştur. Genel olarak dişilerde yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranı gözlenmiş erkek bireylerde ise 6. güne kadar yüksek ölüm oranının görüldüğü tespit edilmiştir.

Dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.18'de gösterilmiştir. Dişilerde kan emme ikinci gün başlamıştır. Ancak yaşam süresince hiçbir dişi yumurta vermemiştir. Bu sebeple net üreme oranı (R_0), ortalama döl süresi (T_c) ve doğal artış oranı (r_m) değerleri hesaplanamamıştır. Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x), erkeklerde 7,37 gün, dişilerde ise 10,49 gün olarak bulunmuştur.



Şekil 4.5. 20°C sıcaklıkta yetiştirilen erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.18. 20°C sıcaklık koşulunda yetiştirilen *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları.

(* yumurta bırakılmadığı için hesaplanamayan değerler)

20°C DIŞI													
yumurta+larva+pupa süresi (gün)													
0-29	x (gün)	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
30-31	25	1,00	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	18,42	18,80	*	*
32-33	24	0,96	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	17,44	18,55	*	*
34-35	23	0,92	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	16,50	18,75	*	*
36-37	21	0,84	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	15,62	18,60	*	*
38-39	21	0,84	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	14,78	18,02	*	*
40-41	20	0,80	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	13,96	17,90	*	*
42-43	19	0,76	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	13,18	17,81	*	*
44-45	18	0,72	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	12,44	17,28	*	*
46-47	18	0,72	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	11,72	16,74	*	*
48-49	17	0,68	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	11,02	16,70	*	*
50-51	16	0,64	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	10,36	16,19	*	*
52-53	16	0,64	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	9,72	15,68	*	*
54-55	15	0,60	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	9,10	15,17	*	*
56-57	15	0,60	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	8,50	14,66	*	*
58-59	14	0,56	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	7,92	14,14	*	*
60-61	14	0,56	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	7,36	13,14	*	*
62-63	14	0,56	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	6,80	13,08	*	*
64-65	12	0,48	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	6,28	13,08	*	*
66-67	12	0,48	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	5,80	12,08	*	*
68-69	12	0,48	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	5,32	11,57	*	*
70-71	11	0,44	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	4,86	11,05	*	*
72-73	11	0,44	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	4,42	10,52	*	*
74-75	10	0,40	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	4,00	10,53	*	*
76-77	9	0,36	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	3,62	10,06	*	*
78-79	9	0,36	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	3,26	9,06	*	*
80-81	9	0,36	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	2,90	8,53	*	*
82-83	8	0,32	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	2,56	8,00	*	*
84-85	8	0,32	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	2,24	7,00	*	*
86-87	8	0,32	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,92	6,40	*	*
88-89	7	0,28	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	1,62	5,79	*	*
90-91	7	0,28	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	1,34	5,15	*	*
92-93	6	0,24	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	1,08	4,91	*	*
94-95	5	0,20	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,86	4,30	*	*
96-97	5	0,20	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,66	3,67	*	*
98-99	4	0,16	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,48	3,43	*	*
100-101	3	0,12	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,34	3,40	*	*
102-103	2	0,08	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,24	3,00	*	*
104-105	2	0,08	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,16	2,67	*	*
106-107	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	2,50	*	*
108-109	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	1,50	*	*
110-111	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	*	*
112-113	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*

20°C ERKEK											
yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
0-29	x (gün)	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex			
30-31	25	1,00	2	0,08	24,00	294,50	12,27				
32-33	23	0,92	2	0,08	22,00	270,50	12,30				
34-35	21	0,84	3	0,12	19,50	248,50	12,74				
36-37	18	0,72	2	0,08	17,00	229,00	13,47				
38-39	16	0,64	0	0,00	16,00	212,00	13,25				
40-41	16	0,64	0	0,00	16,00	196,00	12,25				
42-43	16	0,64	1	0,04	15,50	180,00	11,61				
44-45	15	0,60	0	0,00	15,00	164,50	10,97				
46-47	15	0,60	2	0,08	14,00	149,50	10,68				
48-49	13	0,52	0	0,00	13,00	135,50	10,42				
50-51	13	0,52	1	0,04	12,50	122,50	9,80				
52-53	12	0,48	1	0,04	11,50	110,00	9,57				
54-55	11	0,44	1	0,04	10,50	98,50	9,38				
56-57	10	0,40	0	0,00	10,00	88,00	8,80				
58-59	10	0,40	1	0,04	9,50	78,00	8,21				
60-61	9	0,36	1	0,04	8,50	68,50	8,06				
62-63	8	0,32	0	0,00	8,00	60,00	7,50				
64-65	8	0,32	0	0,00	8,00	52,00	6,50				
66-67	8	0,32	1	0,04	7,50	44,00	5,87				
68-69	7	0,28	0	0,00	7,00	36,50	5,21				
70-71	7	0,28	1	0,04	6,50	29,50	4,54				
72-73	6	0,24	1	0,04	5,50	23,00	4,18				
74-75	5	0,20	1	0,04	4,50	17,50	3,89				
76-77	4	0,16	1	0,04	3,50	13,00	3,71				
78-79	3	0,12	0	0,00	3,00	9,50	3,17				
80-81	3	0,12	1	0,04	2,50	6,50	2,60				
82-83	2	0,08	1	0,04	1,50	4,00	2,67				
84-85	1	0,04	0	0,00	1,00	2,50	2,50				
86-87	1	0,04	0	0,00	1,00	1,50	1,50				
88-89	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00				
90-91	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00				

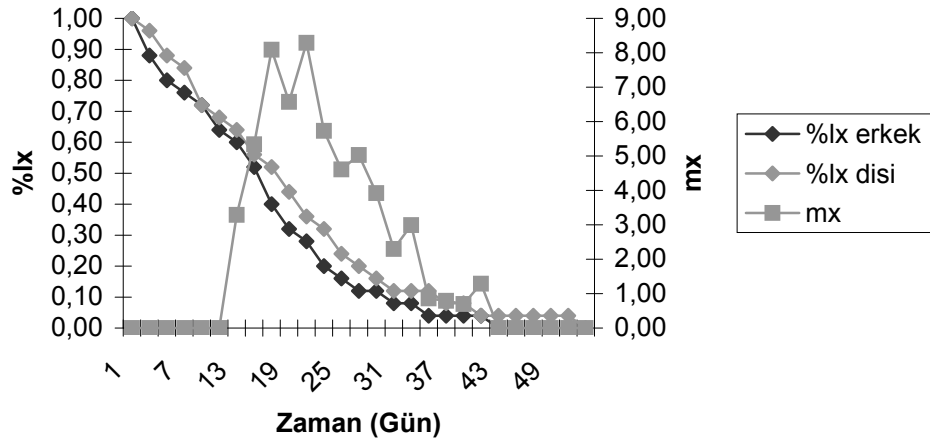
Ro	*
Tc	*
rm	*
λ	*
b	*
d	*
rm/b	*
b/d	*

4.3.1.2. 25°C sıcaklık koşulu için hayat tablosu bulguları

25°C'de yetiştirilen larvalardan çıkan dişi ve erkeklere ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Buna göre; dişilerin ortalama ömür uzunluğu $18,56 \pm 11,98$ gün, erkeklerin $15,68 \pm 10,18$ gün olarak bulunmuştur. Dişi bireyler en fazla 53-54 gün, erkekler 43-44 gün yaş aralığına kadar hayatta kalabilmişlerdir. Bu sıcaklık koşulunda 30. günden itibaren hem dişi hem de erkek bireylerde mortalite oranında azalma gözlenmiştir.

Dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.19'de gösterilmiştir. Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 4,37 gün, dişilerde ise 5,48 gün olarak hesaplanmıştır. Hem dişi hem de erkeklerde en yüksek e_x değeri 1-2 yaş aralığında görülmüş, yaş ilerledikçe azalmıştır. Dişi ve erkek bireylerin beklenen ortalama ömür uzunluğu karşılaştırıldığında, dişi bireyler için e_x 'in, erkek bireylere göre daha yüksek değer aldığı belirlenmiştir. Bu durum, dişi ve erkek bireylere ait hayatta kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkeklerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermiştir. Bu sıcaklık koşulunda kan emme erginleşmenin görüldüğü ilk yaşta başlamıştır. İlk yumurta bırakma 13. günde meydana gelmiştir. Bu yaştan itibaren m_x değerinin yaşla birlikte arttığı, 19. günde bir düşüş görülmekle birlikte, 21. günde yeniden arttığı, ancak bu tarihten sonra sürekli düştüğü gözlenmiştir. En son yumurta 41. günde bırakılmıştır. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 60535,72 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 41-42 yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 59,8 olarak bulunmuştur.

Hipotetik m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 20,66, ortalama döl süresi (T_c) 34,71 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,174 bulunmuştur, buna göre 25°C sıcaklık koşulunda gün başına her bir takım dişisi için 0,174 dişi döl üretmektedir. Horizontal hayat tablosu verilerine göre hesaplanan bir diğer populasyon parametresi olan artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,19 olarak bulunmuştur. Buna göre, gün başına 25°C sıcaklık koşulunda her bir takım dişisi için 1,19 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.6. 25°C sıcaklıkta yetiştirilen erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.19. 25°C sıcaklık koşulunda yetiştirilen *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları.

25°C DIŞI												
0-15	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
16-17	25	1,00	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,98	8,78	8,96	1,19	0,69
18-19	24	0,96	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,92	7,80	8,48	1,76	0,46
20-21	22	0,88	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,86	6,88	8,00	2,71	0,30
22-23	21	0,84	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,78	6,02	7,72	4,02	0,19
24-25	18	0,72	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,70	5,24	7,49	6,65	0,12
26-27	17	0,68	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,66	4,54	6,88	9,97	0,08
28-29	16	0,64	2	0,08	3,29	2,11	58,96	0,60	3,88	6,47	15,00	0,05
30-31	14	0,56	1	0,04	5,34	2,99	89,71	0,54	3,28	6,07	24,27	0,03
32-33	13	0,52	2	0,08	8,09	4,21	134,62	0,48	2,74	5,71	37,01	0,02
34-35	11	0,44	2	0,08	6,57	2,89	98,29	0,40	2,26	5,65	61,95	0,01
36-37	9	0,36	1	0,04	8,29	2,98	107,44	0,34	1,86	5,47	107,22	0,01
38-39	8	0,32	2	0,08	5,73	1,83	69,68	0,28	1,52	5,43	170,81	0,00
40-41	6	0,24	1	0,04	4,61	1,11	44,26	0,22	1,24	5,64	322,52	0,00
42-43	5	0,20	1	0,04	5,03	1,01	42,25	0,18	1,02	5,67	548,08	0,00
44-45	4	0,16	1	0,04	3,92	0,63	27,60	0,14	0,84	6,00	970,18	0,00
46-47	3	0,12	0	0,00	2,30	0,28	12,70	0,12	0,70	5,83	1831,87	0,00
48-49	3	0,12	0	0,00	2,99	0,36	17,22	0,12	0,58	4,83	2594,15	0,00
50-51	3	0,12	1	0,04	0,86	0,10	5,16	0,10	0,46	4,60	3673,64	0,00
52-53	2	0,08	0	0,00	0,79	0,06	3,29	0,08	0,36	4,50	7803,51	0,00
54-55	2	0,08	1	0,04	0,70	0,06	3,02	0,06	0,28	4,67	11050,75	0,00
56-57	1	0,04	0	0,00	1,29	0,05	2,89	0,04	0,22	5,50	31298,48	0,00
58-59	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,18	4,50	0,00	0,00
60-61	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,14	3,50	0,00	0,00
62-63	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	2,50	0,00	0,00
64-65	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	1,50	0,00	0,00
66-67	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	0,00	0,00
68-69	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

25°C ERKEK							
0-15	yumurta+larva+pupa süresi (gün)						
x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
16-17	25	1,00	3	0,12	23,50	183,50	7,81
18-19	22	0,88	2	0,08	21,00	160,00	7,62
20-21	20	0,80	1	0,04	19,50	139,00	7,13
22-23	19	0,76	1	0,04	18,50	119,50	6,46
24-25	18	0,72	2	0,08	17,00	101,00	5,94
26-27	16	0,64	1	0,04	15,50	84,00	5,42
28-29	15	0,60	2	0,08	14,00	68,50	4,89
30-31	13	0,52	3	0,12	11,50	54,50	4,74
32-33	10	0,40	2	0,08	9,00	43,00	4,78
34-35	8	0,32	1	0,04	7,50	34,00	4,53
36-37	7	0,28	2	0,08	6,00	26,50	4,42
38-39	5	0,20	1	0,04	4,50	20,50	4,56
40-41	4	0,16	1	0,04	3,50	16,00	4,57
42-43	3	0,12	0	0,00	3,00	12,50	4,17
44-45	3	0,12	1	0,04	2,50	9,50	3,80
46-47	2	0,08	0	0,00	2,00	7,00	3,50
48-49	2	0,08	1	0,04	1,50	5,00	3,33
50-51	1	0,04	0	0,00	1,00	3,50	3,50
52-53	1	0,04	0	0,00	1,00	2,50	2,50
54-55	1	0,04	0	0,00	1,00	1,50	1,50
56-57	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00
58-59	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00

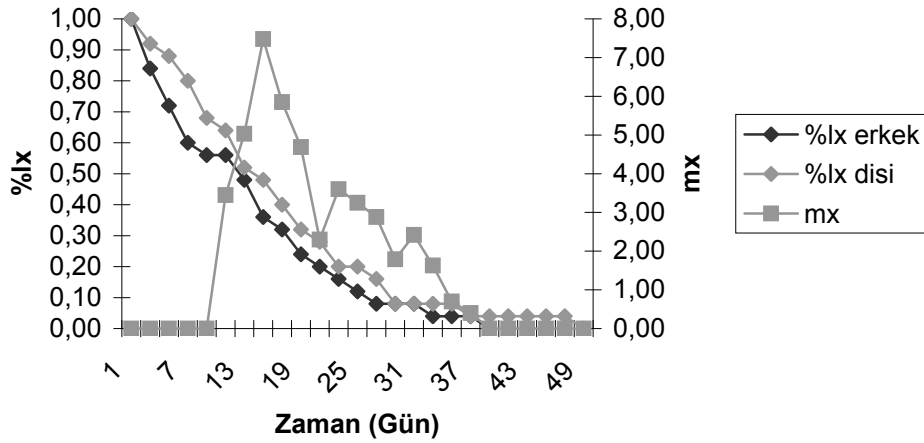
Ro	20,66
Tc	34,71
rm	0,17
λ	1,19
b	0,41
d	0,23
rm/b	0,43
b/d	1,75

4.3.1.3. 27°C sıcaklık koşulu için hayat tablosu bulguları

27°C'de yetiştirilen larvalardan çıkan dişi ve erkeklere ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Buna göre; dişilerin ortalama ömür uzunluğu $16,08 \pm 10,81$ gün, erkeklerin $13,04 \pm 9,73$ gün olarak bulunmuştur. Dişi bireyler en fazla 49-50 gün, erkekler 39-40 gün yaş aralığına kadar hayatta kalabilmişlerdir. Bu sıcaklık koşulunda erkek bireylerde erkek yaşlarda görülen yüksek ölüm oranının 8-14 yaş aralığında azaldığı ve sonraki yaşlarda yeniden arttığı, 26. günden itibaren de hem dişi hem de erkek bireylerde azalarak devam ettiği tespit edilmiştir.

Dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.20'de gösterilmiştir. Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 4,07 gün, dişilerde ise 4,89 gün olarak hesaplanmıştır. Hem dişi hem de erkek bireylerde e_x değeri yaş ilerledikçe azalmıştır. Dişi ve erkek bireylerin beklenen ortalama ömür uzunluğu karşılaştırıldığında, dişi bireyler için e_x 'in, erkek bireylere göre daha yüksek değer aldığı belirlenmiştir. Bu durum, dişi ve erkek bireylere ait hayatta kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkeklerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermektedir. Bu sıcaklık koşulunda kan emme erginleşmenin görüldüğü ilk yaşta başlamıştır. İlk yumurta bırakma 11. günde meydana gelmiştir. m_x en yüksek değerini 15. günde almış, ilerleyen yaşla birlikte azalma göstermiştir. En son yumurta 37. günde bırakılmıştır. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 34337,34 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 37-38 yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 45,47 olarak bulunmuştur.

Hipotetik m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 15,27, ortalama döl süresi (T_c) 30,78 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,18 bulunmuştur, buna göre 27°C sıcaklık koşulunda gün başına her bir takım dişisi için 0,18 dişi döl üretmektedir. Horizontal hayat tablosu verilerine göre hesaplanan bir diğer populasyon parametresi olan artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,19 olarak bulunmuştur. Buna göre, gün başına 27°C sıcaklık koşulunda her bir takım dişisi için 1,19 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.7. 27°C sıcaklıkta yetiştirilen erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.20. 27°C sıcaklık koşulunda yetiştirilen *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları.

27°C DIŞI												
0-16	yumurta+lارva+pupa süresi (gün)											
x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
17-18	25	1,00	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,96	7,54	7,85	1,19	0,67
19-20	23	0,92	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,90	6,58	7,31	1,85	0,44
21-22	22	0,88	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,84	5,68	6,76	2,75	0,29
23-24	20	0,80	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,74	4,84	6,54	4,30	0,18
25-26	17	0,68	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,66	4,10	6,21	7,21	0,11
27-28	16	0,64	3	0,12	3,45	2,21	55,20	0,58	3,44	5,93	10,90	0,07
29-30	13	0,52	1	0,04	5,03	2,62	70,62	0,50	2,86	5,72	19,09	0,04
31-32	12	0,48	2	0,08	7,48	3,59	104,12	0,44	2,36	5,36	29,44	0,03
33-34	10	0,40	2	0,08	5,85	2,34	72,54	0,36	1,92	5,33	50,30	0,02
35-36	8	0,32	1	0,04	4,69	1,50	49,53	0,30	1,56	5,20	89,50	0,01
37-38	7	0,28	2	0,08	2,30	0,64	22,54	0,24	1,26	5,25	145,61	0,01
39-40	5	0,20	0	0,00	3,60	0,72	26,64	0,20	1,02	5,10	290,19	0,00
41-42	5	0,20	1	0,04	3,25	0,65	25,35	0,18	0,82	4,56	413,09	0,00
43-44	4	0,16	2	0,08	2,88	0,46	18,89	0,12	0,64	5,33	735,05	0,00
45-46	2	0,08	0	0,00	1,79	0,14	6,16	0,08	0,52	6,50	2092,74	0,00
47-48	2	0,08	0	0,00	2,42	0,19	8,71	0,08	0,44	5,50	2979,08	0,00
49-50	2	0,08	0	0,00	1,63	0,13	6,13	0,08	0,36	4,50	4240,80	0,00
51-52	2	0,08	1	0,04	0,70	0,06	2,74	0,06	0,28	4,67	6036,89	0,00
53-54	1	0,04	0	0,00	0,40	0,02	0,82	0,04	0,22	5,50	17187,37	0,00
55-56	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,18	4,50	0,00	0,00
57-58	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,14	3,50	0,00	0,00
59-60	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	2,50	0,00	0,00
61-62	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	1,50	0,00	0,00
63-64	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	0,00	0,00
65-66	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

27°C ERKEK							
0-16	yumurta+lارva+pupa süresi (gün)						
x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
17-18	25	1,00	4	0,16	23,00	150,50	6,54
19-20	21	0,84	3	0,12	19,50	127,50	6,54
21-22	18	0,72	3	0,12	16,50	108,00	6,55
23-24	15	0,60	1	0,04	14,50	91,50	6,31
25-26	14	0,56	0	0,00	14,00	77,00	5,50
27-28	14	0,56	2	0,08	13,00	63,00	4,85
29-30	12	0,48	3	0,12	10,50	50,00	4,76
31-32	9	0,36	1	0,04	8,50	39,50	4,65
33-34	8	0,32	2	0,08	7,00	31,00	4,43
35-36	6	0,24	1	0,04	5,50	24,00	4,36
37-38	5	0,20	1	0,04	4,50	18,50	4,11
39-40	4	0,16	1	0,04	3,50	14,00	4,00
41-42	3	0,12	1	0,04	2,50	10,50	4,20
43-44	2	0,08	0	0,00	2,00	8,00	4,00
45-46	2	0,08	0	0,00	2,00	6,00	3,00
47-48	2	0,08	1	0,04	1,50	4,00	2,67
49-50	1	0,04	0	0,00	1,00	2,50	2,50
51-52	1	0,04	0	0,00	1,00	1,50	1,50
53-54	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00
55-56	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00

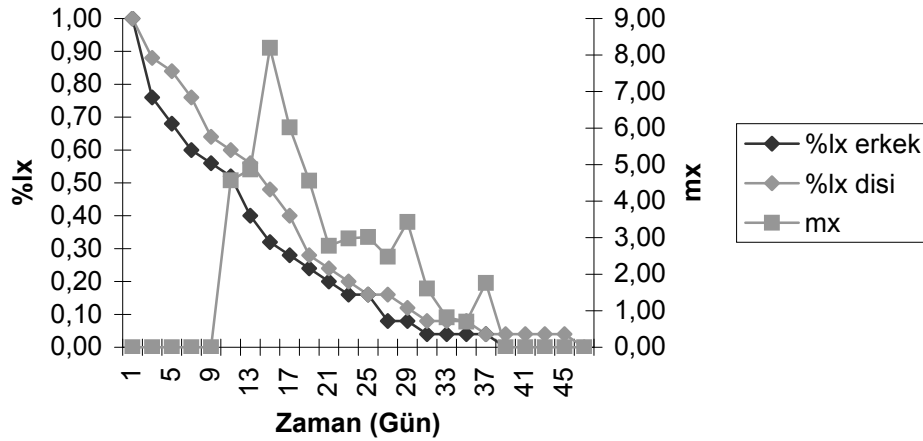
Ro	15,27
Tc	30,78
rm	0,18
λ	1,19
b	0,43
d	0,25
rm/b	0,41
b/d	1,71

4.3.1.4. 27°C sıcaklık için standart insektaryum koşullarında hayat tablosu bulguları

27°C'de insektaryumda yetiştirilen larvalardan çıkan dişi ve erkeklere ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Buna göre; dişilerin ortalama ömür uzunluğu $15,52 \pm 10,86$ gün, erkeklerin $12,4 \pm 9,86$ gün olarak bulunmuştur. Dişi bireyler en fazla 47-48 gün, erkekler 39-40 gün yaş aralığına kadar hayatta kalabilmişlerdir. Hem dişi hem de erkek bireylerde genel olarak yoğun ölümlerin görüldüğü herhangi bir yaş aralığı bulunmamakta, artan yaşla birlikte sabit bir mortalite oranı gözlenmektedir.

Dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.21'de gösterilmiştir. Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 4,08 gün, dişilerde 4,73 gün olarak bulunmuştur. Hem dişi hem de erkek bireylerde e_x değeri yaş ilerledikçe azalmıştır. Dişi ve erkek bireylerin beklenen ortalama ömür uzunluğu karşılaştırıldığında, dişi bireylerin e_x değerinin, erkek bireylere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, hayatta kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkeklerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermektedir. Bu sıcaklık koşulunda kan emme erginleşmenin görüldüğü ilk yaşta başlamıştır. İlk yumurta bırakma 11. günde meydana gelmiştir. En son yumurta 37. günde bırakılmıştır. m_x en yüksek değerini 15. günde almış ve yaşla birlikte genel bir azalma görülmüştür. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 39735,73 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 37-38 yaş aralığında ulaşılmıştır.

Hipotetik m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 15,97, ortalama döl süresi (T_c) 30,47 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,18 bulunmuştur. Buna göre 27°C sıcaklık koşulunda gün başına her bir takım dişisi için 0,18 dişi döl üretmektedir. Horizontal hayat tablosu verilerine göre hesaplanan artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,2 olarak bulunmuştur. Buna göre, gün başına 27°C sıcaklık koşulunda her bir takım dişisi için 1,2 birey üretildiği sonucuna varılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 47,8 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.8. 27°C sıcaklıkta insektaryumda yetiştirilen erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.21. 27°C sıcaklık koşulunda insektaryumda yetiştirilen *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları.

27°C L DIŞI												
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
17-18	25	1,00	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,94	7,26	7,72	1,20	0,65
19-20	22	0,88	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,86	6,32	7,35	1,96	0,42
21-22	21	0,84	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,80	5,46	6,83	2,95	0,27
23-24	19	0,76	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,70	4,66	6,66	4,68	0,16
25-26	16	0,64	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,62	3,96	6,39	7,99	0,10
27-28	15	0,60	1	0,04	4,57	2,74	68,55	0,58	3,34	5,76	12,24	0,07
29-30	14	0,56	2	0,08	4,87	2,73	73,63	0,52	2,76	5,31	18,85	0,04
31-32	12	0,48	2	0,08	8,20	3,94	114,14	0,44	2,24	5,09	31,59	0,02
33-34	10	0,40	3	0,12	6,02	2,41	74,65	0,34	1,80	5,29	54,48	0,01
35-36	7	0,28	1	0,04	4,56	1,28	42,13	0,26	1,46	5,62	111,83	0,01
37-38	6	0,24	1	0,04	2,78	0,67	23,35	0,22	1,20	5,45	187,49	0,00
39-40	5	0,20	1	0,04	2,98	0,60	22,05	0,18	0,98	5,44	323,29	0,00
41-42	4	0,16	0	0,00	3,02	0,48	18,84	0,16	0,80	5,00	580,70	0,00
43-44	4	0,16	1	0,04	2,48	0,40	16,27	0,14	0,64	4,57	834,45	0,00
45-46	3	0,12	1	0,04	3,43	0,41	17,70	0,10	0,50	5,00	1598,76	0,00
47-48	2	0,08	0	0,00	1,61	0,13	5,80	0,08	0,40	5,00	3446,04	0,00
49-50	2	0,08	0	0,00	0,82	0,07	3,08	0,08	0,32	4,00	4951,84	0,00
51-52	2	0,08	1	0,04	0,70	0,06	2,74	0,06	0,24	4,00	7115,62	0,00
53-54	1	0,04	0	0,00	1,76	0,07	3,59	0,04	0,18	4,50	20449,77	0,00
55-56	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,14	3,50	0,00	0,00
57-58	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	2,50	0,00	0,00
59-60	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	1,50	0,00	0,00
61-62	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	0,00	0,00
63-64	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

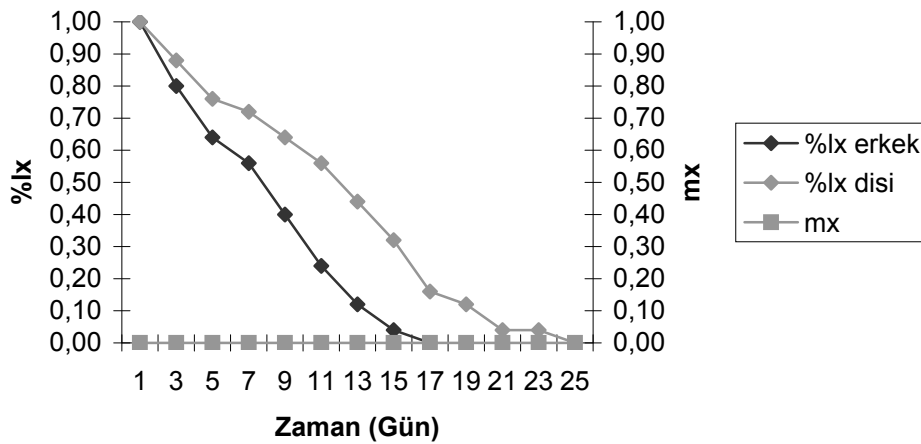
27°C L ERKEK												
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex					
17-18	25	1,00	6	0,24	22,00	142,50	6,48					
19-20	19	0,76	2	0,08	18,00	120,50	6,69					
21-22	17	0,68	2	0,08	16,00	102,50	6,41					
23-24	15	0,60	1	0,04	14,50	86,50	5,97					
25-26	14	0,56	1	0,04	13,50	72,00	5,33					
27-28	13	0,52	3	0,12	11,50	58,50	5,09					
29-30	10	0,40	2	0,08	9,00	47,00	5,22					
31-32	8	0,32	1	0,04	7,50	38,00	5,07					
33-34	7	0,28	1	0,04	6,50	30,50	4,69					
35-36	6	0,24	1	0,04	5,50	24,00	4,36					
37-38	5	0,20	1	0,04	4,50	18,50	4,11					
39-40	4	0,16	0	0,00	4,00	14,00	3,50					
41-42	4	0,16	2	0,08	3,00	10,00	3,33					
43-44	2	0,08	0	0,00	2,00	7,00	3,50					
45-46	2	0,08	1	0,04	1,50	5,00	3,33					
47-48	1	0,04	0	0,00	1,00	3,50	3,50					
49-50	1	0,04	0	0,00	1,00	2,50	2,50					
51-52	1	0,04	0	0,00	1,00	1,50	1,50					
53-54	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00					
55-56	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00					

Ro	15,97
Tc	30,47
rm	0,18
λ	1,20
b	0,45
d	0,27
rm/b	0,41
b/d	1,68

4.3.1.5. 30°C sıcaklık koşulu için hayat tablosu bulguları

30°C'de yetiştirilen larvalardan elde edilen dişi ve erkek bireylere ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Buna göre; dişi bireyler en fazla 25-26 gün, erkek bireyler 17-18 gün yaş aralığında hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu dişiler için $11,36 \pm 6,14$, erkekler için $7,6 \pm 4,23$ gün olarak bulunmuştur. Dişi ve erkek bireylerin beklenen ortalama ömür uzunluğu karşılaştırıldığında, dişi bireylerin e_x değerinin, erkek bireylere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, hayatta kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkeklerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermektedir. Bu sıcaklık koşulunda diğer sıcaklıklara göre hem dişi hem de erkeklerde erken yaşlardan itibaren daha hızlı ölümlerin meydana geldiği gözlenmiştir.

Erkek ve dişi bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.22'de gösterilmiştir. Erkeklerde ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) 1,97 gün, dişilerde beklenen ortalama ömür uzunluğu 2,78 gün olarak hesaplanmıştır. e_x değerinin erken yaş dönemlerinden başlayarak giderek azaldığı görülmüştür. Dişilerde kan emme erginleşmenin görüldüğü ilk günde başlamasına rağmen yumurta bırakan dişi olmamıştır. Bu sebeple net üreme oranı (R_0), ortalama döl süresi (T_c) ve doğal artış oranı (r_m) değerleri hesaplanamamıştır.



Şekil 4.9. 30°C sıcaklıkta inektaryumda yetiştirilen erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.22. 30°C sıcaklık koşulunda yetiştirilen *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları.

(* yumurta bırakılmadığı için hesaplanamayan değerler)

30°C DIŞI												
0-12	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
13-14	25	1,00	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,94	5,18	5,51	*	*
15-16	22	0,88	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,82	4,24	5,17	*	*
17-18	19	0,76	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,74	3,42	4,62	*	*
19-20	18	0,72	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,68	2,68	3,94	*	*
21-22	16	0,64	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,60	2,00	3,33	*	*
23-24	14	0,56	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,50	1,40	2,80	*	*
25-26	11	0,44	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,38	0,90	2,37	*	*
27-28	8	0,32	4	0,16	0,00	0,00	0,00	0,24	0,52	2,17	*	*
29-30	4	0,16	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,14	0,28	2,00	*	*
31-32	3	0,12	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,08	0,14	1,75	*	*
33-34	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	1,50	*	*
35-36	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	*	*
37-38	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*

30°C ERKEK							
0-12	yumurta+larva+pupa süresi (gün)						
x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
13-14	25	1,00	5	0,20	22,50	82,50	3,67
15-16	20	0,80	4	0,16	18,00	60,00	3,33
17-18	16	0,64	2	0,08	15,00	42,00	2,80
19-20	14	0,56	4	0,16	12,00	27,00	2,25
21-22	10	0,40	4	0,16	8,00	15,00	1,88
23-24	6	0,24	3	0,12	4,50	7,00	1,56
25-26	3	0,12	2	0,08	2,00	2,50	1,25
27-28	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00
29-30	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00

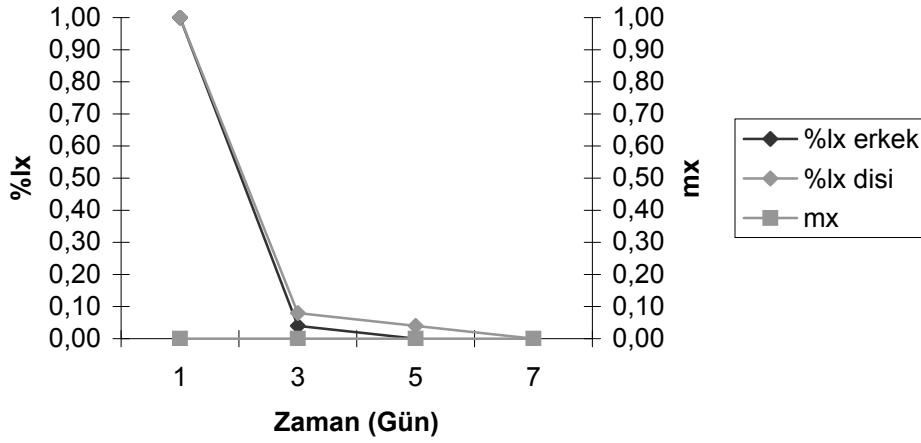
Ro	*
Tc	*
rm	*
λ	*
b	*
d	*
rm/b	*
b/d	*

4.3.1.6. 35°C sıcaklık koşulu için hayat tablosu bulguları

35°C'de yetiştirilen larvalardan elde edilen dişi ve erkek bireylere ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Buna göre; dişi bireyler en fazla 7-8 gün, erkek bireyler 5-6 gün yaş aralığında hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu dişiler için $2,24 \pm 0,86$, erkekler için $2,08 \pm 0,39$ gün olarak bulunmuştur. Dişi ve erkek bireylerin beklenen ortalama ömür uzunluğu karşılaştırıldığında, dişi bireylerin e_x değerinin, erkek bireylere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, hayatta kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkeklerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermektedir. Bu sıcaklık koşulunda hem dişi hem de erkeklerde erginleşmenin görüldüğü ilk yaşlarda bireylerin çoğunun öldüğü gözlenmiştir.

Erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.23'de gösterilmiştir. Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 0,68 gün olarak bulunmuştur. Dişilerde beklenen ortalama ömür uzunluğu 0,87 gün olarak

hesaplanmıştır. Dişilerde kan emme erginleşmenin görüldüğü ilk günde başlamasına rağmen yumurta bırakan dişi olmamıştır. Bu sebeple net üreme oranı (R_0), ortalama döl süresi (T_c) ve doğal artış oranı (r_m) değerleri hesaplanamamıştır.



Şekil 4.10. 35°C sıcaklıkta insektaryumda yetiştirilen erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

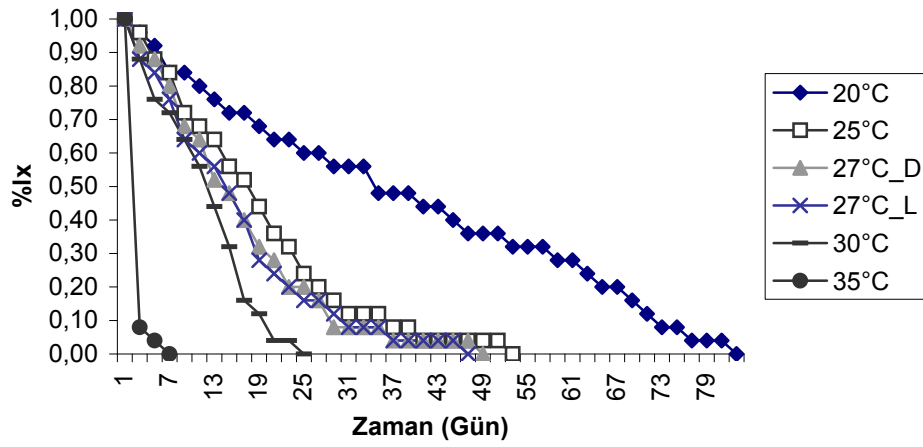
Çizelge 4.23. 35°C sıcaklık koşulunda yetiştirilen *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları. (* yumurta bırakılmadığı için hesaplanamayan değerler)

35°C DIŞI												
0-11	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
12-13	25	1,00	23	0,92	0,00	0,00	0,00	0,54	0,62	1,15	*	*
14-15	2	0,08	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,06	0,08	1,33	*	*
16-17	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	*	*
18-19	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*

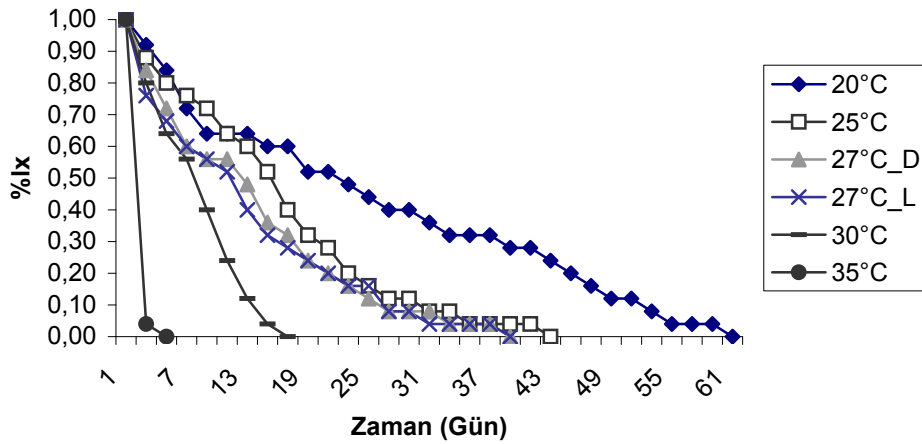
35°C ERKEK							
0-11	yumurta+larva+pupa süresi (gün)						
x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
12-13	25	1,00	24	0,96	13,00	13,50	1,04
14-15	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00
16-17	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00

R₀	*
T_c	*
r_m	*
λ	*
b	*
d	*
r_m/b	*
b/d	*

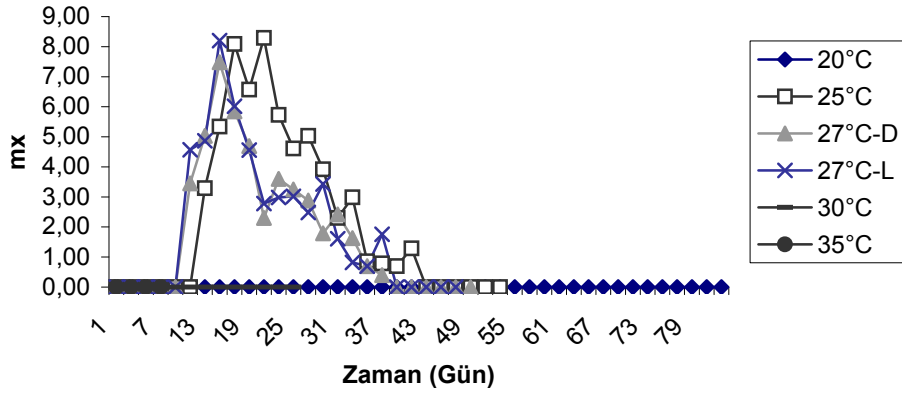
Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de farklı sıcaklık koşullarında hazırlanan hayat tablolarından elde edilen dişi ve erkeklere ait $%l_x$ grafikleri verilmiştir. Bu grafiklere göre sıcaklık azaldıkça hem dişi hem de erkek bireylerde yaşam süresi uzamaktadır. Şekil 4.13’de farklı sıcaklıklarda yetiştirilen *An. superpictus* larvalarından elde edilen m_x değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.11. Farklı sıcaklıklarda yetişen *An. superpictus* dişilerinin hayatta kalma eğrilerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.12. Farklı sıcaklıklarda yetişen *An. superpictus* erkeklerinin hayatta kalma eğrilerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.13. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen *An. superpictus* larvalarından elde edilen mx değerlerinin karşılaştırılması.

4.3.2. Larvaların Standart İnektaryum Koşullarında (27°C) Yetiştirilmesiyle Elde Edilen Erginlerin Değişik Sıcaklık Koşulları Altındaki Hayat Tablosu Bulguları

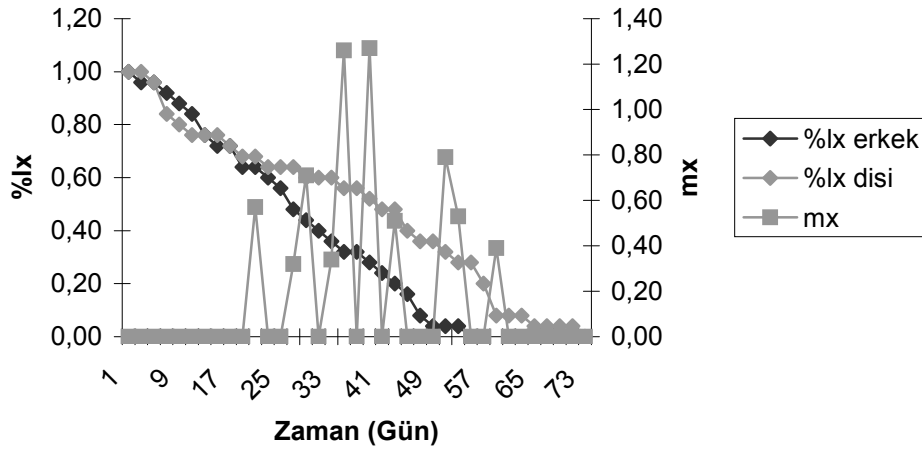
4.3.2.1. 27-20°C sıcaklık koşulu için hayat tablosu bulguları

27°C'de yetiştirilen larvaların ergin dönemde 20°C'ye alınmasıyla hazırlanan hayatta kalma eğrileri Şekil 4.14'te gösterilmiştir. Buna göre; dişilerin ortalama ömür uzunluğu $35,76 \pm 21,17$ gün, erkeklerin $27,2 \pm 14,58$ gün olarak bulunmuştur. Dişi bireyler en fazla 73-74 gün, erkekler 55-56 gün yaş aralığına kadar hayatta kalabilmişlerdir. Bu sıcaklık koşulunda dişi bireylerde 5-6 gün yaş aralığında ölüm oranında artış olduğu, 59-60 gün yaş aralığında ölüm oranının oldukça azaldığı tespit edilmiştir. Erkeklerde gözlenen yüksek ölüm oranlarının 41-42 gün yaş aralığına gelindiğinde oldukça azaldığı tespit edilmiştir.

Dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.24'te gösterilmiştir. Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 6,56 gün, dişilerde ise 9,09 gün olarak hesaplanmıştır. Hem dişi hem de erkeklerde e_x değeri yaş ilerledikçe azalmıştır. Dişi ve erkek bireylerin beklenen ortalama ömür uzunluğu karşılaştırıldığında, dişi bireyler için e_x 'in, erkek bireylere göre daha yüksek değer aldığı belirlenmiştir. Bu durum, dişi ve erkek bireylere ait hayatta

kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkeklerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermiştir. Bu sıcaklık koşulunda kan emme erginleşmenin görüldüğü ilk yaşta başlamıştır. İlk yumurta bırakma 21. günde meydana gelmiştir. Bu yaştan itibaren m_x yaşla birlikte önce artan 39-40 yaş aralığından sonra da giderek azalan değerler almışlardır. En son yumurta 59. günde bırakılmıştır. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 1088,85 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 63-64 yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 6,69 olarak bulunmuştur.

Hipotetik m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 3,27, ortalama döl süresi (T_c) 49,62 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,05 bulunmuştur, buna göre gün başına her bir takım dişi için 0,05 dişi döl üretmektedir. Horizontal hayat tablosu verilerine göre hesaplanan bir diğer populasyon parametresi olan artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,05 olarak bulunmuştur. Buna göre, gün başına 20°C sıcaklık koşulunda her bir takım dişisi için 1,05 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.14. 27-20°C sıcaklıkta erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.

Çizelge 4.24. 27-20°C sıcaklık koşulunda *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları.

27-20°C DIŞI												
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
17-18	25	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	17,38	17,38	1,05	0,91
19-20	25	1,00	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,98	16,38	16,71	1,15	0,81
21-22	24	0,96	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,90	15,40	17,11	1,32	0,68
23-24	21	0,84	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,82	14,50	17,68	1,66	0,56
25-26	20	0,80	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,78	13,68	17,54	1,92	0,49
27-28	19	0,76	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	12,90	16,97	2,22	0,43
29-30	19	0,76	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	12,14	15,97	2,44	0,39
31-32	19	0,76	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,74	11,38	15,38	2,69	0,35
33-34	18	0,72	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,70	10,64	15,20	3,12	0,30
35-36	17	0,68	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	9,94	14,62	3,63	0,26
37-38	17	0,68	1	0,04	0,57	0,39	13,57	0,66	9,26	14,03	3,99	0,23
39-40	16	0,64	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	8,60	13,44	4,66	0,20
41-42	16	0,64	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	7,96	12,44	5,13	0,19
43-44	16	0,64	1	0,04	0,32	0,20	8,40	0,62	7,32	11,81	5,64	0,16
45-46	15	0,60	0	0,00	0,71	0,43	18,32	0,60	6,70	11,17	6,62	0,14
47-48	15	0,60	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	6,10	10,17	7,28	0,13
49-50	15	0,60	1	0,04	0,34	0,20	9,59	0,58	5,50	9,48	8,00	0,12
51-52	14	0,56	0	0,00	1,26	0,71	34,57	0,56	4,92	8,79	9,43	0,10
53-54	14	0,56	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,54	4,36	8,07	10,37	0,09
55-56	13	0,52	1	0,04	1,27	0,66	35,00	0,50	3,82	7,64	12,29	0,08
57-58	12	0,48	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	3,32	6,92	14,64	0,07
59-60	12	0,48	2	0,08	0,51	0,24	13,95	0,44	2,84	6,45	16,10	0,05
61-62	10	0,40	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,38	2,40	6,32	21,24	0,04
63-64	9	0,36	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	2,02	5,61	25,96	0,04
65-66	9	0,36	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,34	1,66	4,88	28,55	0,03
67-68	8	0,32	1	0,04	0,79	0,25	16,43	0,30	1,32	4,40	35,32	0,03
69-70	7	0,28	0	0,00	0,53	0,15	9,94	0,28	1,02	3,64	44,40	0,02
71-72	7	0,28	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,24	0,74	3,08	48,83	0,02
73-74	5	0,20	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,14	0,50	3,57	75,18	0,01
75-76	2	0,08	0	0,00	0,39	0,03	2,28	0,08	0,36	4,50	206,70	0,01
77-78	2	0,08	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,28	3,50	227,32	0,00
79-80	2	0,08	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,06	0,20	3,33	250,00	0,00
81-82	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,14	3,50	0,00	0,00
83-84	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	2,50	0,00	0,00
85-86	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	1,50	0,00	0,00
87-88	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	0,00	0,00
89-90	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

27-20°C ERKEK							
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)						
x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
17-18	25	1,00	1	0,04	24,50	327,50	13,37
19-20	24	0,96	0	0,00	24,00	303,00	12,63
21-22	24	0,96	1	0,04	23,50	279,00	11,87
23-24	23	0,92	1	0,04	22,50	255,50	11,36
25-26	22	0,88	1	0,04	21,50	233,00	10,84
27-28	21	0,84	2	0,08	20,00	211,50	10,58
29-30	19	0,76	1	0,04	18,50	191,50	10,35
31-32	18	0,72	0	0,00	18,00	173,00	9,61
33-34	18	0,72	2	0,08	17,00	155,00	9,12
35-36	16	0,64	0	0,00	16,00	138,00	8,63
37-38	16	0,64	1	0,04	15,50	122,00	7,87
39-40	15	0,60	1	0,04	14,50	106,50	7,34
41-42	14	0,56	2	0,08	13,00	92,00	7,08
43-44	12	0,48	1	0,04	11,50	79,00	6,87
45-46	11	0,44	1	0,04	10,50	67,50	6,43
47-48	10	0,40	1	0,04	9,50	57,00	6,00
49-50	9	0,36	1	0,04	8,50	47,50	5,59
51-52	8	0,32	0	0,00	8,00	39,00	4,88
53-54	8	0,32	1	0,04	7,50	31,00	4,13
55-56	7	0,28	1	0,04	6,50	23,50	3,62
57-58	6	0,24	1	0,04	5,50	17,00	3,09
59-60	5	0,20	1	0,04	4,50	11,50	2,56
61-62	4	0,16	2	0,08	3,00	7,00	2,33
63-64	2	0,08	1	0,04	1,50	4,00	2,67
65-66	1	0,04	0	0,00	1,00	2,50	2,50
67-68	1	0,04	0	0,00	1,00	1,50	1,50
69-70	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00
71-72	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00

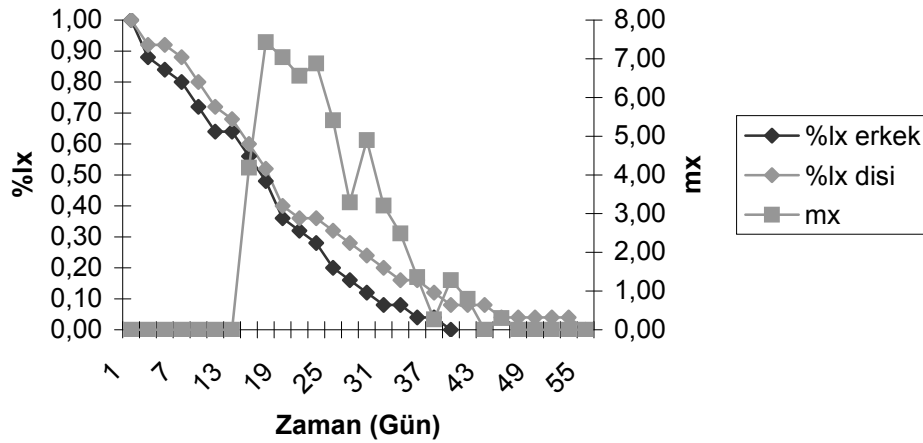
Ro	3,27
Tc	49,62
rm	0,048
λ	1,049
b	0,135
d	0,087
rm/b	0,354
b/d	1,547

4.3.2.2. 27-25°C sıcaklık koşulu için hayat tablosu bulguları

27°C'de yetiştirilen ve erginleştikleri ilk gün 25°C koşuluna alınan bireylere ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.15'te verilmiştir. Buna göre; dişilerin ortalama ömür uzunluğu $20,16 \pm 12,94$ gün, erkeklerin $16,48 \pm 9,95$ gün olarak bulunmuştur. Dişi bireyler en fazla 55-56 gün, erkekler 39-40 gün yaş aralığına kadar hayatta kalabilmişlerdir. Bu sıcaklık koşulunda hem dişi hem de erkek bireylerde erken yaşlarda görülen yüksek ölüm oranları 29-30 gün yaş aralığına gelindiğinde azalma göstermiştir.

Dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.25'te gösterilmiştir. Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 4,25 gün, dişilerde ise 5,56 gün olarak hesaplanmıştır. Hem dişi hem de erkeklerde e_x değeri yaş ilerledikçe azalmıştır. Dişi ve erkek bireylerin beklenen ortalama ömür uzunluğu karşılaştırıldığında, dişi bireyler için e_x 'in, erkek bireylere göre daha yüksek değer aldığı belirlenmiştir. Bu durum, dişi ve erkek bireylere ait hayatta kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkeklerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermiştir. Bu sıcaklık koşulunda kan emme erginleşmenin görüldüğü ilk yaşta başlamıştır. İlk yumurta bırakma 14. günde meydana gelmiştir. Bu yaştan itibaren m_x değerinin en yüksek değerine 17. günde ulaştığı bu tarihten sonra genel olarak azalmakla birlikte 29-30, 39-40 ve 45-46 yaş aralıklarında artış görülmüştür. En son yumurta 45. günde bırakılmıştır. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 90780,80 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 45-46 yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 55,41 olarak bulunmuştur.

Hipotetik m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 19,33, ortalama döl süresi (T_c) 35,46 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,17 bulunmuştur, gün başına her bir takım dişisi 0,17 dişi döl üretmektedir. Horizontal hayat tablosu verilerine göre hesaplanan bir diğer populasyon parametresi olan artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,18 olarak bulunmuştur. Buna göre, gün başına 25°C sıcaklık koşulunda her bir takım dişisi için 1,18 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.15. 27-25°C sıcaklıkta erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.25. 27-25°C sıcaklık koşulunda *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları.

27-25°C DIŞI												
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
17-18	25	1,00	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,96	9,58	9,98	1,18	0,69
19-20	23	0,92	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	8,62	9,37	1,79	0,47
21-22	23	0,92	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,90	7,70	8,56	2,50	0,33
23-24	22	0,88	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,84	6,80	8,10	3,65	0,22
25-26	20	0,80	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,76	5,96	7,84	5,60	0,14
27-28	18	0,72	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,70	5,20	7,43	8,68	0,09
29-30	17	0,68	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,64	4,50	7,03	12,82	0,06
31-32	15	0,60	2	0,08	4,19	2,51	72,91	0,56	3,86	6,89	20,27	0,04
33-34	13	0,52	3	0,12	7,43	3,86	119,77	0,46	3,30	7,17	32,63	0,02
35-36	10	0,40	1	0,04	7,04	2,82	92,93	0,38	2,84	7,47	59,19	0,01
37-38	9	0,36	0	0,00	6,56	2,36	82,66	0,36	2,46	6,83	91,76	0,01
39-40	9	0,36	1	0,04	6,88	2,48	91,64	0,34	2,10	6,18	128,03	0,01
41-42	8	0,32	1	0,04	5,41	1,73	67,52	0,30	1,76	5,87	200,96	0,00
43-44	7	0,28	1	0,04	3,29	0,92	37,77	0,26	1,46	5,62	320,46	0,00
45-46	6	0,24	1	0,04	4,90	1,18	50,57	0,22	1,20	5,45	521,65	0,00
47-48	5	0,20	1	0,04	3,21	0,64	28,89	0,18	0,98	5,44	873,42	0,00
49-50	4	0,16	0	0,00	2,49	0,40	18,72	0,16	0,80	5,00	1523,32	0,00
51-52	4	0,16	1	0,04	1,36	0,22	10,66	0,14	0,64	4,57	2125,46	0,00
53-54	3	0,12	1	0,04	0,27	0,03	1,65	0,10	0,50	5,00	3954,15	0,00
55-56	2	0,08	0	0,00	1,28	0,10	5,43	0,08	0,40	5,00	8275,73	0,00
57-58	2	0,08	0	0,00	0,80	0,06	3,52	0,08	0,32	4,00	11546,96	0,00
59-60	2	0,08	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,06	0,24	4,00	16111,24	0,00
61-62	1	0,04	0	0,00	0,30	0,01	0,71	0,04	0,18	4,50	44959,38	0,00
63-64	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,14	3,50	0,00	0,00
65-66	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	2,50	0,00	0,00
67-68	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	1,50	0,00	0,00
69-70	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	0,00	0,00
71-72	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

27-25°C ERKEK							
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)						
x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
17-18	25	1,00	3	0,12	23,50	193,50	8,23
19-20	22	0,88	1	0,04	21,50	170,00	7,91
21-22	21	0,84	1	0,04	20,50	148,50	7,24
23-24	20	0,80	2	0,08	19,00	128,00	6,74
25-26	18	0,72	2	0,08	17,00	109,00	6,41
27-28	16	0,64	0	0,00	16,00	92,00	5,75
29-30	16	0,64	2	0,08	15,00	76,00	5,07
31-32	14	0,56	2	0,08	13,00	61,00	4,69
33-34	12	0,48	3	0,12	10,50	48,00	4,57
35-36	9	0,36	1	0,04	8,50	37,50	4,41
37-38	8	0,32	1	0,04	7,50	29,00	3,87
39-40	7	0,28	2	0,08	6,00	21,50	3,58
41-42	5	0,20	1	0,04	4,50	15,50	3,44
43-44	4	0,16	1	0,04	3,50	11,00	3,14
45-46	3	0,12	1	0,04	2,50	7,50	3,00
47-48	2	0,08	0	0,00	2,00	5,00	2,50
49-50	2	0,08	1	0,04	1,50	3,00	2,00
51-52	1	0,04	0	0,00	1,00	1,50	1,50
53-54	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00
55-56	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00

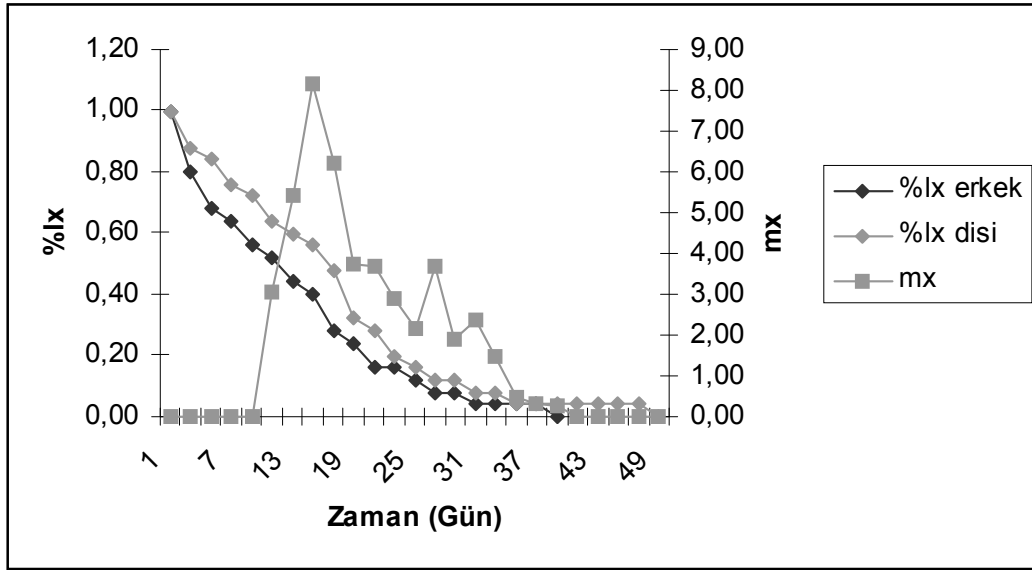
Ro	19,33
Tc	35,46
rm	0,17
λ	1,18
b	0,39
d	0,22
rm/b	0,43
b/d	1,76

4.3.2.3. 27-27°C sıcaklık koşulu için hayat tablosu bulguları

27°C'de yetiştirilen ve iklim dolabına alınan larvalardan çıkan dişi ve erkeklere ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.16'da verilmiştir. Buna göre; dişilerin ortalama ömür uzunluğu $16,24 \pm 10,77$ gün, erkeklerin $12,64 \pm 9,61$ gün olarak bulunmuştur. Dişi bireyler en fazla 55-56 gün, erkekler 39-40 gün yaş aralığına kadar hayatta kalabilmişlerdir. Bu sıcaklık koşulunda hem dişi hem de erkek bireylerde erken yaşlarda görülen yüksek ölüm oranları 27-28 gün yaş aralığına gelindiğinde azalma göstermiştir.

Dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.26'da gösterilmiştir. Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 4,02 gün, dişilerde ise 4,9 gün olarak hesaplanmıştır. Hem dişi hem de erkek bireylerde e_x değeri yaş ilerledikçe azalmıştır. Dişi ve erkek bireylerin beklenen ortalama ömür uzunluğu karşılaştırıldığında, dişi bireyler için e_x 'in, erkek bireylere göre daha yüksek değer aldığı belirlenmiştir. Bu durum, dişi ve erkek bireylere ait hayatta kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkeklerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermektedir. Bu sıcaklık koşulunda kan emme erginleşmenin görüldüğü ilk yaşta başlamıştır. İlk yumurta bırakma 14. Günde, son yumurta 49. günde meydana gelmiştir. m_x en yüksek değerini 16. günde almıştır, ilerleyen yaşla birlikte m_x değerinde azalma gözlenmekle beraber 27 ve 31. günlerde artışlar görülmüştür. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 87422,41 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 39-40 yaş aralığında ulaşılmıştır.

Hipotetik m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 16,92, ortalama döl süresi (T_c) 30,49 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,19 bulunmuştur, buna göre 27°C sıcaklık koşulunda gün başına her bir takım dişisi için 0,19 dişi döl üretmektedir. Horizontal hayat tablosu verilerine göre hesaplanan bir diğer populasyon parametresi olan artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,20 olarak bulunmuştur. Buna göre, gün başına 27°C sıcaklık koşulunda her bir takım dişisi için 1,20 birey üretildiği sonucuna varılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 45,74 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.16. 27-27°C sıcaklıkta erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.26. 27-27°C sıcaklık koşulunda *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları.

27-27°C DIŞI												
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
17-18	25	1,00	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,94	7,62	8,11	1,20	0,65
19-20	22	0,88	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,86	6,68	7,77	1,98	0,41
21-22	21	0,84	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,80	5,82	7,28	3,00	0,26
23-24	19	0,76	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,74	5,02	6,78	4,80	0,17
25-26	18	0,72	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,68	4,28	6,29	7,34	0,11
27-28	16	0,64	1	0,04	3,03	1,94	48,48	0,62	3,60	5,81	11,95	0,07
29-30	15	0,60	1	0,04	5,44	3,26	88,13	0,58	2,98	5,14	18,45	0,04
31-32	14	0,56	2	0,08	8,16	4,57	132,52	0,52	2,40	4,62	28,62	0,03
33-34	12	0,48	4	0,16	6,19	2,97	92,11	0,40	1,88	4,70	48,34	0,01
35-36	8	0,32	1	0,04	3,75	1,20	39,60	0,30	1,48	4,93	104,96	0,01
37-38	7	0,28	2	0,08	3,68	1,03	36,06	0,24	1,18	4,92	173,65	0,00
39-40	5	0,20	1	0,04	2,92	0,58	21,61	0,18	0,94	5,22	351,92	0,00
41-42	4	0,16	1	0,04	2,18	0,35	13,60	0,14	0,76	5,43	636,80	0,00
43-44	3	0,12	0	0,00	3,66	0,44	18,01	0,12	0,62	5,17	1229,11	0,00
45-46	3	0,12	1	0,04	1,87	0,22	9,65	0,10	0,50	5,00	1779,26	0,00
47-48	2	0,08	0	0,00	2,37	0,19	8,53	0,08	0,40	5,00	3863,51	0,00
49-50	2	0,08	1	0,04	1,45	0,12	5,45	0,06	0,32	5,33	5592,83	0,00
51-52	1	0,04	0	0,00	0,50	0,02	0,98	0,04	0,26	6,50	16192,40	0,00
53-54	1	0,04	0	0,00	0,30	0,01	0,61	0,04	0,22	6,50	23440,18	0,00
55-56	1	0,04	0	0,00	0,24	0,01	0,51	0,04	0,18	4,50	33932,10	0,00
57-58	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,14	3,50	0,00	0,00
59-60	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	2,50	0,00	0,00
61-62	1	0,04	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	1,50	0,00	0,00
63-64	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	0,00	0,00
65-66	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

27-27°C ERKEK							
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)						
x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
17-18	25	1,00	5	0,20	22,50	145,50	6,47
19-20	20	0,80	3	0,12	18,50	123,00	6,65
21-22	17	0,68	1	0,04	16,50	104,50	6,33
23-24	16	0,64	2	0,08	15,00	88,00	5,87
25-26	14	0,56	1	0,04	13,50	73,00	5,41
27-28	13	0,52	2	0,08	12,00	59,50	4,96
29-30	11	0,44	1	0,04	10,50	47,50	4,52
31-32	10	0,40	3	0,12	8,50	37,00	4,35
33-34	7	0,28	1	0,04	6,50	28,50	4,38
35-36	6	0,24	2	0,08	5,00	22,00	4,40
37-38	4	0,16	0	0,00	4,00	17,00	4,25
39-40	4	0,16	1	0,04	3,50	13,00	3,71
41-42	3	0,12	1	0,04	2,50	9,50	3,80
43-44	2	0,08	0	0,00	2,00	7,00	3,50
45-46	2	0,08	1	0,04	1,50	5,00	3,33
47-48	1	0,04	0	0,00	1,00	3,50	3,50
49-50	1	0,04	0	0,00	1,00	2,50	2,50
51-52	1	0,04	0	0,00	1,00	1,50	1,50
53-54	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00
55-56	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00

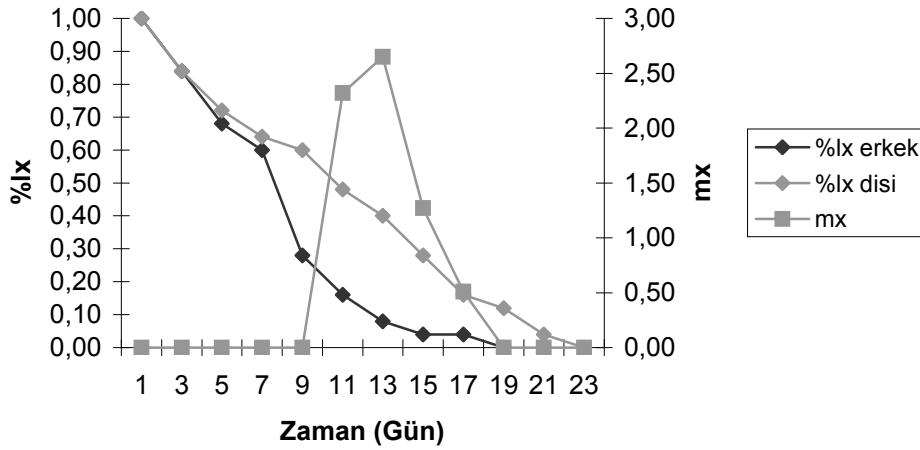
Ro	16,92
Tc	30,49
rm	0,19
λ	1,20
b	0,45
d	0,26
rm/b	0,41
b/d	1,71

4.3.2.4. 27-30°C sıcaklık koşulu için hayat tablosu bulguları

27°C'de yetiştirilen ve 30°C koşuluna alınan dişi ve erkeklere ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.17'de verilmiştir. Buna göre; dişilerin ortalama ömür uzunluğu $10,56 \pm 6,21$ gün, erkeklerin $7,44 \pm 3,94$ gün olarak bulunmuştur. Dişi bireyler en fazla 23-24 gün, erkekler 19-20 gün yaş aralığına kadar hayatta kalabilmişlerdir. Bu sıcaklık koşulunda diğer sıcaklıklara göre hem dişi hem de erkeklerde erken yaşlardan itibaren daha hızlı ölümlerin meydana geldiği gözlenmiştir. Özellikle erkeklerde 8.günde ölüm oranının oldukça yükseldiği tespit edilmiştir.

Dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.27'de gösterilmiştir. Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 1,96 gün, dişilerde ise 2,76 gün olarak hesaplanmıştır. Hem dişi hem de erkek bireylerde e_x değeri yaş ilerledikçe azalmıştır. Dişi ve erkek bireylerin beklenen ortalama ömür uzunluğu karşılaştırıldığında, dişi bireyler için e_x 'in, erkek bireylere göre daha yüksek değer aldığı belirlenmiştir. Bu durum, dişi ve erkek bireylere ait hayatta kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkeklerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermektedir. Bu sıcaklık koşulunda kan emme erginleşmenin görüldüğü ilk yaşta başlamıştır. İlk yumurta bırakma 11 ve 12. günler arasında meydana gelmiştir. m_x en yüksek değerini 13. günde almıştır, ilerleyen yaşla birlikte m_x değerinde azalma gözlenmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 85,9 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 19-20 yaş aralığında ulaşılmıştır.

Hipotetik m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 2,61, ortalama döl süresi (T_c) 26,54 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,07 bulunmuştur, buna göre 30°C sıcaklık koşulunda gün başına her bir takım dişisi için 0,07 dişi döl üretmektedir. Horizontal hayat tablosu verilerine göre hesaplanan bir diğer populasyon parametresi olan artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,08 olarak bulunmuştur. Buna göre, gün başına 30°C sıcaklık koşulunda her bir takım dişisi için 1,08 birey üretildiği sonucuna varılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 6,75 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.17. 27-30°C sıcaklıkta erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.27. 27-30°C sıcaklık koşulunda *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları.

27-30°C DIŞI												
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	1/b	
17-18	25	1,00	4	0,16	0,00	0,00	0,00	0,92	4,78	5,20	1,07	0,80
19-20	21	0,84	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,78	3,86	4,95	1,48	0,59
21-22	18	0,72	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,68	3,08	4,53	1,99	0,44
23-24	16	0,64	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,62	2,40	3,87	2,59	0,35
25-26	15	0,60	3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,54	1,78	3,30	3,19	0,26
27-28	12	0,48	2	0,08	2,32	1,11	27,84	0,44	1,24	2,82	4,60	0,19
29-30	10	0,40	3	0,12	2,65	1,06	28,62	0,34	0,80	2,35	6,38	0,12
31-32	7	0,28	3	0,12	1,27	0,36	10,31	0,22	0,46	2,09	10,53	0,07
33-34	4	0,16	1	0,04	0,51	0,08	2,53	0,14	0,24	1,71	21,29	0,04
35-36	3	0,12	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,08	0,10	1,25	32,78	0,02
37-38	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	0,00	0,00
39-40	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

27-30°C ERKEK												
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b			
17-18	25	1,00	4	0,16	23,00	80,50	3,50					
19-20	21	0,84	4	0,16	19,00	57,50	3,03					
21-22	17	0,68	2	0,08	16,00	38,50	2,41					
23-24	15	0,60	8	0,32	11,00	22,50	2,05					
25-26	7	0,28	3	0,12	5,50	11,50	2,09					
27-28	4	0,16	2	0,08	3,00	6,00	2,00					
29-30	2	0,08	1	0,04	1,50	3,00	2,00					
31-32	1	0,04	0	0,00	1,00	1,50	1,50					
33-34	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00					
35-36	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00					

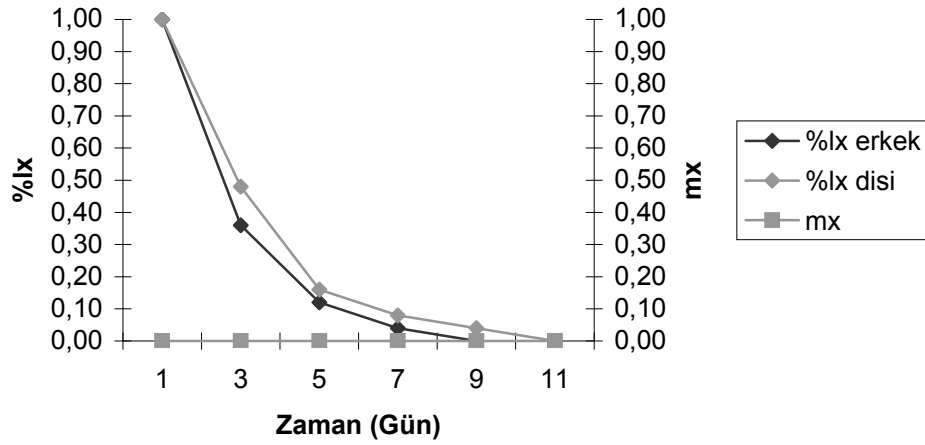
Ro	2,61
Tc	26,54
rm	0,07
λ	1,07
b	0,30
d	0,23
rm/b	0,24
b/d	1,32

4.3.2.5. 27-35°C sıcaklık koşulu için hayat tablosu bulguları

27°C'de yetiştirilen ve 35°C'ye alınan dişi ve erkeklere ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.18'de gösterilmiştir. Buna göre; dişi bireyler en fazla 11-12 gün, erkek bireyler 5-6 gün yaş aralığında hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu dişiler için $3,52 \pm 2,06$ gün, erkekler için $3,04 \pm 1,61$ gün olarak bulunmuştur. Dişi ve erkek bireylerin beklenen ortalama ömür uzunluğu karşılaştırıldığında, dişi bireylerin e_x değerinin, erkek bireylere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu

durum, hayatta kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkeklerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermektedir. Bu sıcaklık koşulunda hem dişi hem de erkeklerde erginleşmenin görüldüğü ilk yaşlarda bireylerin çoğunun öldüğü, 5. günden itibaren ölüm oranında azalma olduğu tespit edilmiştir.

Dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri Çizelge 4.28'de verilmiştir. Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 1,03 gün olarak bulunmuştur. Dişilerde beklenen ortalama ömür uzunluğu 1,22 gün olarak hesaplanmıştır. Dişilerde kan emme erginleşmenin görüldüğü ilk günde başlamasına rağmen yumurta bırakan dişi olmamıştır. Bu sebeple net üreme oranı (R_0), ortalama döl süresi (T_c) ve doğal artış oranı (r_m) değerleri hesaplanamamıştır.



Şekil 4.18. 27-35°C sıcaklıkta erkek ve dişilerde hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.28. 27-35°C sıcaklık koşulunda *An. superpictus* dişi ve erkeklerine ait hayat tabloları.

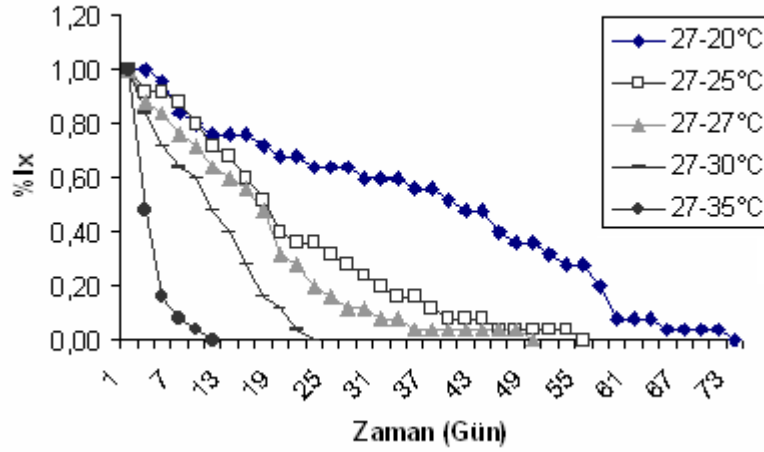
(* yumurta bırakılmadığı için hesaplanamayan değerler)

27-35°C DIŞI												
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)											
x	lx	%lx	dx	%qx	Hip.mx	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
17-18	25	1,00	13	0,52	0,00	0,00	0,00	0,74	1,26	1,70	*	*
19-20	12	0,48	8	0,32	0,00	0,00	0,00	0,32	0,52	1,63	*	*
21-22	4	0,16	2	0,08	0,00	0,00	0,00	0,12	0,20	1,67	*	*
23-24	2	0,08	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,06	0,08	1,33	*	*
25-26	1	0,04	1	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,00	*	*
27-28	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	*

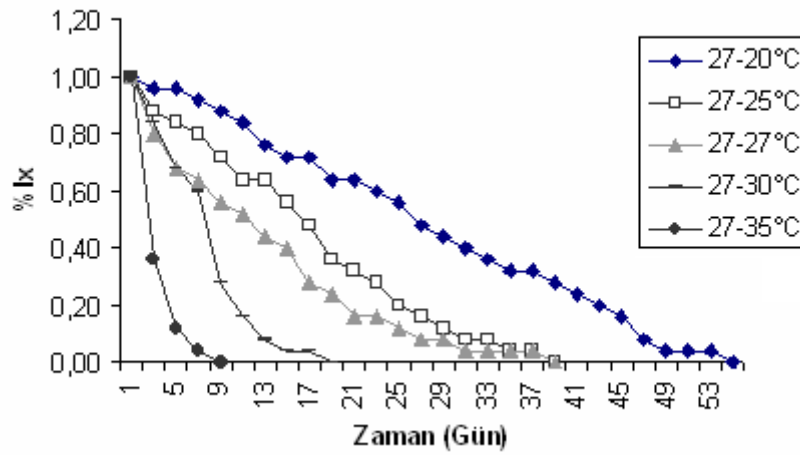
27-35°C ERKEK							
0-16	yumurta+larva+pupa süresi (gün)						
x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
17-18	25	1,00	16	0,64	17,00	25,50	1,50
19-20	9	0,36	6	0,24	6,00	8,50	1,42
21-22	3	0,12	2	0,08	2,00	2,50	1,25
23-24	1	0,04	1	0,04	0,50	0,50	1,00
25-26	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00

R_0	*
T_c	*
r_m	*
λ	*
b	*
d	*
rm/b	*
b/d	*

Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de ergin öncesi dönemlerini insektaryumda geçirip farklı sıcaklık koşullarına alınan bireyler için hazırlanan hayat tablolarından elde edilen dişi ve erkeklere ait %lx grafikleri verilmiştir. Bu grafiklere göre farklı sıcaklıklarda yetişen gruplarda olduğu gibi sıcaklık azaldıkça hem dişi hem de erkek bireylerde yaşam süresinin arttığı tespit edilmiştir.

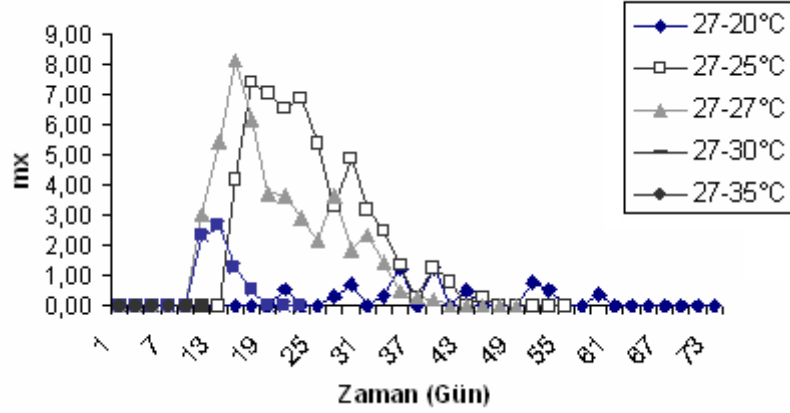


Şekil 4.19. Insektaryumda (27°C) yetiştirilip farklı sıcaklıklarda deneye alınan dişilerin ömür uzunluklarının karşılaştırılması.



Şekil 4.20. Insektaryumda (27°C) yetiştirilip farklı sıcaklıklarda deneye alınan erkeklerin ömür uzunluklarının karşılaştırılması.

Şekil 4.21’de farklı sıcaklık koşullarında hazırlanan hayat tablolarından elde edilen dişilere ait m_x grafikleri verilmiştir.

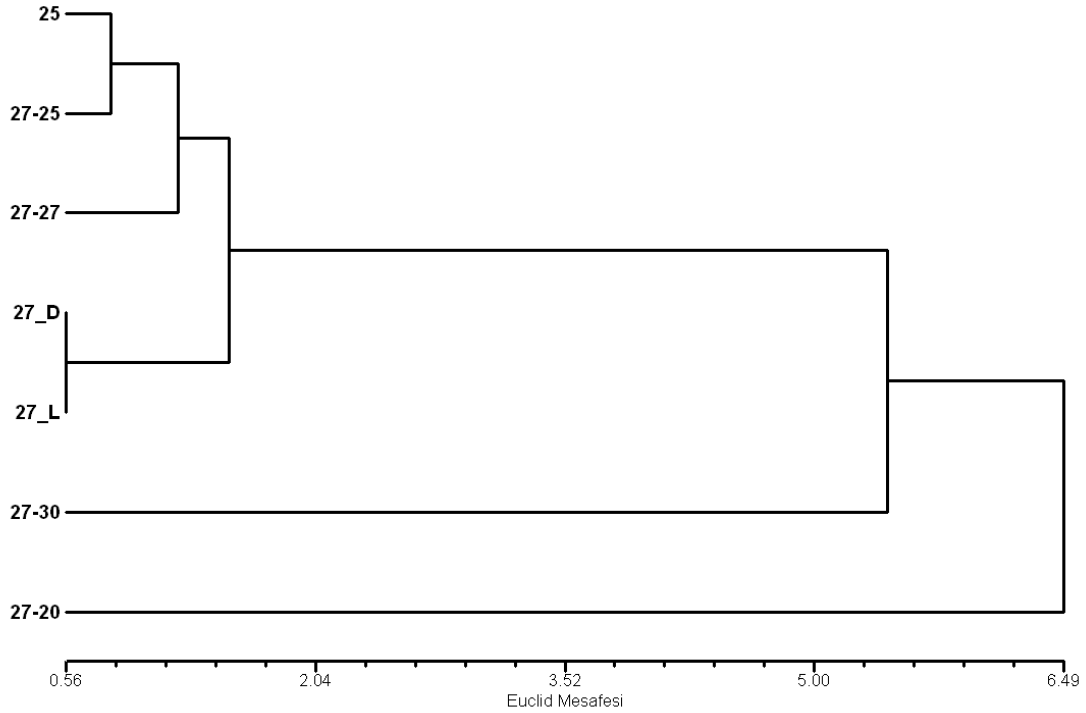


Şekil 4.21. İnsektaryumda (27°C) yetiştirilip, farklı sıcaklıklarda deneye alınan dişilerde m_x değerlerinin karşılaştırılması.

An. superpictus'ta ergin dönem hayat tablosu bulgularına ait R_0 , r_m , T_c , b , d , λ ile dişi ve erkeklerde ortalama e_x ve toplam V_x değerleri kullanılarak, SAHN kümeleme yöntemi ve Euclid mesafesi temel alınarak UPGMA fenogramı hazırlanmıştır (Çizelge 4.29 ve Şekil 4.22). Bu fenogramın hazırlanmasında R_0 , r_m , T_c gibi populasyon parametrelerinin hesaplanamaması nedeniyle yumurta veriminin görülmediği sıcaklıklar olan 20°C, 30°C, 35°C ile 27°C-35°C kullanılmamıştır. Fenogram incelendiğinde, bu verilerin farklı sıcaklıklarda yetiştirilerek elde edilen hayat tablosu verileri kullanılarak hazırlanan UPGMA fenogramı ile her iki grubun da ergin öncesi döneme ait sonuçlar ile paralellik gösterdiği gözlenmiştir. 27°C-20°C, 27°C-30°C grupları ile 27°C-25°C, 25°C, 27°C-D, 27°C-L ve 27°C-27°C olarak üç temel grubun meydana geldiği görülmektedir.

Çizelge 4.29. *An. superpictus*'ta ergin döneme ait hayat tablosu verileri.

	20°C	25°C	27°C D	27°C L	30°C	35°C	27°C-20°C	27°C-25°C	27°C-27°C D	27°C-30°C	27°C-35°C
Ro	0,00	20,66	15,27	15,97	0,00	0,00	3,27	19,33	16,92	2,61	0,00
Tc	0,00	34,71	30,78	30,47	0,00	0,00	49,62	35,46	30,49	26,54	0,00
rm	0,00	0,17	0,18	0,18	0,00	0,00	0,05	0,17	0,19	0,07	0,00
λ	0,00	1,19	1,19	1,20	0,00	0,00	1,05	1,18	1,20	1,08	0,00
b	0,00	0,41	0,43	0,45	0,00	0,00	0,14	0,39	0,45	0,30	0,00
d	0,00	0,23	0,25	0,27	0,00	0,00	0,09	0,22	0,26	0,23	0,00
rm/b	0,00	0,43	0,42	0,41	0,00	0,00	0,35	0,43	0,41	0,24	0,00
b/d	0,00	1,75	1,71	1,68	0,00	0,00	1,55	1,76	1,71	1,32	0,00
Ort. dişi ex	10,49	5,48	4,89	4,73	2,78	0,87	9,09	5,56	4,90	2,76	1,22
Ort. erkek ex	7,37	4,58	4,07	4,08	1,97	0,68	6,56	4,25	4,02	1,96	1,03
Toplam Vx	0,00	66679,26	34337,34	39735,73	0,00	0,00	1088,85	90780,80	87422,41	85,90	0,00



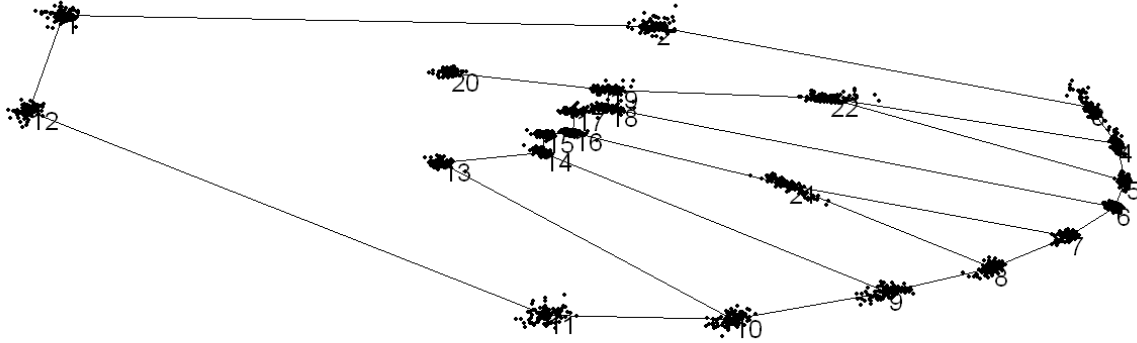
Şekil 4.22. *An. superpictus*'ta insektaryumda yetiştirilen bireylerin ergin döneme ait hayat tablosu verisi temel alınarak hazırlanan UPGMA fenogramı.

4.4. Morfometrik Bulgular

Geometrik morfometri çalışlarında sağ ön kanattan tespit edilen 22 landmark kullanılarak erkek ve dişi bireylerde ayrı analiz yapılmıştır.

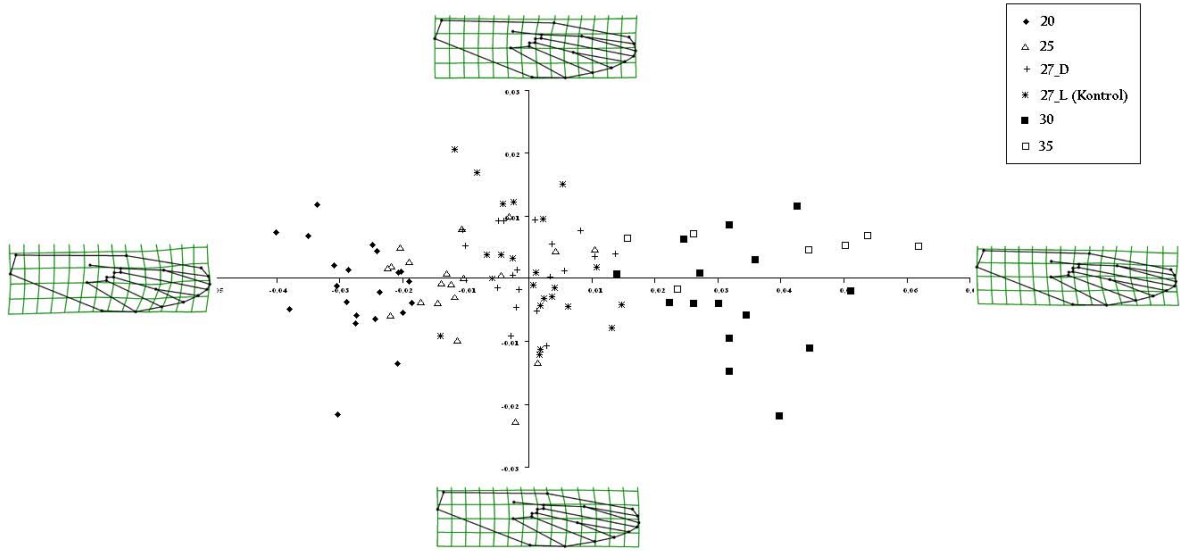
4.4.1. Dişi bireylere ait morfometrik bulgular

Dişi bireylerde yapılan çalışmada toplam 105 örnek analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Her grubun ortalaması ve bu ortalamaya göre landmarkların dağılımı tespit edilerek olası anormallikler kontrol edilmiş ve geometrik morfometride sıklıkla karşılaşılan sapmaların ortaya çıkmadığı anlaşılmıştır (Şekil 4.23). Çalışmada bir sonraki aşamada incelenen 105 örneğe ait temel ögeler analizi (PCA) yapılarak grafik haline getirilmiştir.



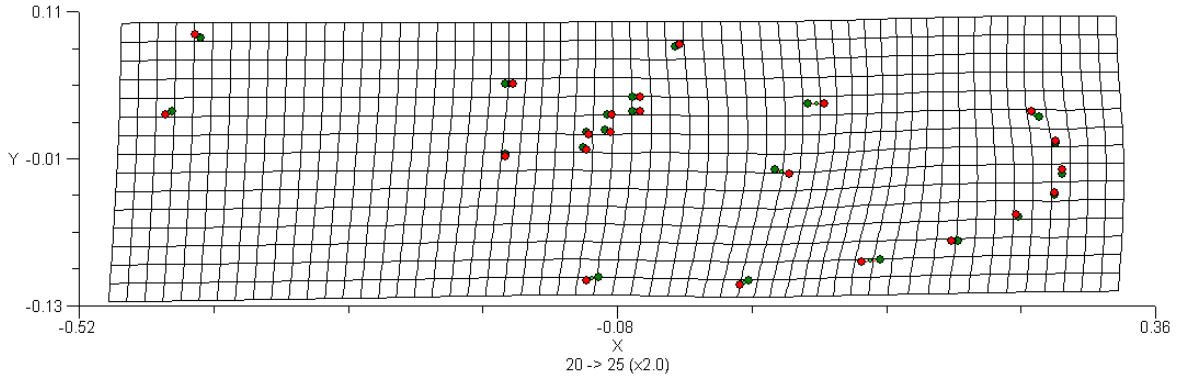
Şekil 4.23. *An. superpictus* türünde dişi bireylerde 105 örnekte 22 landmarkın kanat üzerinde ortalama dağılımı.

Yapılan çalışmada ilk iki temel ögenin % 58 varyansı açıkladığı özellikle ilk ögenin % 57 varyansı açıklaması nedeni ile temel belirleyici özellikte olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.24).

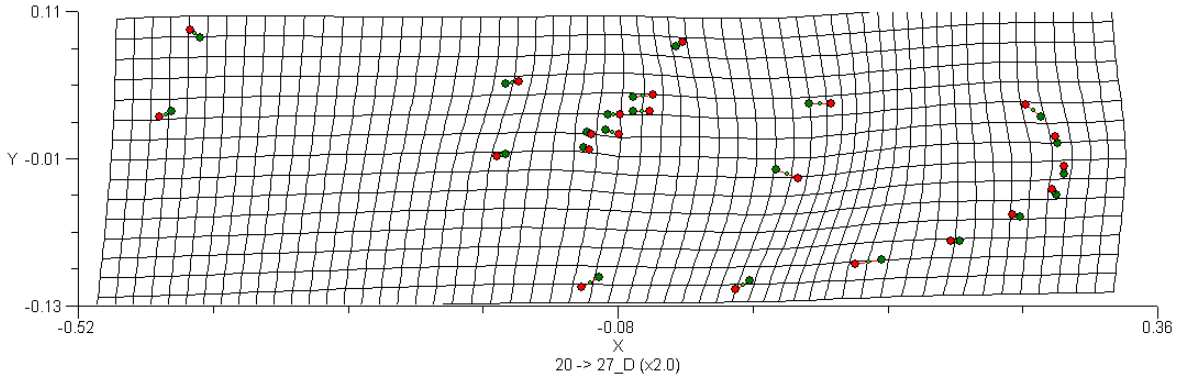


Şekil 4.24. *An. superpictus* türünde dişi bireylerde kanat üzerinde tespit edilen 22 landmarkın oluşturduğu biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı. x eksenini PC1, y eksenini PC2.

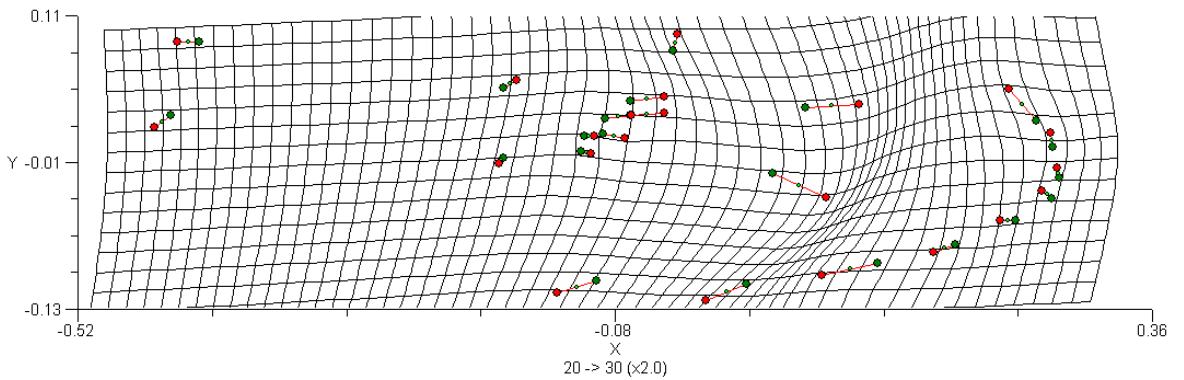
Birinci temel ögenin pozitif yönde sıcaklık arttıkça kanat yapısında genel olarak dorso-ventral yönde bir daralma gösterdiği gözlenmiştir. Bu daralma yalnızca marjinal landmarklarda değil aynı zamanda medialde yer alan landmarkların yapısal değişime uğraması sonucu ortaya çıkmıştır. Gruplar belirgin biçimde farklı kümelenmeler göstermiş ve aynı değişim kademeli olarak ilk temel ögede negatif yönden pozitif yöne doğru sıralanmıştır. Farklıların daha iyi gözlenebilmesi amacıyla deformasyonlar iki kat ekzejere edilerek her sıcaklık değeri için birbiri ile ikili gruplar halinde ayrı ayrı karşılaştırılarak grafikler halinde gösterilmiştir (Şekil 4.25–Şekil 4.30). Bu grafiklerden belirgin biçimde sıcaklık dereceleri arttıkça yine medialdeden başlamak üzere 13-19 ve özellikle de 21 ve 22 nolu landmarklarda apikale doğru bir yaklaşma olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılaşma tüm sıcaklık aralıkları için aynı kademelenmeyi sıcaklık aralığı arttıkça daha da belirginleşerek göstermiştir. Ayrıca iklim dolabı ve kontrol grubu arasındaki farklar da aynı şekilde incelenmiş ve hiçbir landmarkta istatistiksel olarak anlamlı bir deformasyon gözlemlenmemiştir (Şekil 4.31).



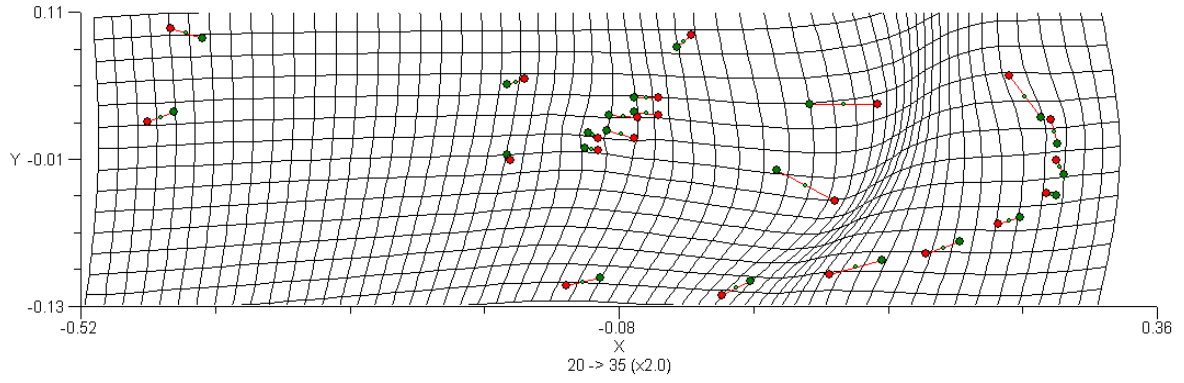
Şekil 4.25. *An. superpictus* türünde 20°C ve 25° C'da yetiştirilen dişi bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).



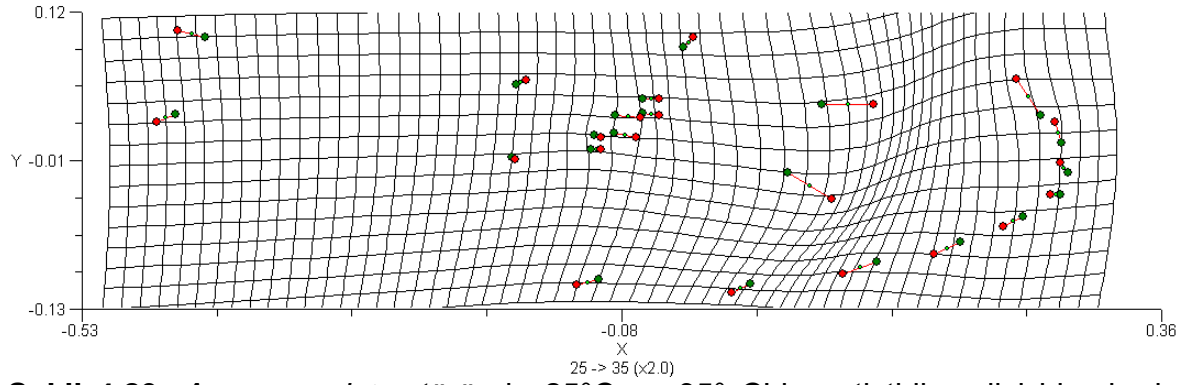
Şekil 4.26. *An. superpictus* türünde 20°C ve 27° C'da yetiştirilen dişi bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).



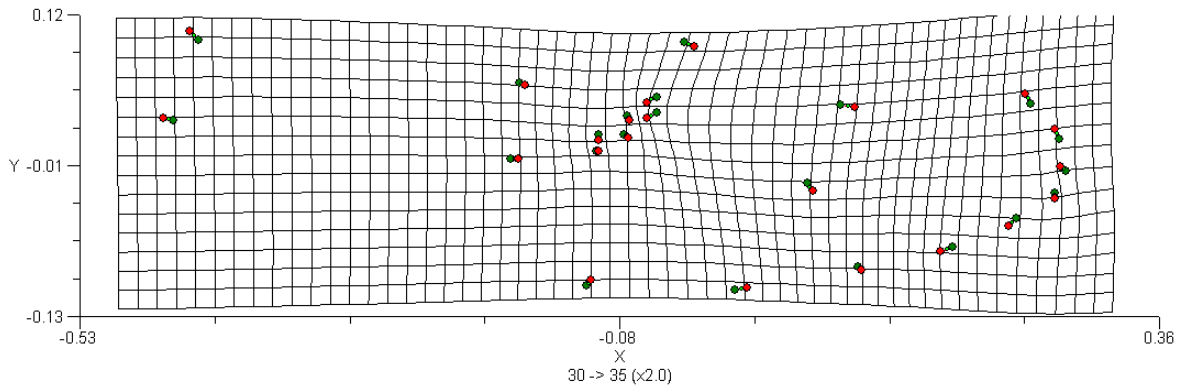
Şekil 4.27. *An. superpictus* türünde 20°C ve 30° C'da yetiştirilen dişi bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).



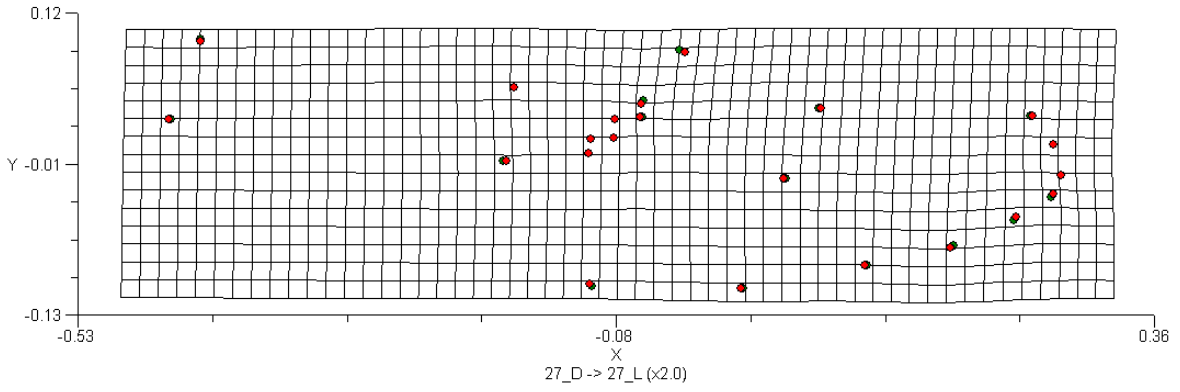
Şekil 4.28. *An. superpictus* türünde 20°C ve 35° C'da yetiştirilen dişi bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).



Şekil 4.29. *An. superpictus* türünde 25°C ve 35° C'da yetiştirilen dişi bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).

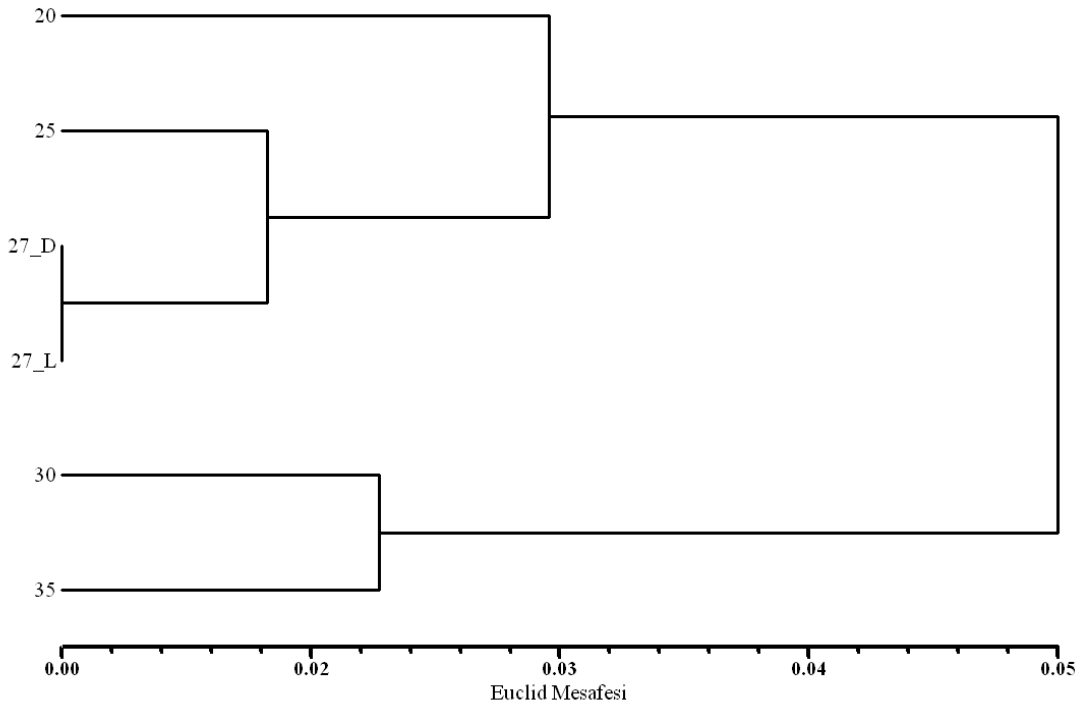


Şekil 4.30. *An. superpictus* türünde 30°C ve 35° C'da yetiştirilen dişi bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).



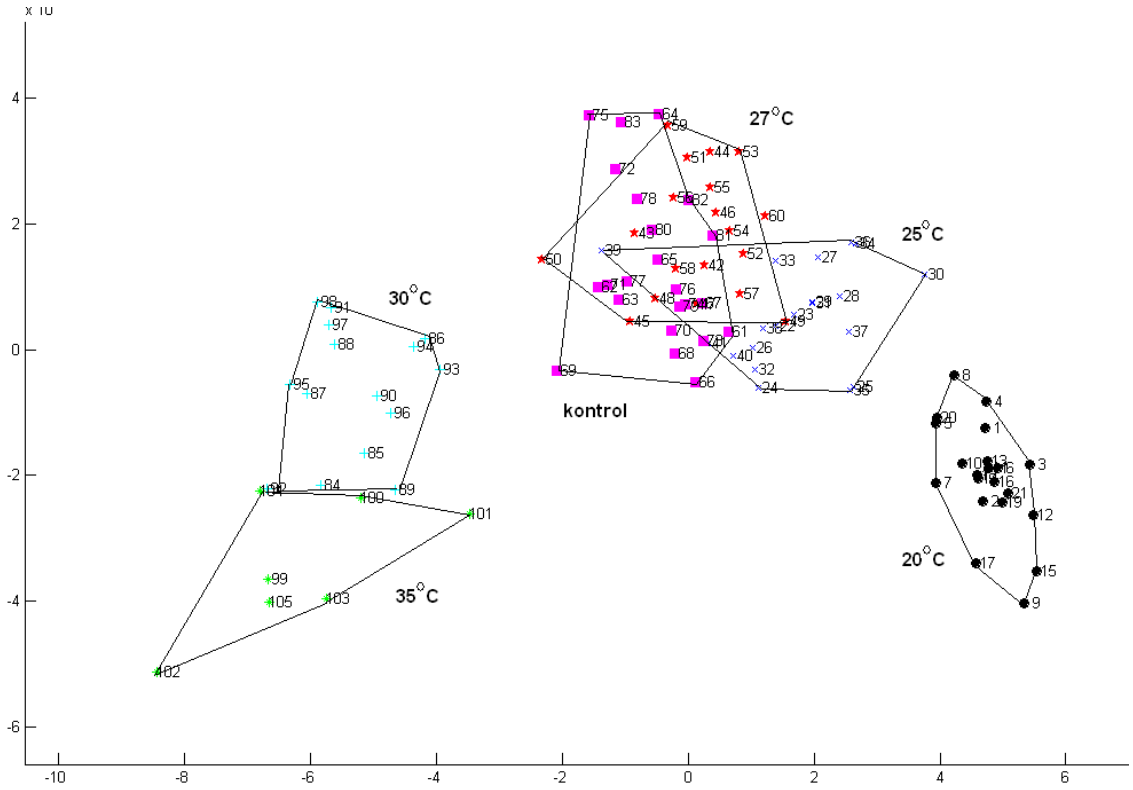
Şekil 4.31. *An. superpictus* türünde insektaryumda ve 27°C'de iklim dolabında yetiştirilen dişi bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).

Her sıcaklık değeri için tespit edilen ortalama değerler Euclid mesafesi kullanılarak SAHN kümeleme yöntemi ile gruplandırılmış ve sonuçlar ağırlıklı olmayan çift grup ortalamaları analizi (UPGMA) kullanılarak bir ağaç biçiminde özetlenmiştir. Bu grafikte yüksek sıcaklık değerleri ayrı kümelenme göstermiş ve ayrıca iklim dolabı ile insektaryum arasında çok büyük benzerlik olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.32).



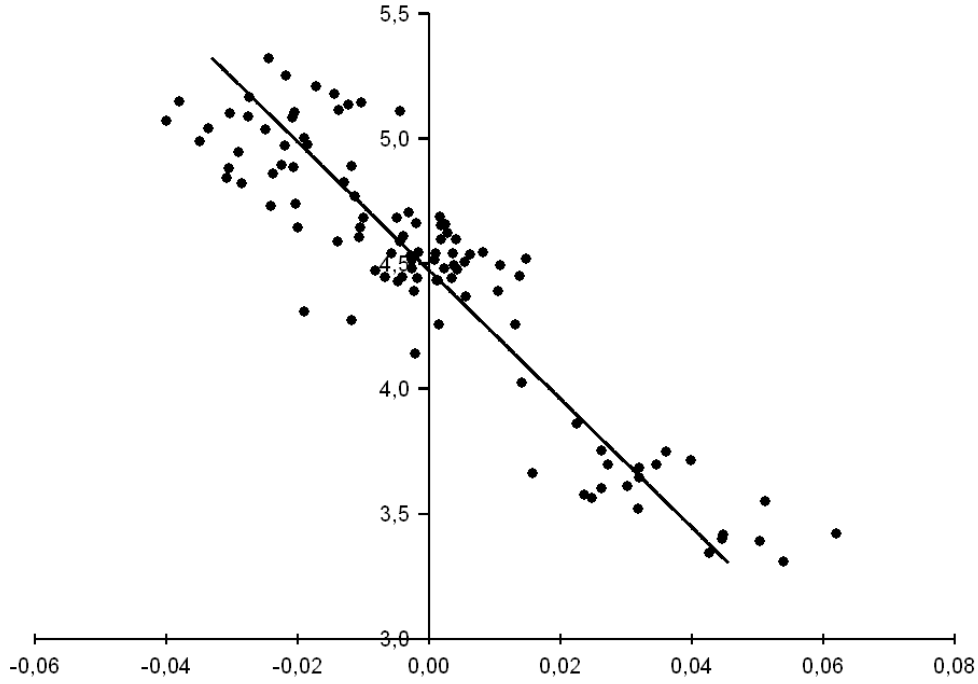
Şekil 4.32. *An. superpictus* türünde dişi bireylerde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen gruplar arasındaki morfometrik farklılıklar (UPGMA-SAHN kümeleme yöntemi)

Çalışmada gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek amacı ile çok yönlü varyans analizi (MANOVA) uygulanmış ve üç grubun diğerlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Eksen 1 Lambda= 0.0024 $X^2=488.6344$ df=200 $p<2.22045e-016$, Eksen 2 Lambda= 0.0407 $X^2=259.4055$ df=156 $p=3.85612e-007$, Eksen 3 Lambda= 0.1556 $X^2=150.7148$ df=114 $p=0.0121058$). Sonuçlar ayrıca Kanonik Varyans Analizi (CANOVAR) ile grafik halinde sunulmuştur (Şekil 4.33).



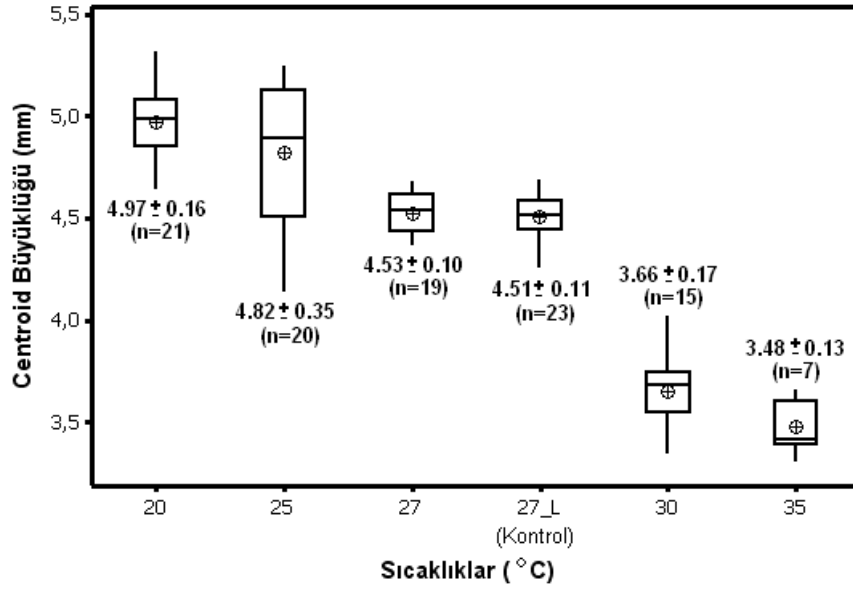
Şekil 4.33. *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen dişi bireyler arasındaki morfometrik farklılıklara ait Kanonik Varyans Analizi.

Geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak yapılan çalışmada ayrıca büyüklük ile biçim arasında bir ilgi olup olmadığını test etmek amacı ile büyüklük göstergesi olarak sentroid büyüklüğü, biçim göstergesi olarak da birinci temel öge kullanılmış ve çizilen regresyon eğrisi üzerindeki dağılımları izlenmiştir. Sonuçta büyüklük ile biçimin paralel bir değişim gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.34).



Şekil 4.34. *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen dişi bireylerde büyüklük (Sentroid Büyüklüğü) ve biçimi açıklayan İlk Temel Öge (PC1) arasındaki korelasyon.

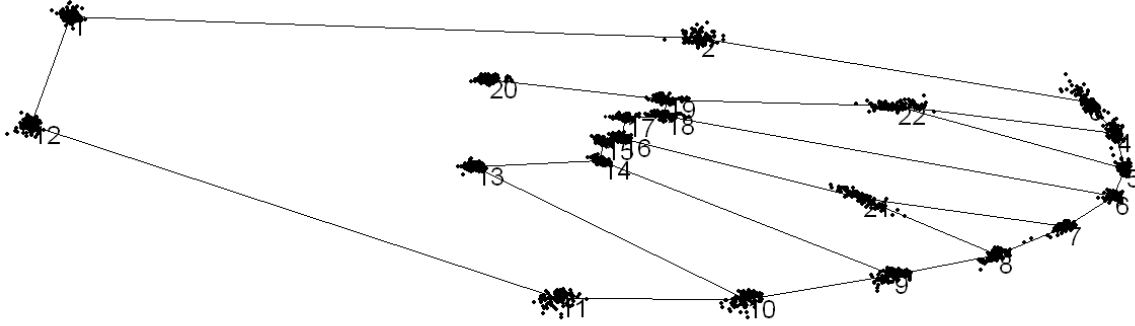
Son olarak her sıcaklık aralığındaki sentroid büyüklüğü değerleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak karşılaştırılmış ($F_{(5, 99)} = 127.35$, $p < 0,001$) ve kutu-çizgi grafiği ile de gösterilmiştir (Şekil 4.35). Sıcaklık değeri arttıkça genel olarak kanatta belirgin bir küçülmenin ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Bu yapısal değişiklik ile büyüklük değişimi arasında korelasyon olduğu ve kanat küçüldükçe landmarkların genel yapı içerisinde deformasyon gösterdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.35. *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen dişi bireylerde sentroid büyüklüğü farklılıkları (Ortalama ± Standart Sapma, n=Birey Sayısı).

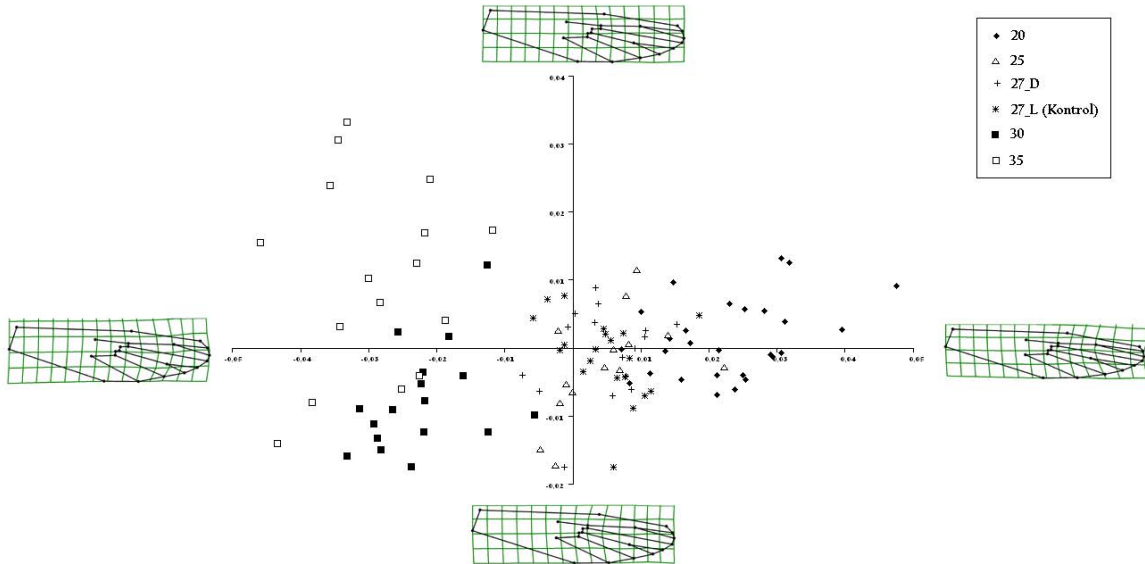
4.4.1. Erkek Bireylere Ait Morfometrik Bulgular

Erkek bireylerde yapılan çalışmada toplam 110 örnekten 16 adedi preparasyon hatası gösterdiği için çalışmaya dahil edilmemiş, morfometrik incelemeler için toplam 94 örnek analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Her grubun ortalaması ve bu ortalamaya göre landmarkların dağılımı tespit edilerek olası anormallikler kontrol edilmiş ve erkek bireylerde de tıpkı dişilerde olduğu gibi geometrik morfometride sıklıkla karşılaşılan sapmaların ortaya çıkmadığı anlaşılmıştır (Şekil 4.36). Çalışmada bir sonraki aşamada incelenen 94 örneğe ait temel öğeler analizi (PCA) yapılarak grafik haline getirilmiştir.



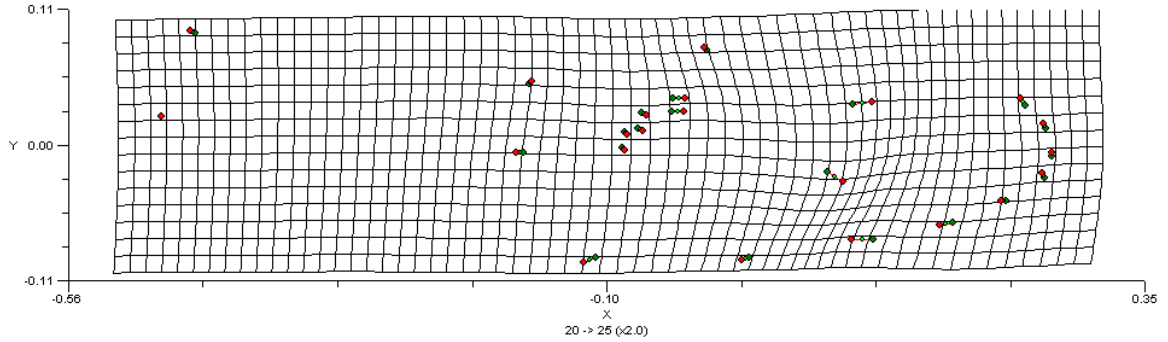
Şekil 4.36. *An. superpictus* türünde erkek bireylerde 94 örnekte kanat üzerinde 22 landmarkın ortalama dağılımı.

Yapılan çalışmada ilk iki temel ögenin % 59.31 varyansı açıkladığı özellikle ilk ögenin % 48.49 varyansı açıklaması nedeni ile de belirleyici özellikte olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.37).

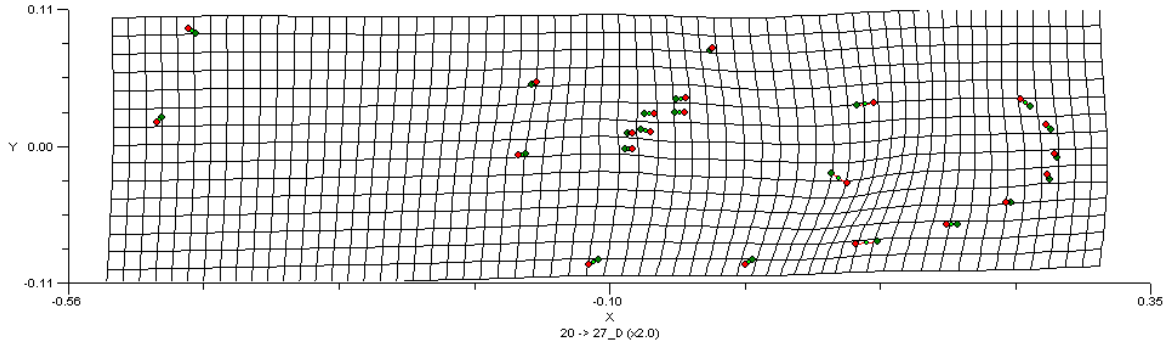


Şekil 4.37. *An. superpictus* türünde erkek bireylerde kanat üzerinde tespit edilen 22 landmarkın oluşturduğu biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı. x eksen PC1, y eksen PC2.

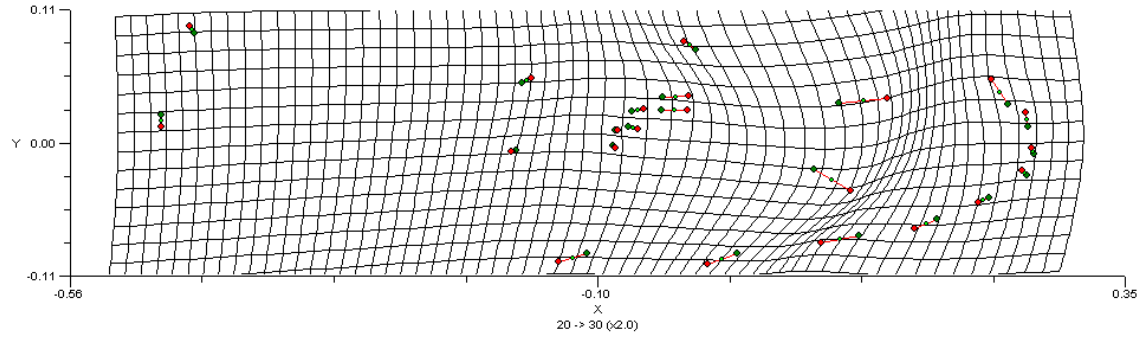
Birinci temel ögenin pozitif yönde sıcaklık arttıkça, kanat yapısında erkek bireylerde de dişilerde olduğu gibi ancak bu kez sıcaklık düştükçe dorso-ventral yönde bir daralma gösterdiği gözlenmiştir. Bu daralma yine yalnızca marjinal landmarklarda değil aynı zamanda medialde yer alan landmarkların yapısal değişime uğraması sonucu ortaya çıkmıştır. Gruplar belirgin biçimde farklı kümelenmeler göstermiş ve aynı değişim kademeli olarak ilk temel ögede negatif yönden pozitif yöne doğru sıralanmıştır. Farklıların daha iyi gözlenebilmesi amacı ile deformasyonlar iki kat ekzejere edilerek her sıcaklık değeri için birbiri ile ikili gruplar halinde ayrı ayrı karşılaştırılarak grafikler halinde gösterilmiştir (Şekil 4.38–Şekil 4.43). Bu grafiklerden belirgin biçimde sıcaklık dereceleri arttıkça yine medialdeden başlamak üzere 13-19 ve özellikle de 21 ve 22 nolu landmarklarda apikale doğru bir yaklaşma olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılaşma tüm sıcaklık aralıkları için aynı kademelenmeyi sıcaklık aralığı arttıkça daha da belirginleşerek göstermiştir. Ayrıca iklim dolabı ve kontrol grubu arasındaki farklar da aynı şekilde incelenmiş ve hiçbir landmarkta istatistiksel olarak anlamlı bir deformasyon gözlemlenmemiştir (Şekil 4.44).



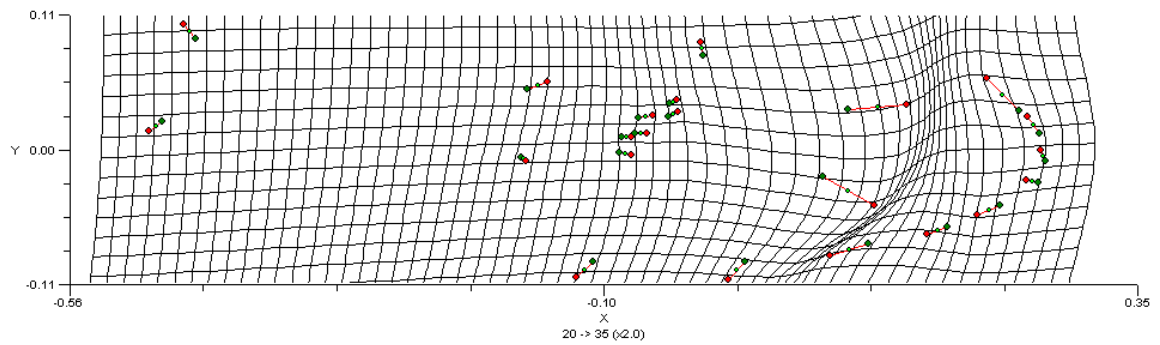
Şekil 4.38. *An. superpictus* türünde 20°C ve 25°C'da yetiştirilen erkek bireylerde kanatta tespit edilen morfolojik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).



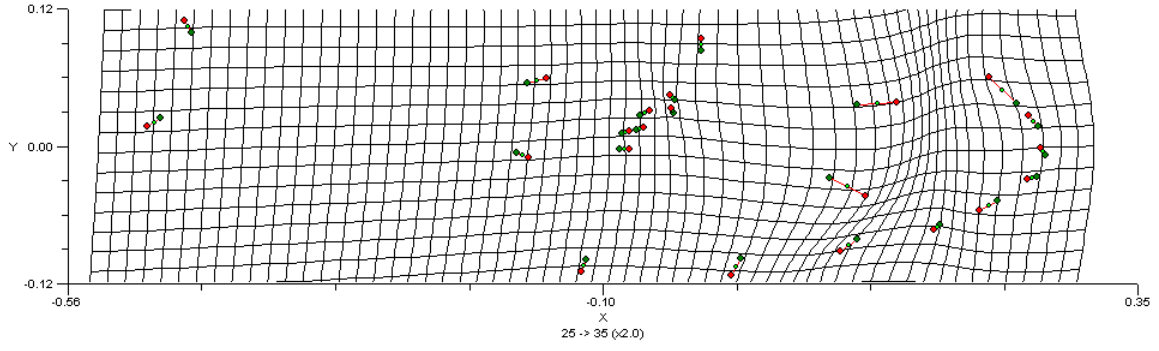
Şekil 4.39. *An. superpictus* türünde 20°C ve 27° C'da yetiştirilen erkek bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).



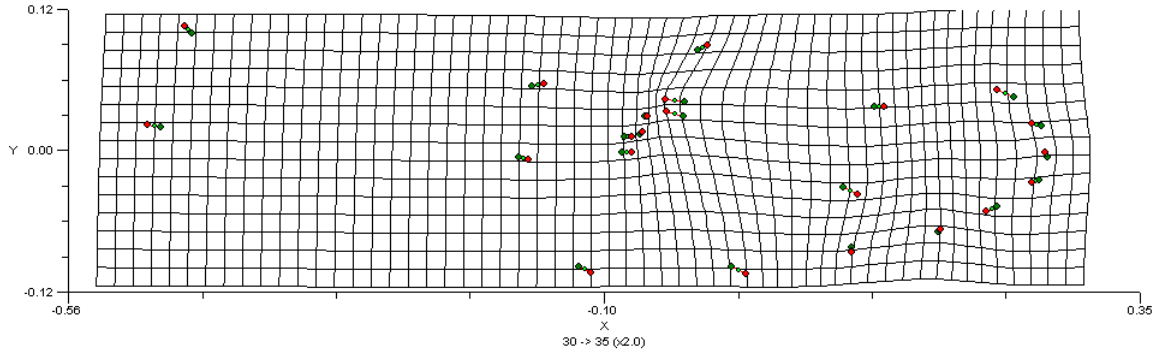
Şekil 4.40. *An. superpictus* türünde 20°C ve 30° C'da yetiştirilen erkek bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).



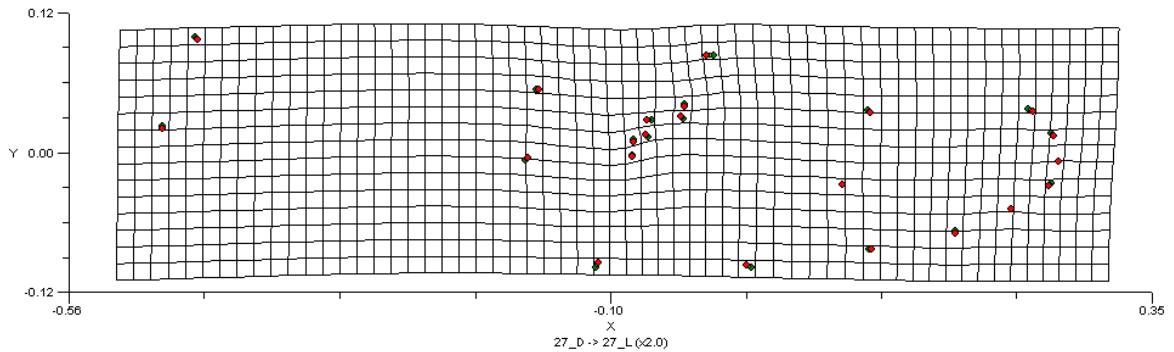
Şekil 4.41. *An. superpictus* türünde 20°C ve 35° C'da yetiştirilen erkek bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).



Şekil 4.42. *An. superpictus* türünde 25°C ve 35° C'da yetiştirilen erkek bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).

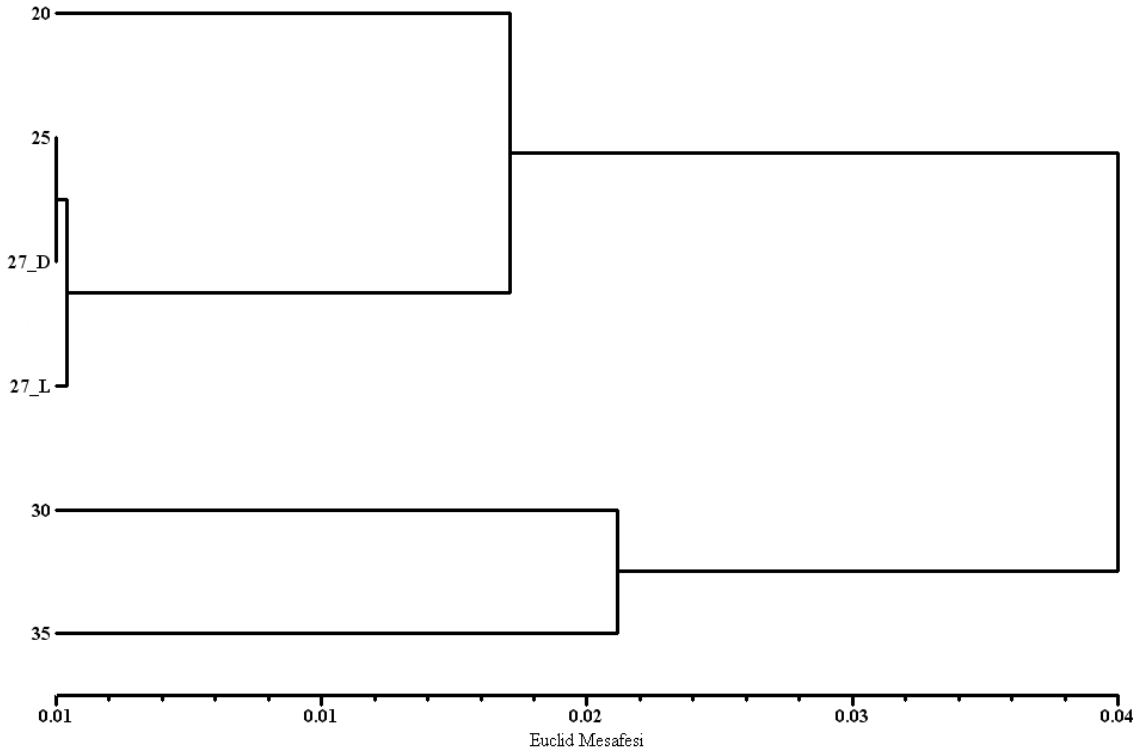


Şekil 4.43. *An. superpictus* türünde 30°C ve 35° C'da yetiştirilen erkek bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).



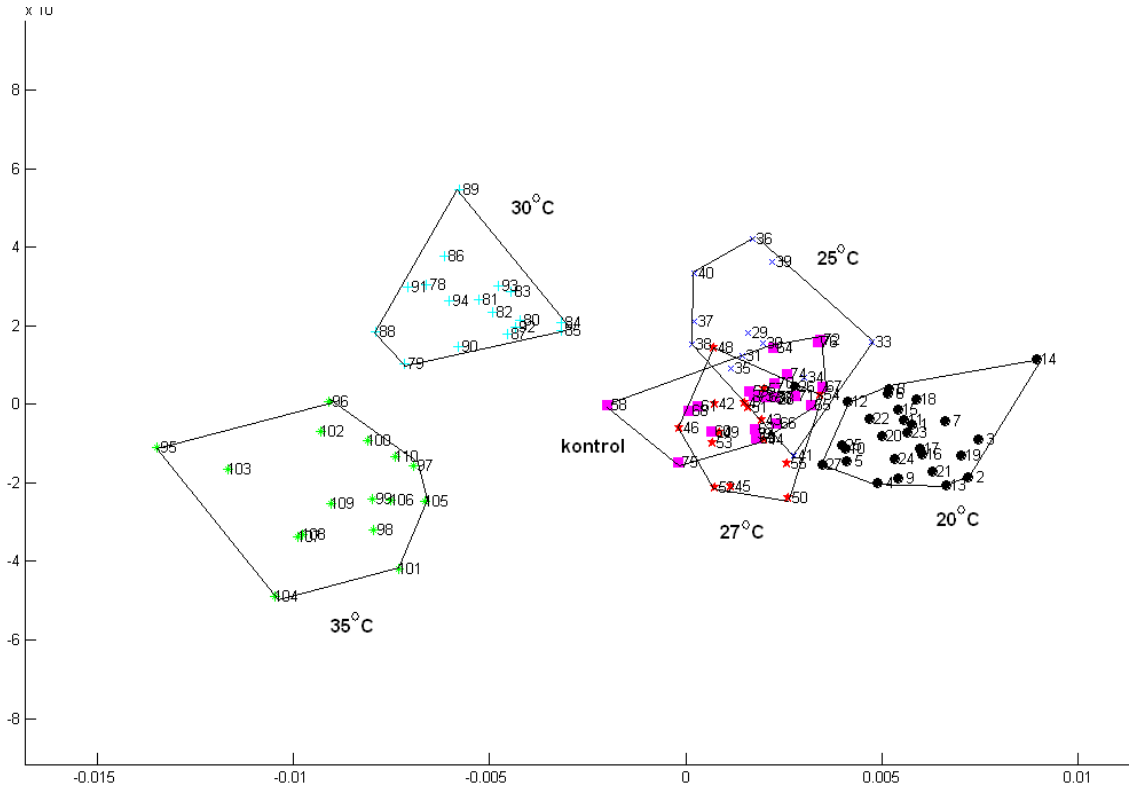
Şekil 4.44. *An. superpictus* türünde insektaryumda ve 27°C'de iklim dolabında yetiştirilen erkek bireylerde kanatta tespit edilen morfometrik farklılıklar (iki kat ekzejere edilmiştir).

Her sıcaklık değeri için tespit edilen ortalama değerler Euclid mesafesi kullanılarak SAHN kümeleme yöntemi ile gruplandırılmış ve sonuçlar ağırlıklı olmayan çift grup ortalamaları analizi (UPGMA) kullanılarak bir ağaç biçiminde özetlenmiştir. Bu grafikten de dişi bireylere benzer sonuçlar elde edilmiş ve insekatrum ile dolap koşullarında yetiştirilen bireylere ait kanat yapılarının çok büyük benzerlik göstererek birlikte kümelendiği tespit edilmiştir (Şekil 4.45).



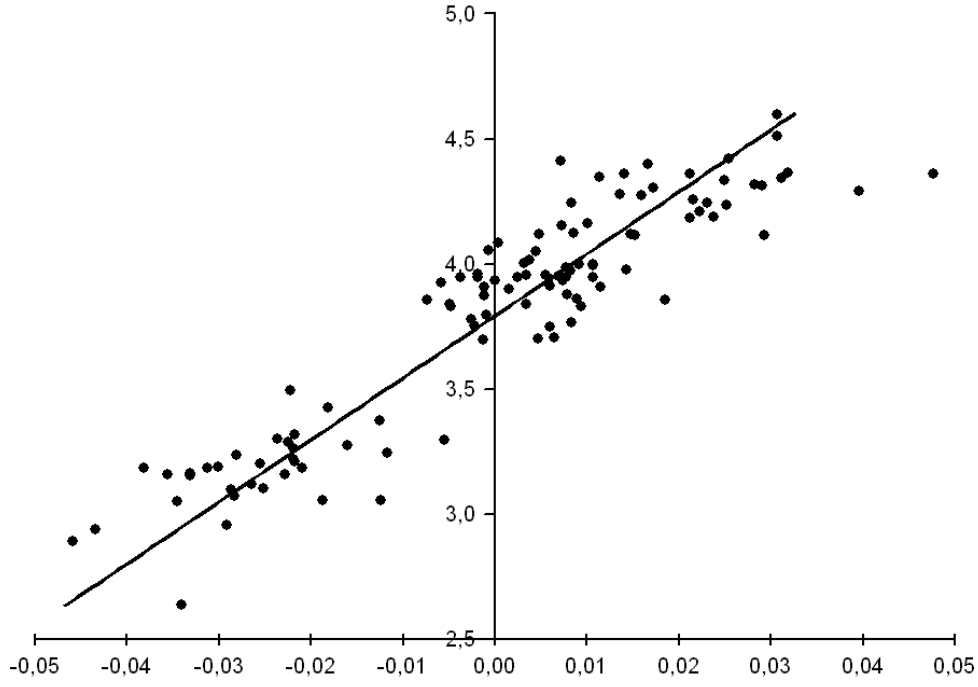
Şekil 4.45. *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen erkek bireylerde morfolojik farklılıklar (UPGMA-SAHN kümeleme yöntemi)

Çalışmada gruplar arası farkın anlamlılığını test etmek amacı ile çok yönlü varyans analizi (MANOVA) uygulanmış ve üç grubun diğerlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Eksen 1 Lambda= 0.0034 $X^2=488.1369$ df=200 $p<2.22045e-016$. Eksen 2 Lambda= 0.0510 $X^2=255.9243$ df=156 $p=7.912e-007$ ve Eksen 3 Lambda= 0.1530 $X^2=161.4670$ df=114 $p=0.00230805$) Sonuçlar ayrıca Kanonik Varyans Analizi (CANOVAR) ile grafik halinde sunulmuştur (Şekil 4.46).



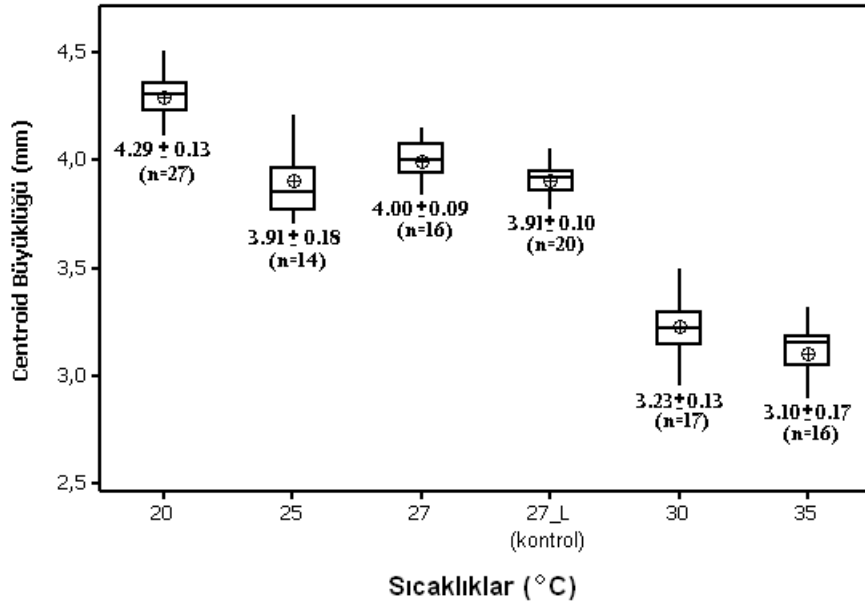
Şekil 4.46. *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen erkek bireyler arasındaki morfolojik farklılıklara ait Kanonik Varyans Analizi.

Geometrik Morfolojik yöntemler kullanılarak yapılan çalışmada ayrıca büyüklük ile biçim arasında bir ilgi olup olmadığını test etmek amacıyla büyüklük göstergesi olarak sentroid büyüklüğü, biçim göstergesi olarak da birinci temel öge kullanılmış ve çizilen regresyon eğrisi üzerindeki dağılımları izlenmiştir. Sonuçta büyüklük ile biçimin erkeklerde de aynen dişilerde olduğu gibi paralel bir değişim gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen erkek bireylerde büyüklük (Sentroid Büyüklüğü) ve biçimi açıklayan İlk Temel Öge (PC1) arasındaki korelasyon.

Son olarak her sıcaklık aralığındaki sentroid büyüklüğü değerleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak karşılaştırılmış ($F_{(5, 104)} = 230.73, p < 0,001$) ve kutu-çizgi grafiği ile gösterilmiştir. Her iki veri erkek bireylerde de birleştirilmiş ve yapı ile büyüklük arasında ters bir korelasyon gözlemlenmiştir. Sıcaklık derecesi arttıkça kanat büyüklüğünde belirgin bir küçülme ortaya çıkmıştır (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. *An. superpictus* türünde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen erkek bireylerde sentroid büyüklüğü farklılıkları. (Ortalama ± Standart Sapma, n= Birey Sayısı)

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışması kapsamında *An. superpictus* türünde ergin öncesi evrelerde altı farklı sıcaklık koşulunun karşılaştırılması ile gelişim sürelerinin sıcaklıkla ters orantılı olduğu, sıcaklık arttıkça gelişim süresinin kısaldığı tespit edilmiştir. Hem yumurta, larva ve pupa evrelerinin hem de yumurtadan ergine toplam gelişim süresinin belirlenmesinde sıcaklığın oldukça önemli bir faktör olduğu benzer çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da gözlenmiştir (**Clements, 1963**). Yumurta inkübasyon süresi sıcaklık azaldıkça artmıştır. Çalışılan bu sıcaklık koşullarında 15°C'nin gelişimin tamamlanamayacağı kadar düşük olduğu, hem larvadan pupa oluşumuna hem de larvadan ergin çıkışına, en yavaş gelişimin 20°C'de ve en hızlı gelişimin ise 35°C'de gerçekleştiği gözlenmiştir (Çizelge 4.14). Farklı sıcaklıklar üzerinde doğrudan *An. superpictus* ile yapılan bir çalışma bulunmamakla birlikte hem diğer *Anopheles* hem de diğer sivrisinek türleriyle yapılan çok sayıda çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmektedir. *Aedes aegypti* de 10°C'de gelişme tamamlanamamakta, sıcaklığın 14°C'nin üzerine çıkmasıyla büyüme hızlanmakta ve 32°C' de en yüksek değere ulaşmaktadır. 36°C'nin üzerinde yine gelişim tamamlanamamaktadır (**Bar-Zeev, 1958**). *Ae. aegypti* ile yapılan diğer bir çalışmada da benzer sonuçlar alınmıştır. Birinci evre larvadan ergine gelişim süresi 35°C'de en kısa, 15°C'de en uzun bulunmuştur (**Tun-Lin vd., 2000**). Ayrıca **Huffaker (1944)**'ün belirttiğine göre en hızlı gelişmeyi sağlayan sıcaklık, gelişme evresine göre de değişiklik göstermektedir. *Anopheles quadrimaculatus* yaşam döngüsünde sabit sıcaklıklarda yetiştirildiğinde, yumurtanın en hızlı 33.3°C'de, birinci evre larvanın 32.5°C'de, dördüncü evre larvanın 30°C'de ve pupanın ise en hızlı 30.5°C'de geliştiği görülmüştür. Larval ve pupal evreler bütün olarak ele alındığında en hızlı gelişim 31°C'de gerçekleştirmişlerdir (**Clements, 1963**). Larval gelişim hızı özellikle yıllık jenerasyon sayısı iklime bağlı olan türlerde tür içi rekabette oldukça önemli bir faktör olabilmektedir (**Olejniczek ve Gelbic, 2000**).

Nielsen ve Evans (1960)'a göre Her tür için en hızlı gelişim "optimum sıcaklık" olarak adlandırılan değerde görülse de düşük sıcaklıklara göre mortalitenin daha

yüksek olması sebebiyle biyolojik olarak en uygun sıcaklık değildir [**Clements, 1963 (Nielsen ve Evans, 1960)**]. Optimum sıcaklıklarda mortalitenin artışı muhtemelen yüksek sıcaklıkların kümülatif zararlı etkilerinden kaynaklanmaktadır (**Clements, 1963**). Bu çalışmada elde edilen veriler de göstermiştir ki artan sıcaklıkla birlikte gelişim hızlanmakta ancak sıcaklığın yüksek olduğu değerlerde mortalite oranı hızla artmakta, erginleşme oranı düşmektedir (Çizelge 4.15). Yumurta açılma oranlarının 20°C, 27°C'de insektaryumda ve 35°C'de %90'ın üzerinde olduğu belirlenmiş, sıcaklıkla yumurta açılma oranı arasında doğrudan belirgin ilişki gözlenmemiştir. 15°C'de larvaların %71,5'inin birinci evrede öldüğü, ikinci evreye geçen larvaların ise üçüncü evreye geçmeden öldüğü görülmüştür. 20°C'de üçüncü larva evresinde dördüncü evreye geçme oranında, 30°C ve 35°C'de ise birden ikinci evreye ve üçüncü evreden dördüncü evreye geçme oranında düşme görüldüğü, larvadan pupaya geçme oranının 25°C'de en yüksek, 35°C'de ise en düşük olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde larvadan ergin çıkışının da %6 ile 35°C'de en düşük oranı aldığı gözlenmiştir. *A. gambiae*'da erginlerin üretildiği sıcaklıklarda (18-32°C), 30-32°C üst aralığında gelişim süresi kısaltılmakla birlikte oldukça az sayıda ergin üretilmektedir, bu sıcaklıklarda larval mortalite en yüksektir ve ancak birkaç larva ergin gelişimi için gerekli periyotta hayatta kalabilmektedir (**Bahoy ve Lindsay, 2004**).

Deneyler sonucunda elde edilen eşey oranları değerlendirildiğinde, eşey oranının 20°C ve 35°C'de 1:1 olduğu, 25°C, 27°C_D, 27°C_L ve 30°C sıcaklıklarında dişi: erkek eşey oranı değerlerinin sırasıyla 1,03, 0,94, 1,03 ve 1,06 olduğu bulunmuştur. Sivrisineklerde eşey oranı genel olarak 1:1 kabul edilse de bazı araştırmacılar tarafından gözlenen küçük sapmalar da meydana gelebilmektedir. *Aedes aegypti* türünde 15°C, 20°C, 25°C ve 35°C'de eşey oranı 1:1 bulunurken, 30°C'de 4:3 oranında dişiler lehine bulunmuştur (**Tun-Lin et. al., 2000**). Yine *Ae. aegypti*'de 28°C'de erkek oranı %50,82 iken, 37°C'de bu oranın %58,06 olduğu bulunmuştur (**Mourya vd., 2004**). *Ochlerotatus albifasciatus*'ta doğal koşullarda yapılan çalışmalar sıcaklığın daha yüksek olduğu yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre erkek eşeyin daha yoğun bulunduğu tespit edilmiştir (**Campos ve Sy, 2003**).

Gün–derece metodunun kullanılması, formülasyon için minimum veriye ihtiyaç duyulması, hesaplamanın kolay olması ve sıklıkla doğru sonuç vermesi nedeniyle ile uygundur. Ancak geçerliliği orta sıcaklıkların üzerindedir ve gelişimin kesildiği eşik değeri sıcaklıklarının yakınlarında ya da dışında sıklıkla dış değerle belirlenir. Tam gelişim için gerekli derece–günlerin sayısı, düşük eşik derecesi yakınlarında genelde çok düşüktür ve optimumun üzerindeki sıcaklıklarda çok yüksektir. Bunlar için üslü eşitlikler, ikinci ve üçüncü derece polinomlar, lojistik eşitlikler, modifiye sigmoid eşitliklerin kullanımını içeren bazı diğer modeller geliştirilmiştir (**Bahoy ve Lindsay, 2003**)

Ekolojik sıfır ve termal konstant değerlerinin hesaplanması için yumurta evresinden itibaren en yüksek erginleşme oranının görüldüğü sıcaklık olan 27°C ve yumurta evresinden itibaren en kısa sürede ergin çıkışının gerçekleştiği sıcaklık olan 35°C’de gözlenen gelişim süreleri dikkate alınarak (**Bar-Zeev, 1958**), *An. superpictus*’un ekolojik sıfır değeri, yumurtadan ergine toplam gelişim için gerek duyulan minimum sıcaklık değeri 9,93°C olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada yumurta evresinden ergin döneme kadar farklı sabit sıcaklıklarda yetiştirilen *An. superpictus*’ta erginleşme oranları ve gelişme süreleri birlikte değerlendirildiğinde 25°C ve 27°C’nin hem iklim dolabı hem de insektaryum koşullarında bu türün ergin öncesi gelişimini tamamlayabilmesi için optimum sıcaklık olduğu, bu değer altındaki sıcaklıklarda gelişim süresinin daha uzun olması ve üzerindeki sıcaklıklarda gelişim süresi kısalmasına rağmen erginleşme oranındaki düşme nedeniyle uygun olmadığı düşünülmektedir.

Bir populasyonda bireylerin ömür uzunluğu, vektör potansiyelinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Eğer sivrisineğin yaşam süresi yeterince uzun değilse, sıtma paraziti sporogonik hayat döngüsünü tamamlayamaz ve bulaşım meydana gelmez. *Anopheles albimanus*’ta 24°C sabit sıcaklıkta sporogoninin tamamlanması *P. vivax*’ta 9 gün, *P. falciparum*’da 11 gün sürmektedir [**Grieco vd., 2003** (**Sandosom ve Thomas, 1983**)]. Bu değer *An. superpictus*’ta *P. vivax* için 25°C’de 10-14 gündür (**Kasap, 1990**). Bir türün dişi bireylerindeki yaş yapısının çeşitliliği

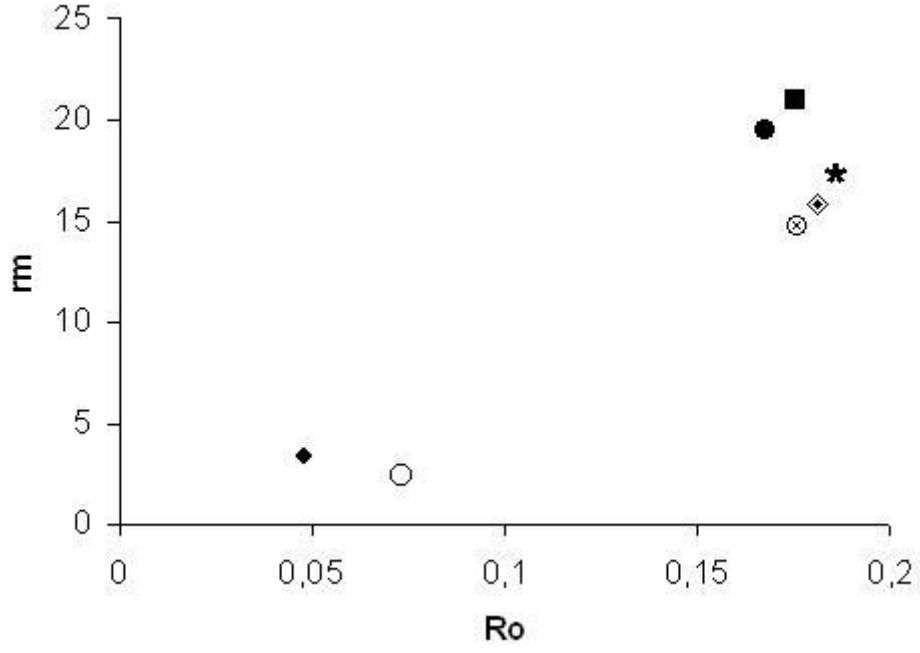
tıpkı ergin dönemde hayatta kalma süresi gibi vektör kapasitesi açısından önemli rol oynar. Doğal koşullarda bir dişinin her kan emmesi sıtma paraziti ile enfekte olma şansını arttıracaktır. Bu nedenle her yaş grubunun vektöriyel önemi bireyin fizyolojik yaşı arttıkça artar. Bir sivrisinek ne kadar erken yaşta sıtma parazitini alır ise bunu iletme olasılığı o denli yüksek olur (**Detinova, 1962**).

Çalışma sonucunda farklı sıcaklıkların ergin ömür uzunluğu üzerinde de etkili olduğu gözlemlenmiştir. Sıcaklık arttıkça hem dişi hem de erkeklerde ömür uzunluğunda azalma tespit edilmiştir. Erkeklerde ömür uzunluğunun, diğer bazı çalışmalarda da gözlemlendiği gibi (**Reisen ve Mahmood, 1980; Grieco vd., 2003**), dişilerden daha kısa olduğu bulunmuştur (Şekil 4.5–Şekil 4.10, Şekil 4.14–Şekil 4.18).

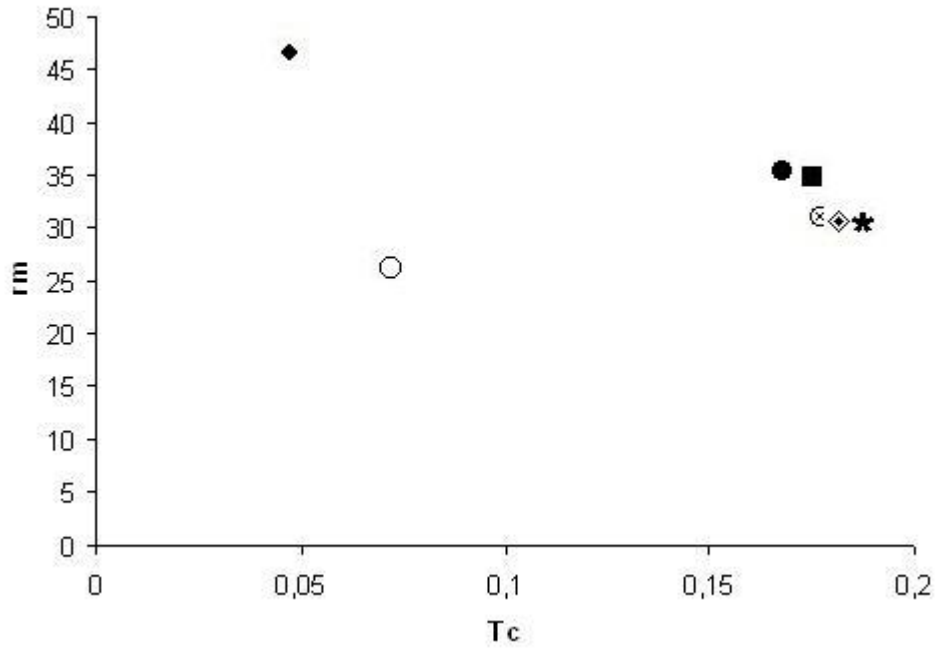
Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen ve insektaryum (27°C) koşullarında yetiştirilip ergin dönemde farklı sıcaklıklarda deneye alınan gruplar arasında özellikle ömür uzunluklarında çok büyük değişimler tespit edilmemiştir. Diğer taraftan üreme değerleri açısından baktığımızda iki grup arasında bazı sıcaklık değerlerinde farklılıklar tespit edilmiş ve 20°C, 30°C ve 35°C’de yetiştirilen larvaların ergin dönemde yumurta vermemelerine rağmen 27°C’de yetiştirildikten sonra ergin dönemde 20°C ve 30°C’ye alınan bireylerde yumurta veriminin meydana geldiği gözlenmiştir.

Sıcaklık *An. superpictus*’ta üreme kapasitelerinin göstergesi olan R_0 ve r_m ile ortalama döl sürelerinde de etkili olmuştur. Bu bulguların karşılaştırılması Şekil 4.22’de gösterilmiştir. Buna göre ergin öncesi evrelerini farklı sıcaklık koşullarında geçirdikten sonra bu sıcaklıklarda kurulan hayat tablosu verilerine göre 20°C’de dişilerin yumurta oluşumu için yeterli sıcaklık koşulunun sağlamadığı görülmektedir. Yüksek sıcaklıklar olan 30°C ve 35°C’de yumurta açılma oranı yüksek olmasına rağmen larval gelişimde görülen başarısızlıklar ile birlikte dişilerde yumurta verimi gerçekleşmemiştir. Birbirine çok yakın sıcaklıklar olan 25°C ve her iki 27°C arasında R_0 ve r_m değerlerinde bir fark görülmemekle birlikte, 25°C’de T_c değeri biraz daha yüksektir. 27°C’de yetiştirildikten sonra farklı

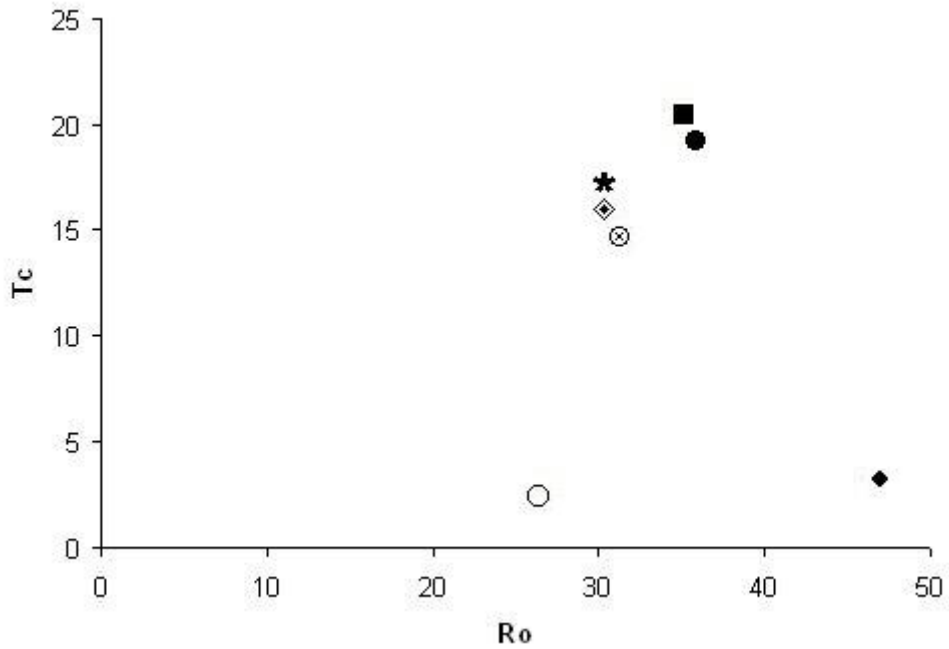
sıcaklıklarda kurulan hayat tablolarında R_0 ve r_m değerlerinin 20°C , 30°C ve 35°C 'lerde oldukça düşük olduğu, T_c değerinin ise sıcaklık arttıkça azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.1. Tüm sıcaklık değerlerine ait r_m - R_0 değerlerinin karşılaştırılması. ⊗ 27°C -D/ ○ 27°C - 30°C / ■ 25°C / ● 27°C - 25°C / ◆ 27°C - 20°C / ◇ 27°C -L/ * 27°C - 27°C -D



Şekil 5.2. Tüm sıcaklık değerlerine ait r_m - T_c değerlerinin karşılaştırılması. ⊗ 27°C-D/ ○ 27°C-30°C/ ■ 25°C/ ● 27°C-25°C/ ◆ 27°C-20°C/ ◇ 27°C-L/ ★ 27°C-27°C-D



Şekil 5.3. Bütün sıcaklık değerlerine ait T_c - R_0 değerlerinin karşılaştırılması. ⊗ 27°C-D/ ○ 27°C-30°C/ ■ 25°C/ ● 27°C-25°C/ ◆ 27°C-20°C/ ◇ 27°C-L/ ★ 27°C-27°C-D

Canlılarda biçim ve büyüklük farklılıkları genel olarak birlikte değişiklik gösterir ancak biçim morfometrisi vücut büyüklüğünden ve allometriden etkilenmez **(Lynch, 2004)**. Bu da özellikle ekolojik ilişkilerin belirlenmesinde son derece faydalıdır. Sivrisinek larvaları çok kalabalık olmayan bir ortamda yeterli besinle besleniyorlar ise erişkinlerin boyutları yetiştirme sıcaklığıyla belirlenmektedir. Genel bir kural olarak düşük sıcaklıkta yetiştirilen larvalardan büyük bireyler yüksek sıcaklıkta yetiştirilenlerden ise küçük erişkinler ortaya çıkmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda histogenez/metabolizma hızı türün doku oluşturmaya yetecek kapasiteye ulaşma oranını etkilemektedir. Bu durum hem laboratuvar koşullarında hem de doğal koşullarda saptanmıştır. Fekonditedeki gerileme yaz boyunca ortaya çıkan *An. maculipennis* dişilerinde gösterilmiştir. Bu durum sürekli artan yaz sıcaklıklarında erişkin büyüklüklerindeki azalma ile doğrudan ilgilidir **[Clements, 1963 (Bates, 1947, Detinova, 1955)]**. Larva ve pupanın maruz kaldığı sıcaklık değerleri ergindeki vücut oranlarını da etkilemektedir. Kışın yakalanan sivrisineklerde yazın yakalananlara göre daha uzun kanatlar olduğu iyi bilinmektedir ve yine yüksek sıcaklıkta ortaya çıkan uzun kanatların toraks boyundaki artıştan da kuru ağırlık değerinden de oransal olarak daha fazla olduğu saptanmıştır. *An. sacharovi* erginlerinde toraks uzunluğuna bağlı bütün büyüklük gruplarının hepsinde kışın ortaya çıkan bireylerde yaza oranla daha uzun kanatlar tespit edilmiştir **(Clements, 1963)**. *An. quadrimaculatus* ile yapılan bir çalışmaya göre de kısa fotoperiyotlarda (8:16 saat A:K) yetiştirilen bireyler, uzun fotoperiyotlarda (16:8 saat A:K) yetiştirilenlerden daha uzun kanatlara sahip olmuşlardır. Düşük sıcaklıklar ile kısa fotoperiyodun, yüksek sıcaklıklar ile de uzun fotoperiyodun benzer etkilere neden olduğu bildirilmiştir **(Lanciani, 1992)**. Benzer biçimde yükseklik değişimlerinin de sıcaklığı etkileyerek *An. sacharovi*'de kanatta morfometrik ölçümü yapılabilecek tüm kısımların genel ortalamasını değiştirdiği bilinmektedir **(Yurttaş vd., 2005)**.

Bu çalışmada hayat tabloları ve morfometrik çalışmalardan elde edilen veriler birbiriyle karşılaştırılabilir düzeydedir. Şekil 4.22'de UPGMA kümelemesinde de özetlenen hayat tablosu değerlerinin ve $r_m - R_0$ (Şekil 5.1), $r_m - T_c$ (Şekil 5.2), $T_c - R_0$ (Şekil 5.3) diyagramlarının gösterdiği dağılım biçimi ile morfometrik veriden elde

edilerek çizilen UPGMA benzerlik ağaçlarının (Şekil 4.32, Şekil 4.42) sonuçları özellikle yüksek ve düşük sıcaklık değerlerinde çok büyük paralellik göstermektedir. Bu durumda sıcaklık faktörünün tek başına canlının farklı yaşam evrelerindeki oranları ve genel vücut yapısındaki değişimleri etkilediği düşünülebilir.

Farklı araştırmalar sonucunda sıcaklıktan etkilenen birçok karakterler bulunmuştur. *Cu. pipiens*'te yumurta foliküllerinin sayısı düşük sıcaklıklarda azalmaktadır. *Ae. aegypti*'de erişkin morfolojisine larval ve pupal evrelerde maruz kalınan sıcaklığın etkileri 15°C-34°C arasında 11 farklı sıcaklıkta yapılan detaylı çalışma ile gösterilmiştir. Bu çalışmada kuru ağırlık kanat, bacak ve toraks uzunluğu üreme sıcaklığındaki düşüşle birlikte azalmaktadır. Kanat uzunluğundaki değişim kuru ağırlıkla oransal bir ilgiden ortaya çıkmamıştır ve her ne kadar aynı sıcaklıkta yetişen sivrisineklerde kanat uzunluğunun kuru ağırlığa oranı sabit olsa da kuru ağırlığa göre düşük sıcaklıktan daha fazla etkilendiği gösterilmiştir. Toraks uzunluğu kuru ağırlıkla aşağı yukarı aynı oranda etkilenmiş sıcaklık oranlarındaki değişiklikler ile ilişkilendirildiğinde kuru ağırlık ile toraks uzunluğunun küpü sabit kalmıştır. 20°C ve 30°C'ler arasında kuru ağırlık ile arka bacak uzunluğu sabit çıkarken arka bacak uzunluğunun sıcaklık skalasının iki ucunda bazı oransızlıklar gösterdiği saptanmıştır. 1. larva dönemi ve pupa sıcaklığın ergin kuru ağırlığı üzerine çok az ya da hiç etkisi olmadığı gözlenmiştir. Ancak eğer larvalar 20°C'de farklı periyotlarda tutulup daha sonra 32°C'ye getirilirse erişkin kuru ağırlık oranları 2. ve 4. evre larvalar arası her gömlek değişiminde %25 oranında değişiklik göstermektedir. Kanat uzunluğu yine larvaların düşük sıcaklıkta tutulma süresi uzadıkça artmaktadır. Kanatlar son uzunluğuna pupadan çıkış sırasında ulaşmaktalar ve sıcaklığın pupal dönemdeki etkisinin yaklaşık %30'unun tam çıkış anındaki sıcaklığın etkisi ile olduğu gözlenmiştir [**Clements, 1963 (Hosoi, 1954; Van Del Heuvel, 1961)**].

An. superpictus türünde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen larvalardan elde edilen erginlere ait kanat yapıları geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak incelendiğinde belirgin deformasyonların olduğu gözlenmiştir. Bu deformasyonlar

hem dişi bireylerde hem de erkek bireylerde aynı biçimsel farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Özellikle temel ögeler analizi (PCA) yardımı ile ilk öge üzerinde artan sıcaklığa paralel olarak çok açık biçimde kanadın hem erkeklerde hem de dişilerde aynı biçimde dorso-ventral yönde değişim gösterdiği, buna bağlı olarak da kullanılan 22 landmarkın özellikle medialde kanat ucuna doğru yaklaştığı ortaya çıkmıştır. Sıcaklıklar arasındaki farklar istatistiksel güven aralığı içinde belirgin gruplanmalar da göstermektedir. Kanonik varyans analizi (CANOVAR) ile dişi bireylerde 25°C, 27°C ve kontrol grupları arasında önemli bir farkın gözlenmediği ancak özellikle 20°C ile 30°C ve 35°C gruplarının birbirinden kademeli biçimde ayrışmaya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu farklılaşma erkek bireylerde 30°C ve 35°C gruplarını da birbirinden ayırt edecek oranda ortaya çıkmaktadır. Bu durum morfometrik farklılıklara dayalı benzerlik ağaçlarında da aynı netlikle ortaya çıkmıştır. Bulgularımız ilk kez bu çalışma ile kullanılan iklim dolaplarının da verimli biçimde çalıştığını ve sonraki benzer çalışmalarda kullanılabilir özellikte olduğunu da göstermesi açısından pratik bir fayda da sağlamıştır.

Kanat medialinde ortaya çıkan deformasyonların temelde sıcaklığa bağlı olarak meydana geldiğini destekleyen en önemli bulgu bu değişikliklerin sıcaklıkla korrele biçimde devamlılık göstererek ortaya çıkması ile kendini göstermektedir. Sıcaklık dereceleri arttıkça farklılık oranı da aynı ölçüde artarak devam etmektedir. Her sıcaklık aralığında yapısal farklılık bir miktar daha ve aynı yönde değişim göstermektedir. Kanat morfometrisindeki biçimsel farklılıkların kanadın büyüklüğü ile paralellik gösterdiği her iki cinsiyette de aynı biçimde saptanmıştır. Özetle sıcaklık değerleri değiştikçe kanatların hem büyüklüğü farklılaşmakta hem de biçimsel deformasyonlar ortaya çıkmaktadır. Diğer bir deyişle, sıcaklık değişimleri kanat yapı ve büyüklüğü üzerinde aynı oranda baskı oluşturmaktadır.

Diptera içerisinde benzer çalışmaların özellikle *Drosophila* spp. üzerinde yoğunlaştığını görmekteyiz. Özellikle fenotipik plastisite yani belirli bir genotipin farklı çevre koşulları altında değişik fenotipler oluşturma yeteneği, farklı *Drosophila* türlerinde hem kanat yapısında hem de büyüklüğünde, bu çalışmadakiler ile

paralellik gösteren değişimlere neden olmaktadır (**Debat vd., 2003**). Benzer biçimde sıcaklık stresinin *Drosophila birchii* ve *D. mercatum*'da kanat büyüklüğü, biçimi ve gelişim süresi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (**Griffiths vd., 2004**). Böylesi durumların özellikle küçük omurgasız hayvanlarda doğal koşullarda da gözlenebildiği bilinmektedir (**Santos vd., 2005**). Gelişim süreleri ve buna bağlı olarak da kanat yapısı ve büyüklüğünde sıcaklık ya da başka bir çevresel koşula bağlı olarak ortaya çıkan değişimler doğal ortamda populasyonların evrimsel gelişimini etkileyecek hızlı değişimlere neden olabilir.

Böceklerde uğmanın kinematiği ile ilgili çalışmalar özellikle ilk havalanma sırasında Diptera'nın tamamında medial bölümün alttan gelen ve yükselmeyi sağlayan havanın basıncına direnç sağladığını göstermektedir (**Grotnitsky, 1999**). Özellikle tehlikeli bölgelerden hızlı uğarak uzaklaşma faaliyetlerinin bu bölgedeki damarlanmaların sağladığı yapısal dirence bağlı olması evrimsel süreçte olası sürüklenmelerin populasyonu hızlı biçimde etkileyeceğini düşündürmektedir. Sıcaklık değişimleri ile ilgili ortaya çıkan kanat deformasyonlarının bu bağlamda populasyon için olumlu mu yoksa olumsuz mu etki yapacağını elimizdeki veriye bakarak anlamak olanaklı gözükmemektedir. Bu amaçla uğuş kinematiği denemelerini içeren başka model çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak elimizdeki veri ile doğal koşullarda ortaya çıkabilecek birkaç derecelik iklimsel değişimlerin bu çalışmada ortaya konulan *An. superpictus* örneğinde olduğu gibi böceklerin, kısa zaman aralıklarında bile, yaşamını ve evrimini etkileyecek keskin farklılıklara neden olabileceğini düşünmek mümkün gözükmemektedir. Bu farklılık yalnızca morfometrik olarak tespit edilebilecek belirginlikte yapısal ve boyutsal değişikliklere neden olmamış, aynı zamanda *An. superpictus*'un fizyolojik değerlerini de aynı biçimde ve doğrusal bir korelasyon ile etkilemiştir.

Sıcaklık, yükseklik, nem, yağmur, seller, rüzgarlar, tahmini mümkün olmayan fırtınalar gibi iklimsel faktörler, sıtma enfeksiyonlarını atırıcı ya da azaltıcı yönde etki yapabilir (**Patz vd., 2000**). Küresel ısınmanın sonuçlarından biri vektör türlerin dağılımında meydana gelebilecek olası değişimlerdir (**Lindsay ve Birley, 1996**;

Patz vd., 2000; Epstein, 2002). Ayrıca sıcaklık vektörlük yeteneğini de etkileyebilmekte ve türlerin populasyon yoğunluğu üzerinde değişimlere neden olabilmektedir. Yerel iklimdeki çok küçük değişimler mevcut populasyonların aynı tür kompleksi içerisindeki yer değişimlerini başlatabilir ve belirlenen alandaki epidemiyolojide değişimlere neden olabilir (**Olejniczek ve Gelbic, 2000**). Bütün bu bulgulara genel olarak baktığımızda *An. superpictus*'un evriminde ve ekolojisinde sıcaklık değişimlerinin son derece önemli bir faktör olduğunu, bu gerekçe ile de küresel ısınma senaryolarının sıtma vektörleri gibi etkenlerin değişim potansiyellerine dolayısıyla insan sağlığına kısa vadede ve beklenenden çok daha hızlı bir biçimde etkili olabileceğini tahmin etmek için yeterli veri olduğu açıkça görölmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Adams, D.C., Rohlf, F.J., Slice, D.E., 2004, Geometric morphometrics: Ten years of Progress Following the “Revolution”, Italian Journal of Zoology, 71: 5-16.
- Aldemir, A., Boşgelmez, A., Çıngı, H., 2002, Gölbaşı sivrisinekleri, Bizim Büro Basımevi, 225s.
- Alibert, P., Moureau, B., Dommergues. J.L, David, B., 2001, Differentiation at a microgeographical scale within two species of ground beetle, *Carabusaeronitens* and *C. nemoralis* (Coleoptera, Carabidae): A geometrical morphometric approach. Zoologica Scripta 30 (4): 299-316.
- Alten, S.B., Çağlar, S.S., 1998, Vektör ekolojisi ve mücadelesi, Sağlık Bakanlığı Yayınları, 242s.
- Amr, Z.S., Al-Khalili, Y., Arbaji, A., 1997, Larval mosquitoes collected from northern Jordan and the Jordan Valley, Journal of the American Mosquito Control Association, 13 (4): 375-378.
- Arnqvist,G., Martensson, T., 1998, Measurement error in geometric morphometrics: Emprical strategies to assess and reduce its impact on measures of shape, Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 44 (1-2), 73-96.
- Aytekin, A.M., Terzo, M., Rasmont, P., Çağatay, N., 2007, Landmark based geometric morphometric analysis of wing shape in *Sibiricobombus* Vogt (Hymenoptera: Apidae). Annales de la Societe Entomologique de France. 43(1): 95-102

- Bahoy, M.N., Lindsay, S.W., 2003, Effect of temperature on the development of the aquatic stages of *Anopheles gambiae* sensu stricto Giles (Diptera: Culicidae). Bulletin of Entomological Research, 93:375-381.
- Bahoy, M. N. ve Lindsay, S. W. 2004. Temperature-related duration of aquatic stages of the Afrotropical malaria vector mosquito *Anopheles gambiae* in the laboratory. Medical and Veterinary Entomology.18, 174-179
- Bar-Zeev, M., 1958, The effect of temperature on the growth rate and survival of the immature stages of *Aedes aegypti* (L.), Bull. Ent. Res. 49, 157-163.
- Belen, A., Alten, S.B., Aytekin, A.M., 2004, Altitudinal variation in morphometric and molecular characteristics of *Phlebotomus (Phlebotomus) papatasi* populations, Medical and Veterinary Entomology 18:343-350.
- Bookstein, F.L., 1991, Morphometric tools for landmark data, Cambridge University Press, 435pp.
- Bursell, E., 1964, The Physiology of insecta. Environmental aspects: Temperature. (Edt: M. Rockstein) 283-321. Academic Press, New York, 640p.
- Campos, R.E., Sy, V.E., 2003, Mortality in immatures of the floodwater mosquito *Ochlerotatus albifasciatus* (Diptera: Culicidae) and effects of parasitism by *Strelkovimermis spiculatus* (Nematoda: Mermithidae) in Buenos Aires province, Argentina. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 98(2):199-208
- Cardenas, E., Ferro, C., Corredor, D., Martinez, O.,Munsremann, L.E., 1999, Reproductive biology of *Lutzomyia shannoni* (Dyar) (Diptera: Psychodidae) under experimental conditions, Journal of Vector Ecology, 24(2), 158-170.

- Carvalho, S.C.G., Junior, A.J.M., Lima, J.B.P., Valle, D., 2002, Temperature influence on embryonic development of *Anopheles albitarsis* and *Anopheles aquasalis*, Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 97(8): 1117-1120.
- Chapman, R.F., 1998, The Insects. Cambridge University Press, Fourth Edition, 403-408.
- Chinayev, P.P., 1965, Range and epidemiological importance of the malarial mosquitoes *Anopheles maculipennis sacharovi* Fv., *A. superpictus* Gr. and *A. pulcherrimus* Theob. (Diptera, Culicidae) in Soviet Central Asia, Entomol. Rev. 44: 164-168.
- Christophers, S.R., 1933, The fauna of British India including Ceylon and Burma. Vol. 4. Diptera Family Culicidae Tribe Anophelini. London. 388p.
- Clements, A.N., 1963, The physiology of mosquitoes, Pergamon Press, Volume:17, 392p.
- Crovello T.J., Hacker, C.S., 1971, Evolutionary strategies in life table characteristics among feral and urban strains of *Aedes aegypti* (L.), Evolution, 26: 185-196.
- Debat, V.; Begin, M.; Legout, H.ve David, J. R. 2003. Allometric and nonallometric components of *Drosophila* wing shape respond differently to developmental temperature. Evolution, 57(12), 2773-2784
- Detinova, T.S., 1962, Age-grouping methods in Diptera of medical importance, World Health Organization, Geneva.

- Dryden, I.L., Mardia, K.V., 1998, Statistical shape analysis, John Wiley and Sons, UK, 347p.
- Edillo, F.E., Toure, Y.T., Lanzaro, G.C., Dolo, G., Taylor, C.E., 2004, Survivorship and distribution of immature *Anopheles gambiae* s.l. (Diptera: Culicidae) in Banambani Village, Mali, J. Med. Entomol. 41 (3): 333-339.
- Eldridge, B.F., 2005, Biology of disease vectors: Mosquitoes, the Culicidae (Edt: W.C. Marquardt), Elsevier Academic Press, Second Edition, 785p.
- Epstein, R.E., 2002, Climate change and infectious disease: Stormy weather ahead?, Epidemiology, Vol. 13, No.4, 373-375
- Erişöz, Ö., 2004, Farklı sıcaklıkların *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae)'nin biyolojisi üzerine etkileri, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilim Uzmanlığı Tezi, 84s.
- Futuyma, D.J., 1998, Evolutionary Biology, Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, Third Edition, 763p.
- Gillett, J.D., 1971, Mosquitoes. The World Naturalist. London. Weidenfeld and Nicolson.
- Glick, J.I., 1992, Illustrated key to the female *Anopheles* of Southwestern Asia and Egypt (Diptera: Culicidae). Mosquito Systematics, 24(2): 125-153.
- Gomez, c., Rabinovich, J.E., Machado-Allison, C.E., 1977, Population analysis of *Culex pipiens fatigans* Wied. (Diptera: Culicidae) under laboratory conditions. J. Med. Ent. 13, (4-5), 453-463.

- Grieco, J.P., Achee, N.L., Briceno, I., King, R., Andre, R., Roberts, D., Rejmankova, E., 2003, Comparison of life table attributes from newly established colonies of *Anopheles albimanus* and *Anopheles vestitipennis* in northern Belize. *Journal of Vector Ecology*, 28(2):200-207.
- Griffiths, J.A., Schiffer, M., Hoffmann, A.A., 2004, Clinal variation and laboratory adaptation in the rainforest species *Drosophila birchii* for stress resistance, wing size, wing shape and development time. *Journal of Evolutionary Biology*. Vol. 18. No. 1. 2113-222.
- Grimaldi, D., Engel, M.S., 2005, *Evolution of the insects*, Cambridge University Press, 755 p.
- Grodnitsky, D.L., 1999, *Form and function of insect wings*, The Johns Hopkins University Press, 261pp.
- Jarosik, V., Kratochvil, L., Honek, A., Dixon, A.F.G., 2004, A general rule for the dependence of developmental rate on temperature in ectothermic animals, *Proc. R. Soc. Lond. B. (Suppl.)*, 271, S219-S221.
- Jetten, T.H., Takken, W., 1994, Anophelism without malaria in Europe. A review of the ecology and distribution of the genus *Anopheles* in Europe. *Wageningen Agricultural University Papers*, 94-5, 59p.
- Kasap, M., 1979, Ankara çevresinde Culicidae (Diptera) familyasına bağlı önemli türlerin ekolojisi üzerine çalışmalar. Hacettepe Üniversitesi Mezuniyet Sonrası Eğitim Fakültesi Doktora Tezi. Ankara. 137s.
- Kasap H., Kasap, M., Demirhan, O., Alptekin, D., 1987, Development of *Plasmodium vivax* in *Anopheles superpictus*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 42(2): 117-124.

- Kasap, H., 1990, Comparison of experimental infectivity and development of *Plasmodium vivax* in *Anopheles sacharovi* and *Anopheles superpictus* in Turkey. The American Society of Tropical Medicine and Hygiene. 42, 111-117.
- Kasap, H., Alptekin, D., 1997, Sivrisinekler, vektörlükleri ve kontrolü, Parazitolojide artropod hastalıkları ve vektörler, Türkiye Parazitoloji Derneği, Yayın No. 13, İzmir, 527 s.
- Klingenberg, C.P., 2003, Developmental instability as a research tool: Using patterns of fluctuating asymmetry to infer the developmental origins of morphological integration. In Developmental instability, causes, and consequences ed. M. Polak. Oxford University Press. 427-442.
- Knight, K.L., Stone, A., 1977, A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae). The Thomas Say Foundation, Entomological Society of America. 611p.
- Krebs, C.J., 1985, Ecology, The experimental analysis of distribution and abundance, Harper & Row, Publishers, Inc., Third Edition, 800p.
- Lanciani, C.A., 1992, Photoperiod and the relationship between wing length and body weight in *Anopheles quadrimaculatus*. J. Am. Mosq. Cont. Assoc. 8(3): 297-300.
- Lansdowne, C., Hacker, C.S., 1975, The effect of fluctuating temperature and humidity on the adult life table characteristics of five strains of *Aedes aegypti*. J. Med. Entomol. 6, 723-733.
- Lindsay, S.W., Birley, M.H., 1996, Climate change and malaria transmission. Annales of Tropical Medical Parasitology. 90: 573-588.

- Lynch J. M., 2004. D'Arcy: An online bibliography of landmark-based morphometrics:<http://www.public.asu.edu/~jmlynch/geomorph/index.htm>.
- Maharaj, R. 2003. Life table characteristics of *Anopheles arabiensis* (Diptera: Culicidae) under simulated seasonal conditions. J. Med. Entomol. 40(6): 737-742.
- Mahmood, F., 1997, Life table of *Anopheles albimanus* (Wiedemann) under controlled laboratory conditions. Journal of Vector Ecology. 22(2), 103-108.
- Martens, P., Hall, L., 2000, Malaria on move: Human population movement and malaria transmission, Emerging Infectious Diseases, Vol. 6, No. 2, 103-109.
- Mascarini, L.M., Prado, A.P., 2002, Thermal constant of an experimental population of *Muscina stabulans* (Fallen 1817) (Diptera: Muscidae) in the laboratory. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol. 97(2): 281-283.
- Mayr, E., Ashlock, P.D., 1991, Principles of systematic zoology, McGraw-Hill, Inc., 475pp.
- Merdivenci, A., 1984, Türkiye Sivrisinekleri (Yurdumuzda varlığı bilinen sivrisineklerin biyo-morfolojisi, biyo-ekolojisi, yayılışı ve sağlık önemleri), İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, No:3215, Taş Matbaası, İstanbul, 340s.
- Moorthy, V. ve Hill, A. V. S. 2002. Malaria vaccines. British Medical Bulletin; 62: 59-72
- Mourya, D.T., Yadav, P., Mishra, A.C., 2004, Effect of temperature stress on immature stages and susceptibility of *Aedes aegypti* mosquitoes to Chikungunya virus. Am. J. Trop. Med. Hyg., 70(4):346-350.

- O'Higgins, P., 2000, The study of morphological variation in the hominid fossil record: Biology, landmarks and geometry. *Journal of Anatomy*, 197, 103-120.
- O'Higgins, P., Jones, N., 2007, Morphologika. Tools for shape analysis. Software. University College London.
- Olejnicek, J., Gelbic, I., 2000, Differences in response to temperature and density between two strains of the mosquito, *Culex pipiens molestus* Forskal. *Journal of Vector Ecology*, 25(2):136-145.
- Özcel, M.A., 1999, Sıtma-Malaria: Sıtmanın önemi, korunma ve sıtma savaşı (Editör M.A. Özcel) Türkiye Parazitoloji Derneği Yayınları, No. 16, 299s.
- Patz, J.A., Graczyk, T.K., Geller, N., Vittor, A.Y., 2000, Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *International Journal for Parasitology*, 1-11.
- Patz, J.A., Olson, H.O., 2006, Malaria risk and temperature: Influences from global climate change and local land use practices, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, 5635-5636.
- Pavlinov, I.Y., 2001, Geometric morphometrics, a new analytical approach to comparison of digitized images. *Information Tecnology in Biodiversity Research. Abstracts of the 2nd. International Symposium. St. Petersburg.* 41-90.
- Pianka, E.P., 1988, *Evolutionary Ecology*, Harper&Row, Publishers, Inc., New York, 468p.
- Ramsdale, C.D., Alten, B., Çağlar, S.S., Özer, N., 2001, A revised annotated checklist of mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Turkey. *Journa of the European Bulletin. Issue 9*, 18-28.

- Reisen, W.K., Mahmood, F., 1980, Horizontal life table characteristics of the malaria vectors *Anopheles culicifascies* and *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*. Vol.17, no.3, 211-217.
- Rohlf, F.J., 1993, Relative warp analysis and an example of its application to mosquito wings. 131-159 in *Contributions to Morphometrics*, (Marcus, L.F., Bello, E., Garcia-Valdecasas, A. eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Vo.8. Madrid, Spain.
- Rohlf, F.J., 1999, Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces. *Journal of Classification*, 16:197-223.
- Rohlf, F.J., 2000, Ntsys-Pc Version 2.1. Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Exeter Software.
- Rohlf, F.J., 2007a, TpsUTIL. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- Rohlf, F.J., 2007b, TpsDIG2. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- Rohlf, F.J., 2007c, TpsRELW. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- Rohlf, F.J., 2007d, TpsREGR. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- Russell, P.F., Rozeboom, L.E., Stone, A., 1943, Keys to the anopheline mosquitoes of the world with notes on their identification, distribution, biology, and relation to malaria. *Am. Entomol. Soc. And Acad. Nat. Sci.*, Philadelphia, 152p.

- Santos, M., Iriarte, P., Cespedes, W., 2005, Genetics and geometry of canalization and developmental stability in *Drosophila subobscura*. *Evolutionary Biology*, 5:7.
- Service, M.W., 1992, Vector control. Where are we now?, *Bull. Soc. Vector Ecol.*, 17, 2, 94-108.
- Silver, J.B., Renshaw, M., 1999, Are mosquitoes from lower latitudes smaller? *Medical and Veterinary Entomology*. 13, 219-223.
- Slice, D. E. 2007. Morphueus. Software for morphometric research. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York.
- Sokal R. R., Rohlf, F. J. 1973. *Introduction to Biostatistics*. Freeman: San Fransisco. 368 pp.
- Sousa, C., Rosario, V., Ozer, N., Poncon, N., Alten, S.B., Çağlar, S.S., Kaynaş, S., Şimşek, F., Vegte-Bolmer, M., van Gemert, G.J., Fontenille, D., Luty, A.J.F., 2007, Transmission of African *Plasmodium falciparum* by European anophelines, EDEN FP6 Project annual Meeting. Antalya.
- Southwood, T.R.E., 1968, *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Chapman and Hall, London, 391p.
- Süvey, M. 1953, *Sıtma Savaşı Çalışmaları Albümü*. TC Sağlık ve Sosyal Yardım Vekaleti Yayınları No: 162. Hüsnütabiat Matbaası, İstanbul. 245 p.
- Şimşek, F.M., Kaynaş, S., Alten, B., Çağlar, 2005, S.S., Laboratory colonization of the vector *Anopheles (Cellia) superpictus* from Sanliurfa, Turkey. *Journal of the European Mosquito Control Association*, Issue no:19.

Şimşek, F.M., Çağlar, S.S., Kaynaş, S., Alten, S.S., 2007, Evaluation of the performance of K-OTAB (deltamethrin tablet formulation) impregnated bednets against the malaria vector *Anopheles (Cellia) superpictus* Grassi 1899 (Diptera: Culicidae) under laboratory conditions, Turk. J. Zool., 31 (2007), 75-82.

Şişli, M.N., 1999, Ekoloji, Gazi Büro Kitabevi, Ankara, İkinci baskı, 492s.

Tabuk, T.C., Yıldırım, C., 1999, Sıtma: Türkiye’de sıtma ve sıtmada saha çalışmaları (Editör: M.A. Özcel) Türkiye Parazitoloji Derneği Yayınları, No. 16, 299s.

Teng, H.J., Apperson, C.S., 2000, Development and survival of immature *Aedes albopictus* and *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae) in the laboratory: Effects of density, food, and competition on response to temperature, J. Med. Entomol. 37(1): 40-52.

Tun-Lin,W.; Burkot, T. R.; ve Kay, B. H. 2000. Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the denque vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. Medical and Veterinary Entomology. 14, 31-37

Üner, A., Ertuğ, S.,1999, Sıtma: Sıtma vektörleri (Editör: M.A. Özcel) Türkiye Parazitoloji Derneği Yayınları, No. 16, 299s.

Walter, N.M., Hacker, C.S., 1974. Variation in life table characteristics among three geographic strains of *Culex pipiens quinquefasciatus*. J. Med. Entomol. 11(5): 541-550.

WHO Expert Comitee, 1972, Vector Ecology, Technical Report Series, No. 501, 41p.

WHO, 2006. World Health Report – working together for health. 237p.

Yurttaş, H., Alten, B., Aytekin, A.M., 2005, Variability in natural populations of *Anopheles sacharovi* (Diptera: Culicidae) from southeast Anatolia, revealed by morphometric and allozymic analyses, *Journal of Vector Ecology*, 30(2): 206-212.

Zelditch M.L., Swiderski, H.D., Sheets, H.D., Fink, W.L., 2004, *Geometric morphometrics for biologists*. Elsevier / Academic Press. London. 443p.

Zelditch M.L., Swiderski, H.D., Sheets, H.D., Fink, W.L., 2007. *IMP. Integrated Morphometrics Package*.

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Seçil ER
Doğum Yeri : İstanbul
Doğum Tarihi : 29-10-1982
Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1996-1999 Ataköy Cumhuriyet Lisesi
Lisans : 1999-2004 Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü
Yabancı Dili : İngilizce