

**FARKLI SABİT SICAKLIKLARDA *Culex quinquefasciatus*
(DIPTERA: CULICIDAE)'UN REAKSİYON NORMU VE
KALITSALLIĞI**

**REACTION NORM AND HERITABILITY OF *Culex quinquefasciatus*
(DIPTERA: CULICIDAE) UNDER DIFFERENT CONSTANT
TEMPERATURES**

FİLİZ GÜNAY

**Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

2009

FARKLI SABİT SICAKLIKLARDA *Culex quinquefasciatus* (DIPTERA: CLUCIDAE)'UN REAKSİYON NORMU VE KALITSALLIĞI

Filiz Günay

ÖZ

Sıcaklığın yeryüzünde yaşamın yayılımını sınırlayan en önemli faktörlerden biri olduğu bilinmektedir. Özellikle ektoterm vektör canlıların, patojen yayma özellikleri nedeniyle belirli sıcaklık koşullarındaki reaksiyon normlarının belirlenmesi üzerinde çalışmalar yapmak kontrol programları açısından oldukça gereklidir. Bu çalışmada Dünya üzerinde geniş bir yayılıma sahip olan *Culex quinquefasciatus* Say türünün, laboratuvar koşullarında beş farklı sabit sıcaklık koşulundaki (15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C) gelişimleri gözlenmiştir. Buna göre canlının gelişim sürelerinin sıcaklıkla ters orantılı olduğu, sıcaklık arttıkça gelişim süresinin kısaldığı belirlenmiştir. Ayrıca ergin bireylerde yaşa bağlı ölüm oranının artan sıcaklıkla pozitif korelasyon gösterdiği belirlenmiş, 15 °C, 20 °C ve 23 °C sıcaklık şartlarında eşeyler arasında fark gözlenemezken bu oranın, görece sıcak şartlarda dişi ve erkekler arasında belirgin şekilde farklılaştığı ortaya konmuştur. Ergin bireylere ait hayat tablosu parametrelerinin analizi sonucunda, bu türün sıcaklığa bağlı olarak biyo – ekolojik ve davranışsal özellikler bakımından farklılık gösterebileceği belirlenmiştir. *Culex quinquefasciatus* türünde beş farklı sıcaklık koşulunda yetiştirilen larvalardan elde edilen erginlere ait kanat yapıları geometrik morfometrik yöntemlerle incelenmiş, kanatlarda sıcaklığın artışına bağlı olarak dorso-ventral yönde küçülme olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada kanat uzunluğu ve kanat nitelik oranı ile ifade edilen vücut büyüklüğündeki değişkenliğin 20 °C, 23 °C ve 27 °C sıcaklık şartlarına verdiği yanıt dar anlamlı kalıtsallık ile incelenmiş, sıcaklık artışı ile bu karakterlerdeki fenotipik varyansın arttığı anlaşılmıştır. Kalıtsallığın ise azaldığı belirlenmiştir. Bütün bu bulgular ışığında *Culex quinquefasciatus*'un evriminde ve ekolojisinde sıcaklık değişimlerinin son derece önemli bir faktör olabileceği, küresel iklim değişikliğinin, bu yüksek derecede adaptasyon yeteneğine sahip vektör organizmaların uyum potansiyellerine, dolayısıyla da insan sağlığına beklenenden daha hızlı bir biçimde etkili olabileceği öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Culex quinquefasciatus*, sıcaklık, hayat tablosu, yaşı bağı mortalite, geometrik morfometri, kalıtsallık.

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

Eşdanışman: Doç. Dr. Ergi Deniz Özsoy, Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji, Genel Biyoloji Anabilim Dalı.

REACTION NORM AND HERITABILITY OF *Culex quinquefasciatus* (DIPTERA: CLUCIDAE) UNDER DIFFERENT CONSTANT TEMPERATURES

Filiz Günay

ABSTRACT

It is clear that ambient temperature is one of the most important factors that limit the distribution of life on earth. Evaluating the reaction norms of ectotherm vectors under certain temperature conditions is quite important because of their ability of transmitting pathogens. In this study, development of *Culex quinquefasciatus* Say 1923, a widespread species under five different constant temperature conditions (15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C and 30 °C) were observed. As a result development time was found to be negatively correlated with temperature thus development time decreased with increasing temperature. In addition, it was found that age specific mortality was positively correlated with temperature. Age specific mortality of males and females was not significantly differed under temperature conditions of 15 °C, 20 °C and 23 °C whereas those exposed to warmer conditions were found to have different age specific mortality rates. The life table parameters showed that this species may have different bio-ecological and behavioral characteristics depending on the temperature changes. Larvae of *Culex quinquefasciatus* were developed under five different temperature conditions and adult mosquitoes were obtained. The wings dissected from these adults were analyzed using geometric morphometrics. According to the results, depending on the increase in temperature, wings were found to become smaller dorso-ventrally. The variation in body size referred as wing length and wing aspect ratio was evaluated with narrow – sense heritability under constant temperature regimes of 20 °C 23 °C and 27 °C. The phenotypic variance of these characters was found to increase as temperature increased. The decrease of heritability caused by this increase showed that the body size is influenced by multiple effects of many genes. However, the heritability was found to decrease as the temperature increased. In the light of all these results, we may say that temperature is an important factor in relation to the ecology and evolution of *Culex quinquefasciatus*. Also global climate change may affect the fitness of this vector species and therefore the effects on public health may become apparent faster than expected.

Keywords: *Culex quinquefasciatus*, temperature, life table, age specific mortality, geometric morphometry, heritability.

Advisor: Asst. Prof. Dr. Bülent Alten, Hacettepe University, Department of Biology, Ecology Section.

Eşdanışman: Asst. Prof. Dr. Ergi Deniz Özsoy, Hacettepe University, Department of Biology, General Biology Section.

TEŞEKKÜR

Öncelikle çalışmalarımın her aşamasında desteğini esirgemeyen ve gerekli tüm altyapıyı büyük bir özveri ile sağlayan tez danışmanım Doç. Dr. Bülent Alten'e,

Çalışmalarımın yaşa bağlı mortalite ve kalıtsallık bölümlerinde bilgi ve tecrübesinden yararlandığım eşdanışmanım Doç. Dr. Ergi Deniz Özsoy'a,

Laboratuvar çalışmalarımıdaki katkılarından dolayı Salim Çalış'a,

Geometrik morfometri çalışmalarımıda desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Murat Aytekin ve Araş. Gör. Berna Demirci'ye,

Yardımlarından dolayı Uzman Sinan Kaynaş, Araş. Gör. İsmail Kudret Sağlam, Araş. Gör. Özge Erişöz Kasap, Araş. Gör. Aslı Belen, Biyolog Seçil Er, Araş. Gör. Arda Cem Kuyucu, Araş. Gör. Çağışan Karacaoğlu, Araş. Gör. Mustafa Akıner, Araş. Gör. Kahraman İpekdal, Biyolog Şafak Mert, Araş. Gör. Murat Yılmaz ve Araş. Gör. Banu Şebnem Önder'e,

Ankara Tavukçuluk Araştırma Enstitüsü Müdürü Cengizhan Mızrak ve Ziraat Yüksek Mühendisi Elif Güneç'e,

Her zaman yanımda olup, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen annem ve babama çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZ	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. <i>Culex quinquefasciatus</i> 'un Sınıflandırılması	5
2.2. <i>Culex quinquefasciatus</i> 'un Biyo-Ekolojik Özellikleri ve Yayılımı	6
2.3. <i>Culex quinquefasciatus</i> 'un Vektörel Önemi	8
2.4. Sınırlayıcı Fiziksel Bir Faktör Olarak Sıcaklık ve Etkileri.....	10
2.5. Hayat Tabloları ve Yaşa Bağlı Mortalite	14
2.6. Geometrik Morfometri.....	19
2.7. Kalıtsallık Hesaplamaları	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	23
3.1. <i>Culex quinquefasciatus</i> Kolonisinin Oluşturulması	23
3.2. Hayat Tablosu Deneylerinin Kurulması ve Değerlendirilmesi	23
3.3. Hayat Tablolarının Analizinde Kullanılan İstatistiksel Yöntemler ve Formüller	24
3.4. Yaşa Bağlı Mortalite Deneylerinin Kurulması, Değerlendirilmesi ve Analizi.....	26
3.5. Morfometrik Çalışmalar	28
3.6. Kalıtsallık Deneylerinin Kurulması ve Değerlendirilmesi.....	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
4.1. Farklı Sabit Sıcaklıklarda Yetiştirilen <i>Culex quinquefasciatus</i> Erginlerinde Hayat Tablosu ve Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları.....	34
4.1.1. 15 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları.....	35
4.1.2. 15 °C Sıcaklık Koşulu İçin İkinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları	38
4.1.3. 20 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları.....	41

4.1.4.	20 °C Sıcaklık Koşulu İçin İkinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları	44
4.1.5.	23 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları.....	47
4.1.6.	23 °C Sıcaklık Koşulu İçin İkinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları	50
4.1.7.	27 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları.....	53
4.1.8.	27 °C Sıcaklık Koşulu İçin İkinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları	56
4.1.9.	30 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları.....	59
4.1.10.	30 °C Sıcaklık Koşulu İçin İkinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları	61
4.1.11.	15 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci ve İkinci Kuşak Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları	77
4.1.12.	20 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci ve İkinci Kuşak Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları	79
4.1.13.	23 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci ve İkinci Kuşak Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları	81
4.1.14.	27 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci ve İkinci Kuşak Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları	83
4.1.15.	30 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci ve İkinci Kuşak Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları	85
4.2.	<i>Culex quinquefasciatus</i> 'ta Morfometrik Bulgular.....	92
4.2.1.	Dişi Bireylere Ait Morfometrik Bulgular	92
4.2.2.	Erkek Bireylere Ait Morfometrik Bulgular	96
4.3.	<i>Culex quinquefasciatus</i> 'ta Kalıtsallık	102
KAYNAKLAR DİZİNİ		111
ÖZGEÇMİŞ		

ŞEKİLLER DİZİNİ

sayfa

Şekil 3.1. <i>C.quinquefasciatus</i> 'da önkanatta kullanılan landmarklar.....	28
Şekil 3.2. Kan sirkülasyon ve emdirme aparatı.	31
Şekil 4.1. 15 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.	36
Şekil 4.2. 15 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.	39
Şekil 4.3. 20 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.	42
Şekil 4.4. 20 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.	45
Şekil 4.5. 23 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.	48
Şekil 4.6. 23 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.	51
Şekil 4.7. 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.	54
Şekil 4.8. 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.	57
Şekil 4.9. 30 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.	59
Şekil 4.10. 30 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.	62
Şekil 4.11. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan birinci kuşak dişilerin ömür uzunluklarının karşılaştırılması.	68
Şekil 4.12. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan ikinci kuşak dişilerin ömür uzunluklarının karşılaştırılması.	68
Şekil 4.13. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan birinci kuşak erkeklerin ömür uzunluklarının karşılaştırılması.	69

Şekil 4.14. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan ikinci kuşak erkeklerin ömür uzunluklarının karşılaştırılması.	69
Şekil 4.15. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan birinci kuşak dişilerde m_x değerinin karşılaştırılması.	70
Şekil 4.16. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan ikinci kuşak dişilerde m_x değerinin karşılaştırılması.	70
Şekil 4.17. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında birinci kuşak dişilerinin R_0 , r_m ve T_c değerlerine göre karşılaştırılması.	74
Şekil 4.18. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ikinci kuşak dişilerinin R_0 , r_m ve T_c değerlerine göre karşılaştırılması.	75
Şekil 4.19. <i>Culex quinquefasciatus</i> 'ta ergin döneme ait hayat tablosu parametrelerinin verileri temel alınarak hazırlanan UPGMA fenogramı.	77
Şekil 4.20. 15 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.	77
Şekil 4.21. 15 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.	78
Şekil 4.22. 20 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.	79
Şekil 4.23. 20 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.	80
Şekil 4.24. 23 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.	81
Şekil 4.25. 23 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.	82
Şekil 4.26. 27 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.	83
Şekil 4.27. 27 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.	84
Şekil 4.28. 30 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.	85

Şekil 4.29. 30 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.	86
Şekil 4.30. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak dişilerin hayatta kalma eğrileri. ...	87
Şekil 4.31. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkeklerin hayatta kalma eğrileri. 87	
Şekil 4.32. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak dişilerin hayatta kalma eğrileri.	88
Şekil 4.33. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkeklerin hayatta kalma eğrileri. .	88
Şekil 4.34. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci ve ikinci kuşak, dişi ve erkeklerin yaşam uzunlukları.....	89
Şekil 4.35. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci ve ikinci kuşak, dişi ve erkeklerin varyasyon katsayıları.	90
Şekil 4.36. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci ve ikinci kuşak, dişi ve erkeklerin yaşa bağlı mortalite artış oranları ("b" değerleri).	91
Şekil 4.37. Dişi ve erkek bireyler için ortalama örnek üzerinde 20 landmarkın kanat üzerindeki dağılımı.	92
Şekil 4.38. Dişi ve erkek bireylerde 50 örnek üzerinde 20 landmarkın kanat üzerinde ortalama dağılımı.....	92
Şekil 4.39. <i>Culex quinquefasciatus</i> türünde dişi bireylerde kanat üzerinde tespit edilen 20 landmarkın oluşturduğu biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı. x eksenini PC1 (birinci temel öge), y eksenini PC2 (ikinci temel öge).	93
Şekil 4.40. Dişi bireylerde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen gruplar arasındaki morfometrik farklılıklar (UPGMA-SAHN kümeleme yöntemi).	94
Şekil 4.41. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen dişi bireyler arasındaki morfometrik farklılıklara ait Kanonik Varyans Analizi.	95
Şekil 4.42. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen dişi bireylerde büyüklük (Ağırlık merkezi Büyüklüğü) ve biçimi açıklayan İlk Temel Öge (PC1) arasında regresyon.	96

Şekil 4.43. Erkek bireylerde 50 örnek üzerinde 20 landmarkın kanat üzerinde ortalama dağılımı.	96
Şekil 4.44. <i>Culex quinquefasciatus</i> türünde erkek bireylerde kanat üzerinde tespit edilen 20 landmarkın oluşturduğu biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı. x eksenini PC1 (birinci temel öge), y eksenini PC2 (ikinci temel öge).	97
Şekil 4.45. Erkek bireylerde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen gruplar arasındaki morfometrik farklılıklar (UPGMA-SAHN kümeleme yöntemi).	98
Şekil 4.46. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen erkek bireyler arasındaki morfometrik farklılıklara ait Kanonik Varyans Analizi.	99
Şekil 4.47. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen erkek bireylerde büyüklük (Ağırlık merkezi büyüklüğü) ve biçimi açıklayan İlk Temel Öge (PC1) arasında regresyon.	99
Şekil 4.48. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen dişi ve erkek bireylerde ağırlık merkezi büyüklüğü farklılıkları. (sex F dişi, sex M erkek).	100
Şekil 4.49. 20 °C sıcaklık koşulu, kanat uzunluğu için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.	103
Şekil 4.50. 23 °C sıcaklık koşulu, kanat uzunluğu için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.	103
Şekil 4.51. 27 °C sıcaklık koşulu, kanat uzunluğu için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.	104
Şekil 4.52. 20 °C sıcaklık koşulu, kanat nitelik oranı için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.	105
Şekil 4.53. 23 °C sıcaklık koşulu, kanat nitelik oranı için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.	106
Şekil 4.54. 27 °C sıcaklık koşulu, kanat nitelik oranı için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.	106
Şekil 4.55. Sıcaklık değişimine göre ortaya çıkan kanat uzunluğuna ait kalıtsallık, genetik varyasyon katsayısı ve eklemeli genetik varyans değişimlerini ifade eden reaksiyon normu.	108
Şekil 4.56. Sıcaklık değişimine göre ortaya çıkan kanat nitelik oranına ait kalıtsallık, genetik varyasyon katsayısı ve eklemeli genetik varyans değişimlerini ifade eden reaksiyon normu.	109

ÇİZELGELER DİZİNİ

sayfa

Çizelge 4.1. 15 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.....	35
Çizelge 4.2. 15 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	37
Çizelge 4.3. 15 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.....	38
Çizelge 4.4. 15 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	40
Çizelge 4.5. 20 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.....	41
Çizelge 4.6. 20 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	43
Çizelge 4.7. 20 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	44
Çizelge 4.8. 20 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	46
Çizelge 4.9. 23 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.....	47
Çizelge 4.10. 23 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	49
Çizelge 4.11. 23 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.....	50
Çizelge 4.12. 23 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	52
Çizelge 4.13. 27 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.....	53
Çizelge 4.14. 27 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	55
Çizelge 4.15. 27 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.....	56

Çizelge 4.16. 27 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	58
Çizelge 4.17. 30 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.....	59
Çizelge 4.18. 30 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	60
Çizelge 4.19. 30 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.....	61
Çizelge 4.20. 30 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.....	62
Çizelge 4.21. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sıcaklık koşulları ve kuşaklar için hayat tablosu ve populasyon parametreleri.	64
Çizelge 4.22. Bazı çalışmalardan elde edilen <i>Culex quinquefasciatus</i> 'un düşük sıcaklıklardaki birinci evre larvadan ergine gelişme süreleri.	66
Çizelge 4.23. Suleman ve Reisen (1979)'e ve bu çalışmaya göre <i>Culex quinquefasciatus</i> için R_0 , r_m ve e_x değerleri.....	73
Çizelge 4.24. 20 °C, 23 °C ve 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen baba ve oğulların kanat uzunlukları için regresyon katsayıları (b) ve kalıtsallık (h^2) değerleri.....	102
Çizelge 4.25. 20 °C, 23 °C ve 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen baba ve oğulların kanat uzunlukları için örneklem ortalamaları (\bar{X}), fenotipik varyans (V_p) ve varyasyon katsayıları (CV_a).....	104
Çizelge 4.26. 20 °C, 23 °C ve 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen baba ve oğulların kanat nitelik oranlarının regresyon katsayıları (b) ve kalıtsallık (h^2) değerleri.....	105
Çizelge 4.27. 20 °C, 23 °C ve 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen baba ve oğulların kanat nitelik oranları için örneklem ortalamaları (\bar{X}), fenotipik varyans (V_p) ve varyasyon katsayıları (CV_a).....	107

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CANOVAR Kanonik Varyans Analizi

b Doğum Oranı

b değeri Yaşa bağlı mortalitedeki artış oranı

BC Bookstein biçim koordinatları

CV_a Varyasyon katsayısı

d Ölüm oranı

d_x Belli yaş aralığında ölen birey sayısı

e Doğal logaritma

EBAL Ekolojik Bilimler Araştırma Laboratuvarı

e_x Yaşlanması beklenen ortalama süre

GPA Procrustes analizi

h² Dar anlamli kalıtsallık

IMP Kaynaşmalı morfometri paketi

l_x Belirli yaş aralığındaki canlı birey sayısı

MANOVA Çoklu varyans analizi

m_x Yaşa bağlı fekondite

max En yüksek değer

min En düşük değer

n Birey sayısı

N Aile büyüklüğü

PCA Temel öğeler analizi

q_x Ölüm oranı

r_m Doğal artış kapasitesi

R₀ Net üreme oranı

SAHN Sekanslı, yığılmalı, hiyerarşik, üstüste çakışmayan

SD Standart sapma

λ Sınırlı artış kapasitesi

T_c Döl süresi

TPS İnce tabaka analizi

UPGMA Ağırlıklı olmayan ortalamalı kullanan çift grup yöntemi

%l_x Canlı oranı

V_p Fenotipik varyans

V_x	Üretkenlik değeri
WHO	Dünya sağlık örgütü
x	Zaman
\bar{x}	Örneklem ortalaması

1. GİRİŞ

Bir ekosistemde, herhangi bir trofik düzeyde bulunan populasyonlar, çevresel sınırlayıcı faktörlerden doğrudan ve/veya dolaylı olarak etkilenirler. Bir organizmanın çevresi, kendisi dışında gelişimini, hayatta kalma başarısını ve üremesini etkileyen her şey olarak düşünülebilir. Çevresel faktörler bir populasyonun veya türün özellikleri üzerinde etkili olan pek çok doğal seleksiyon kaynağını içerir (**Futuyma, 2008; Petney, 2001**). Populasyonlar ancak sıcaklık, nem, su, oksijen ve pH gibi abiyotik faktörlerin minimum ve maksimum letal dereceleri arasında kendileri için optimum olan alanlarda canlılıklarını sürdürebilirler. Bu abiyotik faktörler; predasyon, parazitizm, rekabet ve hastalıklar gibi biyotik faktörler ile habitat seçimi ve dispersal gibi canlının davranış biyolojisine bağlı faktörleri sınırlar ve şekillendirir (**Campbell and Reece, 2008**). Organizmalar, yeryüzündeki değişken sıcaklık koşulları altında, hayat döngülerinin her evresi için uygun sıcaklık dağılımlarının bulunduğu yerlerde gelişirler. Bu nedenle sıcaklığın ve sıcaklıkla ilişkili olarak nemin, yeryüzünde yaşamın yayılımını sınırlayan en önemli iki faktör olduğu genel kabul görmektedir (**Krebs, 1985; Şişli, 1999**).

İklim, belirli bir zaman periyodunda atmosfer, okyanuslar, buzullar ve karaları içine alan sistemdeki ilişkiler çeşitliliği ile ortaya çıkan hava olaylarının bütünüdür. Bu büyük ve karmaşık yapıli sistemde bulunan kendi kendini kontrol etme mekanizmaları ortadan kalktığında, oluşacak iklimsel farklılıkların iniş-çıkışlar yapması beklenir (**Odum ve Barrett, 2008**). Son yüzyılda atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının artması, havanın ısınmasına, buzulların erimeye başlamasıyla kıyılarda deniz seviyesinin yükselmesine, fırtınalara ve kuraklıklara neden olmaktadır. Küresel ısınma ve beraberinde getirdiği etkiler canlıların yaşam ortamlarında değişikliklere neden olarak onları uyuma veya daha yüksek bölgelere yerleşmeye zorlamıştır. Bilgisayar modelleri; küresel ısınma ile vektör türlerin yayılış alanlarının genişleyeceğini öngörmektedir ki son on beş yılda tropik ve subtropik alanlarda görülen vektör kökenli hastalıkların, yükseklere çıkıldıkça epidemilere yol açtığı görülmüştür (**Epstein, 2000**).

Bu hastalıkların vektörlüğünü, Mammalia, Insecta ve Gastropoda sınıflarına ait

türler yapmaktadır. Vektörlerden Insecta sınıfına ait canlılar, poikiloterm hayvanlardır ve vücut sıcaklıkları çevresel sıcaklığa bağlı olarak değiştiği için ancak sınırlı sıcaklık aralıkları içinde optimal olarak canlılık gösterebilirler. Buna rağmen Diptera takımı Culicidae familyası üyesi olan sivrisinekler, yüksek adaptasyon ve dispersal yetilerinin olması, bunun yanı sıra populasyon yoğunluklarını hızlı ve üstel şekilde arttırabilmeleri nedeniyle dünyada, çöller ve kutuplar hariç her yerde bulunabilmektedirler (**Chapman, 1998; Epstein, 2000; Odum ve Barrett, 2008**). Sivrisinek türleri tropikal, subtropikal ve ılıman iklim kuşaklarında yaygın olarak sıtma, filariasis, sarı humma ve dank humması gibi ölümlü sonuçlanabilen hastalıkların taşınmasından sorumlu vektör canlılardır. Yayılış alanı tropik ve subtropik bölgelerde 120 milyon insanın *Wuchereria bancrofti* ile enfekte olduğu bilinmektedir (**WHO, 2000**). Ayrıca sıtma hastalığı her yıl 2 milyar 400 milyon insanın hayatını etkilemektedir (**WHO, 2006**). Sivrisineklerin vektörü oldukları hastalıkların tropikal, subtropikal ve ılıman iklim kuşaklarında yaygın olarak gözlenmesi, sıcaklığın hastalığın görülmesinde hem vektör organizma hem de hastalık etmeni için önemli bir çevresel faktör olduğunu göstermektedir.

Gubler ve arkadaşlarına (2001) göre sıcaklık, vektörün taşıdığı patojene hassasiyetini de değiştirmektedir. Bu nedenle sıcaklık hem vektörün dağılım alanını, hem de patojen yayma etkinliğini sınırlayan önemli bir çevresel faktördür (**Hunter, 2003**). Sıtma paraziti *Plasmodium falciparum*, vektör organizmanın içinde yaşam döngüsünü ancak 16 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda tamamlayabilmektedir. Günümüzde bu sıcaklığın altındaki alanlar iklim değişiklikleri nedeniyle ısınmakta ve sıtma hastalığının yayılımını değiştirmektedir. MIASMA (Modelling framework for the health Impact Assessment of Man-induced Atmospheric changes) sıtma modelleme programına göre 2080 yılında *P. falciparum* ve *P. vivax* ile enfekte insan sayısı sırasıyla, 300 ve 150 milyon olacaktır (**Martens et al., 1999**).

Bu nedenlerden dolayı vektör populasyonlarının yayılımı ile ilgili çalışmalar yürütülmektedir. Vektör mücadelesinde en önemli adım bu türleri tanımak, türün farklı sıcaklık koşullarına verdiği cevapları izlemek, dinamiklerindeki değişimler, minimum ve maksimum letal dereceleri üzerinde çalışmalar yapmaktır. Hayat tabloları, türlerin populasyon dinamiklerinin tanımı ve anlaşılması açısından

oldukça kullanışlı populasyon modelleme yöntemleridir. Hayatta kalma ve fekonditenin yaşa özgü oranları bilindiğinde, bir populasyonun geleceği hakkında fikir sahibi olunabilir (**Krebs, 1985**). Örneğin yaşlanma, birçok dış etkenden ve çok sayıda genin etkileşimi ile şekillenen karakterlerden biridir. Bu canlıların maksimum hayatta kalma sürelerinin yanı sıra yaşlanmaya bağlı olarak ölüm oranlarındaki artışın da belirlenmesi önemlidir. Farklı sıcaklık koşullarında üremenin farklı yaşlarda gerçekleşmesi ve yaşlı bireylerden alınan yumurtaların, genç dişi bireylerden elde edilenlere göre yumurta açılma başarısının düşük olması, populasyonlar için yaşlanmaya bağlı ölüm oranının da göz önünde bulundurulması gereken bir parametre olduğunu göstermektedir.

Çevresel değişkenler sonucu canlılarda genetik ve fenotipik farklılıklar görülür. Bu farklılıklar ise, doğrudan tür üretkenliğini, eşleşme başarısını, gelişme ve ömür uzunluğunu etkilemektedir (**Dobzansky et al., 1977; Reeve et al., 2000**). Insecta takımı içindeki türlerin birçoğunda kuru vücut ağırlığının artması ile fekonditenin de arttığı bilinmektedir (**Honek, 1993**). Vücut büyüklüğü ile korelasyon gösteren kanat büyüklüğü karakterleri üzerinde, geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak, karşılaştırmalar yapılabilmektedir. *Anopheles superpictus* türünün farklı sabit sıcaklıklarda yetiştirilen erginlerinin, kanatları üzerinde yapılan geometrik morfometrik analizler sonucu sıcaklığın artışı ile kanat boyutlarında azalma görüldüğü saptanmıştır. Ayrıca artan sıcaklıkla birlikte kanat morfolojisinde birtakım deformasyonların görüldüğü ortaya çıkmıştır (**Er, 2007**). Bu çalışma, hem sıcaklığın kanat morfolojisi üzerindeki etkilerini, hem de kanat büyüklüğü ile ilişkili olan vücut büyüklüğü karakterinde meydana gelen değişimi gözler önüne sermiştir.

Larva gelişim süresi, ergin vücut büyüklüğü, ergin ömür uzunluğu parametreleri sivrisinek populasyonlarının sayısal artış ve vektöriyel kapasitelerini belirleyen önemli faktörlerdir. Bu parametrelerdeki varyasyona, genetik katkının payının incelenmesi önemlidir. Vektör canlılar ile yapılan ekolojik çalışmalara tamamlayıcı bir yön katmak için, kantitatif genetik yaklaşımlar gerekmektedir. Kantitatif genetik, vektöriyel kapasite ve hayatta kalma gibi kompleks davranışsal, fizyolojik ve morfolojik özelliklerin genetik ve evrimsel dayanaklarını ortaya çıkaran faydalı bir çerçeve sunar (**Lehmann et al., 2006**).

Bir karaktere ait fenotipik ifadenin organizmanın içinde bulunduğu çevresel koşullar değıştikçe farklı olmasına reaksiyon normu denir. Bir reaksiyon normundaki adaptasyon düzeyini tanımlayabilmenin önemli bir yolu, seçilen çevresel değışkenlik durumlarındaki örüntü biçimini (monotonik ya da değışken yanıt) saptamak ve ilgili karakterdeki kalıtsallık miktarını hesaplamaktır. Düşük kalıtsallık görece yüksek doğal seçim baskısı ve yüksek kalıtsallık düşük seçim anlamına geleceğinden böyle bir kantitatif genetik yaklaşımın, adaptasyon düzeyine ilişkin güçlü bir tahmin vermesi beklenir **(Falconer and Mackay, 1996)**.

Bu tez çalışmasında, *Culex quinquefasciatus* türünün 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık derecelerinde yetiştirilen, ardı ardına ilk iki kuşak için hayat tabloları hazırlanmış ve yaşa bağlı mortalite oranlarındaki artış değeri (b değeri) hesaplanmıştır. Ayrıca ilk kuşak için belirtilen sıcaklık derecelerinde yetiştirilen, dişi ve erkek bireylerin kanatları geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak karşılaştırılmıştır. Son olarak ise, 20 °C, 23 °C ve 27 °C sabit sıcaklıklarındaki takımların üçüncü ve dördüncü kuşakları arasındaki karakter kalıtsallığı hesaplanmış ve reaksiyon normları gösterilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. *Culex quinquefasciatus*'un Sınıflandırılması

Sivrisinekler, Arthropoda şubesi, Insecta sınıfı, Diptera takımında yer alan Culicidae familyası içerisinde incelenmektedir. Culicidae, uzun antenli, uzun ince bacaklı, larva ve ergin abdomeninde 10 segmentin sayılabildiği sineklerin yer aldığı, Nematocera alttakımı içerisinde yer alır (**Becker et al., 2003**). Culicidae familyası, *Anophelinae*, *Culicinae* ve *Toxorhynchitinae* olmak üzere üç alt familyaya ayrılır. İnsan sağlığı açısından en önemli gruplar, *Anophelinae* ve *Culicinae* içerisinde bulunmaktadır (**Eldridge, 2005**). 33 cins ve 2925 tür ile temsil edilen *Culicinae* alt familyası, *Aedes*, *Uranotaenia*, *Culiseta*, *Culex*, *Mansonia*, *Coquillettia*, *Orthopodomyia* ve *Ochlerotatus* cinsleri ile temsil edilir (**Service, 1993; Snow, 1990**).

Sivrisinek türlerinin teşhisi, bazı morfolojik karakterlere dayanarak yapılmaktadır. Doğada birbirlerine fenotipik olarak oldukça benzerlik gösteren ve üreme izolasyonu ile bu türden ayrılmış sibling veya izomorfik türler bulunur. Bunun gibi aynı morfolojik yapıdaki gruplara tür kompleksi adı verilir. *Culex* cinsi sivrisineklerden *Culex pipiens* kompleksi, dünyada bulunan en yaygın üçüncü tür olan, *Culex quinquefasciatus* Say, 1923 türünü barındırır. Bu türün erginlerinin başı düz boz renkli pullarla örtülü olup, başın iki yanında ve gözlerinin arka kıyısında beyaz pullu benekler bulunmaktadır. Dışının palpleri çok kısa ve boz renkte pullarla örtülü olup, kimi bireylerde üzerinde serpiştirilmiş beyaz pullar görülmektedir. Erkeklerde palpler seyrek kıllarla örtülü olup çok uzundur. Beşinci parçası biraz incelmış boz renkte pullarla sarılı olup yer yer beyaz pullar bulunmaktadır. Tergit sarımsı-boz renkte pullarla örtülüdür. Karın halkalarının sırt parçalarının düz boz renkte pullarla örtülü olması ve ön kıyılarında beyazımsı pullarla örtülü genişçe, yarım ay görünümünde bir şeridin bulunması ayırt edicidir. Hipopigiyumun koksitlerinin geniş ve sık uzun kıllı olması, koksitin tepe önü çıkıntısının geniş, kıllarının kalın ve büyük olması ve fallusun tepesinin yuvarlak ve dişli, orta kısmının da geniş ve kanat biçiminde olması, önemli sistematik özelliklerdir (**Service, 1993; Merdivenci, 1984**).

1998 yılına kadar sivrisineklere ait 3357 tür ve alttürün olduğu bilinmektedir (**Alten ve Çağlar, 1998**). O tarihten bugüne geçen onbir yılda yeni türler, alt cinsler ve cinsler tanımlanmış, sinonimler ortaya çıkarılmıştır. *Culex pipiens* kompleksin en önemli ve geniş dağılıma sahip üyelerinden biri olan *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 türünün dişileri, kompleksin diğer üyelerinin dişilerinden morfolojik olarak çok zor ayrılırlar. **Kruppa (1988)**'e göre, yetiştirilmiş birkaç popülasyonda ancak sekiz değişken ve bir diskriminant analizi sonucu *pipiens*, *molestus* ve *quinquefasciatus* dişileri arasında ayırım yapılabilmektedir. Fakat çalışmalar sonunda önemli ölçüde çakışma görülmüştür. Buna karşın, larval ölçümlerde karakterler son derece değişken olsa da *pallens*, *molestus* ve *pipiens*'in *quinquefasciatus*'dan farklı olduğu gösterilmiştir. **Miller ve arkadaşlarına (1996)**'a göre *Culex quinquefasciatus* Say, *Culex pipiens*'in alttürü olarak kabul edilmelidir. Oysa erkek bireyler morfolojik karakterlerle ayrılabilir (Becker et al., 2003).

Culex quinquefasciatus'un sınıflandırmadaki yeri hakkında farklı görüşler bulunmaktaysa da; bu konudaki moleküler çalışmaların hala türe özgü bir farklılık ortaya koyamamış olması ve *Culex pipiens* ile *Culex quinquefasciatus* arasında görülen hibritleşme durumu, tek tür olarak kabul edilmelerine neden olmaktadır (**Bourguet et al., 1998**).

Culex pipiens kompleks gibi vektör özelliği önem taşıyan canlıların sistematik ayrımı yapılırken patojenlere olan hassasiyetleri gibi davranışsal karakterleri de göz önüne alınmalıdır. 2003 yılında beş morfolojik karakter, 12 enzim elektroforez profili ve *Wolbachia pipientis* enfeksiyon oranları karşılaştırılarak ayırt edilmeye çalışılan *Culex pipiens* ile *Culex quinquefasciatus* 'un Güney Afrika ve Kaliforniya popülasyonları kendi içlerinde karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Güney Afrika'da genetik olarak farklılaşmış iki popülasyon olduklarını ve farklı türler olarak kabul edilebileceklerini, Kaliforniya'da ise tersine *Culex pipiens* ile *Culex quinquefasciatus*'un gen havuzlarının ayrı olmadığını, hala aynı tür olarak kabul edilmeleri gerektiğini göstermiştir (**Cornel et al., 2003**).

2.2. *Culex quinquefasciatus*'un Biyo-Ekolojik Özellikleri ve Yayılımı

Culex quinquefasciatus tüm dünyada tropik ve subtropik alanlarda yaygın olarak

bulunur. Tüm Afrika kıtasından, Amerika Birleşik Devletleri'nin ve Kanada'nın güneyinden, Palearktık'te Avustralya'nın doğusuna ve Yeni Zellanda'ya kadar çok geniş bir alanda yayılım göstermektedir (**Subra, 1981**).

Kırsal alanlarda düzensiz dağılım göstermekle beraber, Afrika'da bu tür; ormanlık ve yarıçöl ekosistemler dahil olmak üzere şehirler ve görece büyük köylerin bulunduğu her çeşit bölgede yayılım göstermektedirler. II. Dünya Savaşı'ndan önce yalnızca Gana'daki yapay su tanklarında çoğaldığı bilinen küçük bir populyasyondan, tüm kıtaya yayılmıştır. Köy ve kentlerde çok kirlenmiş çeşitli sularda da gelişebilmektedir. Türün ana yaşam alanı şehirleşmiş bölgelerdir (**Subra, 1981**).

Hindistan'da 2770 m, Sri Lanka'da ise 2130 m'de bulunan bu canlılar için yükseklik bir sınırlayıcı faktör olarak görünmemektedir. Diğer yayılım alanlarında bu yükseklikte görülmediği bilinen *Culex quinquefasciatus*, Güney Pasifik'te 1680 m'de yaşayabilmektedir (**Subra, 1981**).

Türün erginleri konut, ahır ve ağıllara girerek kışlamaktadır. Döllenen dişi, diyapoza girmeden önce yıl boyunca birkaç kuşak verebilmektedir (**Mervenci,1984**).

Dişiler açık ve kapalı ortamlarda, ortam sıcaklığı düştüğünde, gece yarısından sonra özellikle saat 1:00- 2:00 arasında kan emerler. Oldukça saldırgan olan tür, zoo-antropofildir. Burkina Faso'da ahırlardan toplanan kan emmiş dişilerin, %98 insandan, % 1,3 kuşlardan ve % 0,7 oranla çeşitli memeli hayvanlardan kan emdikleri gösterilmiştir. Fakat kuşlardan kan emen dişilerin insandan kan emenlere göre paket başına daha fazla sayıda yumurta vermesi, bu türün aslında doğada kuşlardan daha yüksek oranda kan emdiklerini ortaya koymuştur (**Subra, 1981**).

Bu türün dişileri kan emdikten 4 gün sonra suyun üzerinde yüzen paketler halinde yumurtalarını bırakırlar. Doğu Afrika'da yapılan çalışmada paket başına ortalama 155 yumurta düştüğü belirtilmektedir (**Subra, 1981**). Tropik bölgelerde genellikle yumurta bırakıldıktan sonraki gün açılır. **Horsfall (1955)**'a göre yumurtalar, pH 2.0 ile 9.8 arasındaki sularda açılabilir. Gravid dişilerin özellikle 7,2 -7,7

arasındaki pH düzeyinde, içinde serbest amonyak bulunan, organik karbon ve nitrat konsantrasyonu yüksek sulara yumurta bırakmayı tercih ettikleri bilinmektedir (**Sinha, 1976**). *Culex quinquefasciatus* dişilerinin yumurta bırakabilmesi için en önemli sınırlayıcı faktör ise suyun debisidir (**Sunahara et al., 1998**).

Erkek bireylerin larva süreleri dişilerinkinden kısayken, pupa süreleri daha uzundur (**Subra, 1981**). Luisiana'da yapılan çalışmada larvalarının erginleşme oranı 32 °C'de %47, 29 °C'de %85, 26 °C'de %94, 23 °C'de %100, 20 °C'de %93, 15 °C'de %90, 12 °C'de de %60 olarak gözlenmiştir (**Shelton, 1973**). Bu sonuçlara göre bu türde, yüksek sıcaklıkların düşük sıcaklıklardan daha yüksek mortaliteye neden olduğu söylenebilmektedir.

Türkiye'de 13 *Culex* cinsi sivrisinek türünün varlığı bilinmektedir. Bunlardan biri de *Culex quinquefasciatus*'tur (**Ramsdale et al., 2001**).

İlk kez Mahmut S. Akalın (1952) tarafından İç Anadolu iklim bölgesinin Ankara yöresinde bulunmuştur. Yine İç Anadolu iklim bölgesinin Konya ve Niğde yörelerinde; Marmara iklim bölgesinin İzmit yöresinde; Akdeniz iklim bölgesinin Adana yöresinde; Ege iklim bölgesinin Aydın yöresinde bulunmuştur (**Merdivenci, 1984**). Ülkemizde bu tür üzerine yapılmış biyo-ekolojik bir çalışma bulunmamaktadır.

2.3. *Culex quinquefasciatus*'un Vektörel Önemi

Culex quinquefasciatus, yayılım alanının genişliğinin yanı sıra taşıdığı patojen çeşitliliği açısından da dünyanın birçok bölgesinde sağlık açısından önemli tür kategorisindedir. Taşıdığı flavivirüsler ile ateşli hastalıklara ve ensefalitlere, parazitler ile de kuş sıtmasına ve filariasisine neden olmaktadır (**Subra, 1981**).

Yüz altmış *Plasmodium* türünden yalnızca 4 tanesi konak olarak insanı kullanır. *Plasmodium relictum*, *Culex quinquefasciatus* tarafından taşındığı bilinen kuş sıtması parazitidir (**Volkman et al., 2001**). Onbeşinci yüzyıldan itibaren sivrisinekler çeşitli yollarla dünyanın her yerine kolayca taşınmıştır. Bu durum enfekte *Culex quinquefasciatus*'un izole ada ekosistemlerine taşınması ile bu

alanlarda yaşıyan sıtma parazite bağışıklığı olmayan %99'u endemik tüm avifaunayı yok olma riski altında bırakmıştır. Buna en iyi örnek Havaii ve Galapagos takımadalarında tükenme riski ile karşı karşıya gelen Passeriformes takımı üyeleridir (**Van Riper et al., 1986**).

Bir diğeri önemli parazit, filarial bir helmint olan *Wuchereria bancrofti*'dir. 2000 yılında Dünya Sağlık Örgütü'nün yayınladığı bildiriye göre 83 ülkede 120 milyondan fazla insan enfekte olmuş durumdadır. Filariasis hastalığına karşı küresel GPELF (The Global Program for the Elimination of Lymphatic Filariasis) programı 2020 yılına kadar bu hastalığı tüm dünyadan eradike etmeyi amaçlamaktadır (**Pothikasikorn et al., 2008**).

Subra (1981), bu parazitin başlıca doğal vektörlerden biri olan *Culex quinquefasciatus*'un, uzun zamandır yerleşik olduğu alanlarda, *W. bancrofti*'nin etkili vektörü olduğunu, yeni yayılım alanlarında ise vektör potansiyeli olma özelliğini taşıdığını belirtmiştir. Örneğin Malezya'da *W. bancrofti* halk sağlığını tehdit etmemektedir. Fakat komşu ülkesi Tayland'da kırsal kesimlerden şehirlere göç eden yaklaşık 1 milyon göçmenden %2-5'inin filariasis hastası olduğu ve Malezya'da vektör tür yaygın bir şekilde bulunduğu için, ülkelerarası göç ile parazitin bu ülkeye de yakın zamanda yayılabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle ülkeye giren göçmen işçilerin kontrolü titizlikle yapılmaktadır (**Vythilingam et al., 2005**).

T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından Antalya ili ve çevresinde yapılan bir taramada Mart 2007 tarihinde 14 adet Filariasis hastası tespit edilmiştir. Antalya'daki bu tespit, Türkiye'de gerçekleşebilecek olası epidemiler açısından çok önemlidir.

Culex quinquefasciatus'un taşıdığı virüslerden en önemlileri ise Kuzey Amerika'nın merkezi doğusu ve güneyinde görülen St. Louis ensefalit virüsü, Asya, Avrupa, Afrika ve Orta Doğu'dan sonra Kuzey Amerika Kıtasında da yayılan, kuşları, memelileri ve insanları enfekte edebilen Batı Nil virüsü (**Kilpatrick et al., 2007**), yine Kuzey Amerika'da Rift vadisi virüsü ve Uzak Doğu'da görülen Japon ensefalit virüsüdür (**Peterson et al., 2008**). Bu virüsler birbirlerine antijenik olarak çok benzerler. Ayrıca Batı Nil virüsü, Japon ensefalit virüsü kompleksi içinde kabul

edilmektedir (**Jozan et al., 2003**).

Batı Nil virüsü, bir flavivirüs olup genetik materyali tek iplikçikli RNA'dır. Bu nedenle mutasyon olasılığı çok fazla, dolayısıyla da uyum gücü yüksektir. Konak olarak insanlar, memeliler ve bazı sürüngenlerden çok, kuşlara uyumlu olmaları virüsün yayılımının kontrolünü oldukça zorlaştırmaktadır (**Hayes et al., 2005**). Bu virüsün de izole ekosistemlerdeki avifaunalar ve dolayısıyla insanlar üzerindeki etkisi büyüktür (**Kilpatrick et al., 2004**).

Ülkemizde son yıllarda bu virüsün varlığı ile ilgili çalışmalar artmaktadır. 1977'de Meço, Güney Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan 763 serumda %41,80 oranında Batı Nil antikoru tespit etmiş, bölgede Batı Nil ya da ona çok yakın akraba bir virüsün bulunduğunu göstermiştir. Aynı zamanda araştırma bölgesi dışında etkin Batı Nil virüsü odakları bulunabileceği düşünülmüştür (**Meço, 1977**).

2005 yılında İzmir, Hatay, Muğla, Adana, Bursa, Ankara, Antalya ve Şanlıurfa'daki memeli hayvanlar üzerine yapılan bir araştırmada da, katırlarda %2,5, büyük baş hayvanlarda %4, köpeklerde %37,7, atlarda %13,15, insanlarda %20,4 ve koyunlarda %1 oranda antikor saptanmış, böylelikle hastalık açık şekilde göz önünde olmasa da Batı Nil veya Batı Nil kaynaklı bir virüsün bu alanlarda uzun süre saklı kalabileceği ortaya konulmuştur (**Özkul et al., 2005**). 2007'de ise gerçek zamanlı PCR tekniği, VecTest ve Vero hücre kültürleri kullanılarak sivrisineklerden virüs izole edilmeye çalışılmış fakat, insan serumlarında %16 Batı Nil virüsü saptanmasına rağmen bölgede bulunan *Culex pipiens*, *Aedes spp.* ve *Ochlerotatus caspius* türlerinden hiçbir örnekte virüse rastlanmamıştır (**Özer et al., 2007**).

2.4. Sınırlayıcı Fiziksel Bir Faktör Olarak Sıcaklık ve Etkileri

Sıcaklığın fizyolojik olaylar üzerindeki etkisi sayısızdır. Hayatın devamlılığını sağlayan enerjinin organizma içinde ve organizma ve çevresi arasında değiş tokuş edildiği bir sistem olan metabolizmal aktiviteler sıcaklığın artışı ile hızlanır. Enzimlerin işlev görmesi, metabolik reaksiyonlarda temel basamaktır ve sıcaklığa bağlıdır (**Bonhomme, 2000; Gillooly et al, 2001**). Bu nedenle yeryüzünde 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. Yani sıcaklık, bir organizmanın yaşam döngüsünün herhangi bir evresinde, çeşitli şekillerde etki göstererek, organizmanın yayılımını ve populasyon büyüklüklerini sınırlar (**Krebs, 1985**).

Sivrisinekler, vücut sıcaklıklarının çevrenin sıcaklık derecesi ile olan ilişkilerine göre, poikilothermal hayvanlar grubuna girerler. Bu canlıların vücut sıcaklıkları çevrenin sıcaklığına yakındır. Doğrudan doğruya güneş ışınlarına maruz kalmaları durumunda veya uçuş sırasında yüksek hızdaki kas hareketleri dolayısıyla vücut sıcaklıkları havanın sıcaklık derecesinden daha yüksek de olabilmektedir (**Şişli, 1999**). Ayrıca, 5 °C ile 25 °C arasındaki sıcaklıklarda, dinlenme halindeki *Anopheles maculipennis* erginlerine sıcaklık pilleri yerleştirilerek vücut sıcaklıkları ölçüldüğünde, vücut sıcaklığının ortam sıcaklığından 0.8 °C daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (**Kerkut, 1963**).

Ortam sıcaklığının çok yüksek olması bu tür canlılar için, metabolizmalarındaki yapısal proteinlerin denatüre olmasına neden olur ve ölümcüldür. Sivrisineklerin ergin öncesi evreleri yaşadıkları suyun sıcaklığına bağımlıdır. Yüksek sıcaklığa olan hassasiyetleri yumurta evresinden pupa evresine geçildikçe artar. Pupalar için ölümcül olabilecek sıcaklıktaki sularda birinci evre larvalar hayatta kalıp gelişimlerini sürdürebilir, hatta tüm larva ve pupaları öldüren sıcaklıkta sulara bırakılan yumurtalar açılabilirler. Özellikle, pupadan ergin çıkışı esnasındaki hava sıcaklığı sivrisinekler için oldukça kritiktir. *Culex quinquefasciatus* larvaları dipten beslenen canlılar olduklarından daha serin sularda bulunabilmektedirler. Ayrıca larval habitatların üzerine gölge yapan yaklaşık 30 cm yükseklikteki bitki topluluğunun su sıcaklığını 10 °C değiştirdiği bilinmektedir (**Kerkut, 1963**). *Culex quinquefasciatus* türünün en önemli larval habitatları şehirlerin kanalizasyon sistemleridir ve bu yolla sıcak havanın su sıcaklığına etkisinin oldukça düşük olduğu bu nispeten karanlık ortamlarda ergin öncesi evrelerini geçirirler.

Aşırı sıcak havaya maruz kalan ergin bireyler direkt olarak veya sıvı kaybı

nedeniyle ölürlür. **Lewis (1933)**'e göre sivrisineklerin su kaybını engellemeye yönelik başarılı bir mekanizmaları yoktur; yalnızca bitki özsuyu ve kan emerek ihtiyaçları olan sıvıyı elde edebilmektedirler. Ayrıca 25 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda *An. maculipennis* erginlerinin, evaporasyonun yüksek olduğu ortamda, atmosferden 2-3 °C daha düşük sıcaklığa sahip oldukları ölçülmüştür. Fakat büyük miktarlarda sıvı kaybını tolere edemeyen sivrisineklerin, aşırı sıcaklara evaporasyon ile dayanma ihtimali çok küçüktür. *Culex quinquefasciatus* için ölümcül sıcaklık derecesi ortamdaki nem miktarına oldukça bağlıdır. Bu türün erginleri, ortamdaki nem arttırıldığında ölümcül sıcaklık derecesine dayanabilmektedirler (**Kerkut, 1963**).

Diptera takımı içerisindeki bazı türlerde yapılan çalışmalarda sıcaklığın eşleşme başarısını etkilediği belirlenmiştir (**Reeve et al., 2000**). 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 çıkıldıkça hızlı bir şekilde düşmektedir. Düşük sıcaklıklarda ise daha kademeli biçimde değişmektedir (**Bursell, 1964**).

Sivrisineklere soğuk havaya dayanıklılık testleri uygulandığında ise bazı türlerin optimum sıcaklıktan biraz düşüldüğünde öldükleri, bazı türlerin de katı haldeki buzdan dahi canlı çıkabildikleri görülmüştür. Finlandiya, Lapland'de yaşayan *Aedes punctator* popülasyonunun larvaları 0 °C'de, pupaları 1 °C'de hareketlidir. Erginleri 3 °C'de yürüebilir ve 10 °C'da uçabilirler. Ayrıca 2.5 °C'de kan emdikleri kaydedilmiştir (**Kerkut, 1963**).

Doğal yaşam ortamlarında *Culex quinquefasciatus* ve *Wyeomyia smithii* larvalarının peş peşe donup çözülen suda hayatta kaldıkları ve aktif bir şekilde yüzdükleri belirtilmiştir. Soğuk havaya tahammülü yüksek olan *Culex quinquefasciatus*'un yayılım alanının tropiklere kadar genişliyor olması oldukça ilginçtir. Bu canlıların düşük sıcaklık derecelerinde ölmeleri için sürenin uzaması ve/veya sıcaklığın -10 °C 'nin altında kalması; yani örneğin subtropikal alanlar için, kışın oldukça sert geçmesi gerekmektedir (**Kerkut, 1963**).

Sıcaklık hem vektörün dağılım alanını, hem de patojen yayma etkinliğini sınırlar. **Gubler, 2001** yılında sıcaklık değişimlerinin etkisiyle vektörlerle bulaşan hastalıkların yayılma riskini etkileyebilecek bazı mekanizmaları; vektörün yaşam uzunluğunun artması ya da azalması, vektör popülasyon büyüme oranındaki değişimler, beslenme davranışındaki değişimler, vektörün patojene hassasiyetindeki değişimler, patojenin inkübasyon süresindeki değişimler, vektör aktivitesinin ve patojen bulaştırma aktivitesinin mevsimsel dalgalanmasındaki değişimler şeklinde sıralamıştır (**Hunter, 2003**).

Günümüzde, birçok bilimadamı atmosferin ısındığını ve ısınmaya devam ettikçe yıkıcı sonuçlar doğurabileceğini düşünmektedir. Genel olarak ileri sürülen teoriye göre, hava ısındıkça okyanuslar ısınacak, buzullar eriyecek, birçok kıyı yerleşim yeri ve tarım alanı sular altında kalacak, hava olayları daha şiddetli ve değişken bir hal alacaktır. Ancak beklenen bu değişikliklerin çok küçük bir kısmı bile önemli miktarlarda zarar verebilecek kapasiteye sahiptir. Örneğin ısınan hava, okyanuslardan daha fazla su buharlaşmasına ve atmosferin su tutma kapasitesi artacağından daha yoğun ve sert sağanakların oluşmasına neden olacaktır. Ayrıca sıcak hava toprağı da ısıtacak ve kurutacak, kurak alanların genişlemesi ise rüzgarların oluşumunda önemli etkisi bulunan basınç gradiyentlerinin değişimine neden olarak, fırtınaları ve kuvvetli rüzgarları şiddetlendirecektir. Bu yolla küresel ısınma ile birlikte, değişen basınç ve sıcaklık gradiyentleri, bu kuraklık, fırtına ve sellerin gerçekleşeceği yerleri ve zamanlarını da etkileyecek oldukça dengesiz sonuçlar doğuracaklardır. Bilgisayar modelleri tüm bu iklimsel değişikliklerin önemli vektöriyel hastalıkların insidansının ve yayılımının genişleyeceğini göstermektedir. 1999'da Batı Nil virüsünün Kuzey Amerika'ya ulaşip bunu takip eden yıllarda doğudan batıya tüm ülkede etkili hale gelmesi en gözle görülür örneklerden biridir. Bu olayın nedenini açıklamak üzere, enfekte sivrisineklerin, 1998–99 kışının normalden ılık geçmesi ile kışı daha az birey kaybıyla atlatabilmeleri, kurak geçen bahar ve yazın üreme alanlarında organik materyal birikimini arttırması ve bazı predatörlerinin ölümüne neden olması, ayrıca kuraklığın birçok kuşu, sivrisineklerin de çoğaldıkları az sayıdaki su kaynaklarına toplayarak vektör ile konağın yakınlaşmasını sağlaması ve kuşlar yoluyla patojenin daha geniş alanlara yayılması, sivrisineğin içinde çoğalan virüslerin ekstrem sıcakta mutasyon riskinin

artması ile uyum gücünü arttırarak vektörün veya konağın değiştirilebilmesi ile insanlara bulaşımı ve son olarak da ağustos yağmurlarının beklenenden fazla görülmesi ile vektörlerin hızla sayılarını arttırmaları sonucu gerçekleştiği, öne sürülen hipotezi ortaya konmuştur (**Epstein, 2000**). Görüldüğü gibi bir dizi iklim değişikliği ile bir virüsün tüm kıtaya yayılımı adım adım açıklanabilmektedir. Küresel ısınma, uzun vadede neden olabileceği felaketler kadar, kısa vadede sıcaklık derecelerinin ve yağmurların, dolayısıyla ekosistemlerin kaymasına neden olmasıyla da oldukça ciddiye alınması gereken bir konudur.

2.5. Hayat Tabloları ve Yaşa Bağlı Mortalite

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 popülasyonun artış potansiyeli hesaplanabilir. Örneğin yumurta evresinden ergin evresine kadar 18 °C, 20 °C, 25 °C, 28 °C ve 32 °C sıcaklıklara maruz bırakılan *Phlebotomus papatasi*'nin ergin öncesi gelişiminin normal olarak tamamlanması için optimum sıcaklığın 28 °C olduğu, bu sıcaklığın altındaki sıcaklıklarda gelişim süresinin uzun ve erginleşme oranının düşük olduğu, üzerindeki sıcaklıklarda ise gelişim kısa sürede tamamlandığı halde erginleşme oranında düşüşlerin olduğu saptanmıştır. Ayrıca sıcaklık arttıkça, “net üreme oranı” ve “doğal artış oranı” değerlerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir (**Erişöz, 2004**). **2006** yılında **Pasotti ve arkadaşları**, bu çalışmadaki parametrelerden ve minimum maksimum sıcaklık eşik değerlerinden yararlanarak İtalya’da *Phlebotomus* cinsine ait kum sinekleri tarafından yayılan parazitler üzerine bir risk modeli oluşturmuştur.

Hayat tablosu istatistikleri, ayrıca, organizma tarafından tecrübe edilmiş seçici kısıtlamalara gösterilen adaptasyonlar sonucu ortaya çıktıklarından, l_x ve m_x dağılımları, geçmişteki çevrelerine bağlı olarak gerçekleşmiş doğal seçilimin şekillendirmesinin sonuçlarını ortaya koymaktadır (**Michod, 1979**).

Bir hayat tablosu iki grup gözlemden oluşur. Bunlar, yaşa bağlı ölüm oranı ve yaşa bağlı üretkenliktir (**Walter and 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 büyüklüğü tahmin etmemizi sağlar (**Lansdowne and Hacker, 1975**).

Belirli çevresel koşullar altındaki bir popülasyona ait bireylerin, ortalama ömür uzunluğu, üreme başarısı ve ortalama bir gelişme hızı vardır (**Krebs, 1985**). Bir türe ait popülasyonun hayat tablosu, optimum koşulların sağlandığı laboratuvar koşullarında, o türün genetik potansiyelinin maksimum açıklamasıdır ve böylece vektör canlılarının tanınmasında temel bir referans sağlar (**Mahmood, 1997**).

Böylece hayat tabloları sivrisinek kontrol stratejileri geliştirmek için de kullanılabilir (Crovello and 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 et al., 1999**).

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

Yaşa bağlı (horizontal) hayat tablosu: Bu hayat tablosu, popülasyonun başlangıcından son bireyin ölümüne kadar geçen evreleri kapsar. Bu metod, 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 populasyonda 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 seçilim, 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 et al., 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, 1988**).

Yaşa Bağlı Mortalite

Yaşlanma, dış etmenlerden büyük oranda etkilenen ve birçok gen aktivitesinin şekillendirdiği kompleks bir durumdur (**Yılmaz et al., 2008**). Bitkilerde ve hayvanlarda genel kani, üreme aktivitesindeki artışın yaşam uzunluğunda kısalmalara neden olacağı yönündedir (**Sgro, 1999**). Bu çalışmada farklı sabit sıcaklıklarda hayat tablosu üzerinden hayatta kalma eğrilerinin hazırlanmasının yanı sıra, çiftleşmeden birbirinden ayrılan dişi ve erkek bireylerin de hayatta kalma eğrileri çizilerek birbiri ile karşılaştırılmıştır.

Yaşlanma oranlarının hesaplanmasında Gompertz fonksiyonu kullanılmıştır. Organizmalarda ölümün yaşlılıkla artması, değişik yaşlardaki mortalite oranlarının hesaplanabilmesi ve populasyon mortalitesinin esasını oluşturan öğelerin saptanması bakımından çok önemlidir. Belirlenen sıcaklıklardaki ortalama ömür uzunluklarının yanı sıra, bireylerin yaşa bağlı mortalitedeki artış oranının (b değeri) ortaya çıkarılması ile yaşlanma örüntülerini belirlemek mümkün olmaktadır.

Önce her sıcaklık derecesi ve cinsiyet için zamana bağlı mortaliteyi en iyi açıklayan dört modelden (Gompertz, Gompertz- Makeham, logistic, logistic Makeham) en uygunu seçilmiştir. Gompertz modeli, mortalitenin yaşlanmaya bağlı olarak üssel bir biçimde artış gösterdiği örüntüleri açıklar. Logistic modeller, yaşlı

bireylerde gözlenen mortalite oranının yavaşladığı örüntüleri açıklar. Bu oran sıfıra eşitlenirse Gompertz modeli kullanılır. Son olarak Makeham modeller, yaşa bağlı mortaliteyi hesaplamak için bir sabitin eklendiği modellerdir. Bu modellerden uygun olanlar seçilerek, maksimum likelihood değerlendirmeleri yapılmış, tüm sıcaklıklarda dişi ve erkekler arasında, ayrıca hemcinsler farklı sabit sıcaklıklarda karşılaştırılmışlardır.

Her sıcaklık derecesindeki ortalama ömür uzunlukları, ortalamaların standart hatası, varyasyon katsayıları ve b değerleri (yaşa bağlı mortalitedeki artış oranı) bu program yardımıyla hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

2.6. Geometrik Morfometri

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 (**Shelton, 1973**).

Drosophila simulans ile yapılan geometrik morfometri çalışmalarında, farklı sıcaklık koşullarında yetiştirmenin ergin kanat yapısında, hem biçimsel hem de büyüklük bakımından morfometrik farklılıklar oluşturduğu gözlemlenmiştir. Sıcaklık arttıkça kanat boyu ortalamasında düşme görülmüştür. Kanat biçiminde de sıcaklıkla birlikte değişimler meydana gelmiştir (**Debat et al., 2003**). Benzer oluşumların Hymenoptera, Coleoptera ve Hemiptera takımlarında da farklılaşmalara neden olduğu bilinmektedir (**Aytekin et al., 2007**).

Anopheles superpictus'un 15 °C, 20 °C, 25 °C, 27 °C, 30 °C ve 35 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen larvalarından elde edilen erginlere ait kanatların, sıcaklık arttıkça dorso-ventral yönde küçülme gösterdiği saptanmıştır. Bu çalışmada

erginlere ait kanat yapıları geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak incelendiğinde, özellikle yüksek sıcaklıklarda belirgin deformasyonların oluştuğu görülmüştür (**Er, 2007**).

Morfometri, sınıflandırma işlemleri yapmak amacı ile sayısal yöntemler kullanılarak oluşturulmuş bir dizi sayısal yöntemdir (**Sokal ve Rohlf, 1973**)F. 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 et al., 2004**). Geometrik morfometri ile bir taksondaki herhangi bir karakter durumu, örneğin bir kanadın yapısı boyuttan ayrıştırılarak incelenmektedir. Bu amaçla geliştirilen çok sayıda yaklaşımdan 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, örneğin kanatta üç damarın birleştiği noktalar, 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 and Mardia, 1998**). İkinci 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**).

Geometrik morfometrik çalışmalarda, her türlü veri için geliştirilmiş çok sayıda bilgisayar programı bulunmaktadır. 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 Ögeler Analizi (PCA) ya da Kanonik Varyans Analizi (CANOVAR) ile özet bir grafik haline getirilir. En son olarak da istatistiksel testler yapılır. Morphologika (**O'Higgins and Jones, 2007**), Morpheus (**Slice, 2007**), TPS serileri (**Rohlf, 2007a,b,c**), IMP serileri (**Zelditch et al, 2007**) gibi tam set halinde geliştirilmiş programlar tek başına ya da birbiri yerine kullanılabilir (**Er, 2007**).

Dijitizasyon sırasında yapılması olası hatalarının en az olduğu sistemlerin kullanılarak (**Arnqvist and Martensson, 1998; Alibert et al., 2001**), hazırlanması gereken iki boyutlu, örneğin kanat gibi yapıların, morfometrik çalışmalarda kullanılması tercih edilmektedir. Kanatlar, çevre ile doğrudan etkileşim halinde olduğundan ve canlının avcıdan kaçması ya da yakalanması, dispersal özelliklerini değiştiren özellikleri nedeni ile yüksek biyolojik açıklama özelliğine sahiptirler (**Pavlinov, 2001**). Sıcaklığın kanat uzunluğu ile vücut ağırlığı arasındaki ilişkiyi etkilediği, vücut büyüklüğünün de ömür uzunluğu, fekondite ve emilen kan miktarı gibi bazı önemli faktörleri etkilediği bilindiğinden (**Clements, 1963**), kanatların bu tip çalışmalar için oldukça kullanışlı materyaller oldukları söylenebilir.

2.7. Kalıtsallık Hesaplamaları

Çoğu laboratuvar araştırmalarında, doğada şartlar gün içinde değişken olsa da, karşılaştırmalar sabit sıcaklıklarda yapılmaktadır. Bu nedenle laboratuvarda üretilmiş soylardaki bireylerde görülen fenotipik varyasyon, doğadan yeni toplanmış bir populasyonun bireylerinin gösterdiği varyasyondan daha düşüktür

(Petavy et al., 2006). Bir karaktere ait fenotipik ifadenin organizmanın içinde bulunduğu çevresel koşullar değiştikçe farklı olmasına reaksiyon normu denir. Yabanıl soylarda fenotipik varyasyonu şekillendiren genetik ve çevresel temeller bulunmaktayken, laboratuvar koşullarında gözlenen reaksiyon normu çevresel etmenler optimize edilerek fenotipik varyasyonun genetik temellerle oluşması sağlanır. Bir reaksiyon normundaki adaptasyon düzeyini tanımlayabilmenin önemli bir yolu, seçilen çevresel değişkenlik durumlarındaki örüntü biçimini (monotonik ya da değişken yanıt) saptamak ve ilgili karakterdeki kalıtsallık miktarını hesaplamaktır. Düşük kalıtsallık görece yüksek doğal seçim baskısı ve yüksek kalıtsallık düşük seçim anlamına geleceğinden böyle bir kantitatif genetik yaklaşımın, adaptasyon düzeyine ilişkin güçlü bir tahmin vermesi beklenir **(Falconer and Mackay, 1996).**

Bazı örnek çalışmalarda, seçilen türün farklı sıcaklıklardaki reaksiyon normu, vücut büyüklüğü ve dişi fekonditesi olmak üzere, iki kantitatif karakter açısından ele alınmaktadır. Vücut büyüklüğü, kanat nitelik oranı adı verilen ve kanat alanı ile kanat uzunluğu arasındaki matematiksel bir ilişki ile tanımlanan bir indeks ile ölçülebilmektedir. Bu indeks, vücut büyüklüğünü oldukça güçlü biçimde tahminleyen ve özellikle Diptera takımı içindeki türlerde yaygın kullanımı olan bir parametredir. Dişi fekonditesi ise birim zamanda bırakılan yumurta sayısı olarak hesaplanmaktadır. Reaksiyon normlarının değerlendirilmesinde iki model izlenir. Birincisinde, her iki karakter için, her bir sıcaklık koşulunda elde edilen değerlerin istatistiksel anlamı saptanmalıdır. Sıcaklık ana faktörünü içeren, faktör etkileşimlerini ele alan bir model kurulur. İkinci yol, her bir sıcaklık koşulundaki karakter kalıtsallığını bulmaya yönelik kantitatif genetik bir modeli kapsamaktadır. Sıcaklık koşullarının değişkenliğinden kaynaklanabilecek stresin etkileri saptamak üzere, her iki model tek bir kuşak (kuşak-içi) ve kuşaklar-arası olmak üzere iki farklı kuşak modeli açısından kurulmalıdır.

Bu çalışmada, çalışılan türün reaksiyon normu, kanat uzunluğu ve kanat nitelik oranı karakterleri kullanılarak kalıtsallık değerleri hesaplanarak ortaya çıkarılmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. *Culex quinquefasciatus* Kolonisinin Oluşturulması

Tez çalışmasında yapılan deneylerde, Fransa-IRD Laboratuvarından 2005 yılında getirilip H.Ü. Biyoloji Bölümü Ekoloji Anabilim Dalı Ekolojik Bilimler Araştırma Laboratuvarı'nda (EBAL) bulunan insektaryumlarda üretilmeye devam edilen *Culex quinquefasciatus* kolonisi kullanılmıştır.

Laboratuvar kültürü için %65±5 RH nispi nem, 14:10 saat aydınlık:karanlık (L:D) koşulunda ve 27±1 °C'de tutulan yumurtalardan çıkan larvalar 1 litre su içeren 27x16x17 cm boyutlarında polietilen larva yetiştirme kaplarına alınıp Teramin® dip balık yemi ile beslenmişlerdir. Larvalar pupa evresine geçtiklerinde 6.5 cm çapındaki plastik kaplara alınarak erginleşmeleri için 40x40x40 cm boyutlarında çevresi tül ile örtülmüş alüminyum kafeslere koyulmuştur. Çıkan erginlerin beslenmesi için kafeslere, pamuklara emdirilmiş %10'luk şekerli su çözeltisi yerleştirilmiştir. Ergin dişiler bıldırcından taze kan emdirilmek suretiyle beslenmiştir. Kan emen dişilerin yumurtlamaları için kafeslere yumurtlama kapları konulmuştur. Bu metodolojide **Şimşek ve arkadaşları (2005)** esas alınmıştır.

Bu çalışmada kurulan deneyler için optimum sıcaklıkta yaşayan stok koloni dişilerinden alınan birinci evre larvalar, 15 °C için 33, 20 °C ve 23 °C için 32, 27 °C için 30, 30 °C için ise 34'üncü kuşaklardan alınmıştır.

3.2. Hayat Tablosu Deneylerinin Kurulması ve Değerlendirilmesi

Bu çalışmada ergin hayat tablosu deneylerinin kurulması amacıyla standart insektaryum koşullarında yetiştirilen *Culex quinquefasciatus* kolonisinden alınan yumurtalardan ertesi gün çıkan birinci evre larvalar, her kaptaki 750 adet olacak şekilde, 27x16x17 cm boyutlarında polietilen larva yetiştirme kaplarında 1 litre distile suya alınıp; 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklıklarına ayarlanmış, aydınlanma süresi 14:10 (L:D) olacak şekilde sabit tutulan ve termostat yoluyla sıcaklığı ayarlanabilen iklim dolaplarına yetiştirilmiştir. Bu derecelerde yetiştirilen larvalardan çıkan ergin bireyler kullanılarak yaşa özgü

hayat tabloları kurulmuştur.

Deneyler 20x20x20 cm ebatlarındaki her bir kafeste, 100 dişi ve 100 erkek birey olacak şekilde birbirini takip eden iki kuşakta üçer terkarlı olarak yapılmıştır. Erginlerin beslenmesi için kafeslere, pamuklara emdirilmiş %10'luk şekerli su çözeltisi yerleştirilmiş, şekerli sular 30 °C'de her gün, 27 °C'de iki günde bir, 23 °C ve 20 °C'de üç günde bir ve 15 °C'de beş günde bir değiştirilmiştir. Dişi bireyler pupadan çıktıkları dördüncü günden itibaren 4 günde bir, bir saat süreyle bıldırcından kan emdirilerek beslenmiştir. Kafesler her gün kontrol edilmiş, ölen birey sayısı ve cinsiyeti kaydedilmiş, bırakılan yumurtalar sayılmıştır.

2007 yılında **Er**, *Anopheles superpictus* üzerinde yaptığı hayat tablosu ve geometrik morfometri çalışmalarında 27 °C için yaptığı deneyleri hem insektaryumda hem de iklim dolabında yaparak iklim dolaplarının verimli bir şekilde çalıştığını göstermiştir. Bu nedenle 27 °C'de yapılan tüm deneyler için bireyler insektaryumda yetiştirilmiştir.

3.3. Hayat Tablolarının Analizinde Kullanılan İstatistiksel Yöntemler ve Formüller

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

Çalışmada hazırlanan 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

$$e_x = \frac{T_x}{I_x} \quad (\text{Eşitlik 3.1})$$

e_x değeri tabloda bütün değerlerin ortalaması alınarak değerlendirilmiştir.

$$R_0 = \sum_{x+1}^w I_x m_x \quad (\text{Eşitlik 3.2})$$

$$T_x = \sum_x^w L_x \quad (\text{Eşitlik 3.3})$$

$$L_x = I_x + (I_x + 1) / 2 \quad (\text{Eşitlik 3.4})$$

$$m_x = E_x \cdot s \quad (\text{Eşitlik 3.5})$$

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.

$$T_c = \sum_{x+1}^w x I_x m_x / R_0 \quad (\text{Eşitlik 3.6})$$

T_c = Ortalama döl süresi

Doğal artış kapasitesi (r_m)

$$1 = \sum_{x=1}^w I_x m_x e^{-r_m \cdot x} \quad (\text{Eşitlik 3.7})$$

e = Doğal logaritma

x = Zaman

$$V_x = \frac{e^{r_m x}}{l_x} \quad (\text{Eşitlik 3.8})$$

$$\lambda = e^{r_m} \quad (\text{Eşitlik 3.9})$$

λ = Sınırlı artış hızı

e = Doğal logaritma

r_m = Doğal artış kapasitesi

$$\frac{1}{\beta} = \sum_{x=1}^w L_x \cdot e^{-r_m(x+1)} \quad (\text{Eşitlik 3.10})$$

$$b = \ln(1 - \beta) \quad (\text{Eşitlik 3.11})$$

$$d = b - r_m \quad (\text{Eşitlik 3.12})$$

b = Doğum hızı

d= Ölüm hızı

Çalışmada ayrıca *Culex quinquefasciatus*'un farklı gelişim evrelerindeki mortalite oranları da hesaplanmıştır.

Görelî mortalite belirli bir gelişim evresindeki ölen bireylerin, aynı evredeki hayatta kalan bireylere olan oranının yüzdesi olarak ifade edilir. Her evre için görelî mortalite aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Görelî Mortalite} = \frac{dj \times 100}{lj} \quad (\text{Eşitlik 3.13})$$

dj = j gelişim evresinde ölen bireylerin sayısı

lj = j gelişim evresinde hayatta kalan bireylerin sayısı

Gerçek mortalite, kuşağın başlangıcındaki populasyon büyüklüğü esas alınarak hesaplanır ve aynı kuşaktaki farklı mortalite faktörlerinin karşılaştırılması bakımından kullanışlı bir göstergedir.

$$\% \text{ Gerçek Mortalite} = \frac{dj \times 100}{lj} \quad (\text{Eşitlik 3.14})$$

dj = j gelişim evresinde ölen bireylerin sayısı

lj = kuşağın başlangıcındaki birey sayısı

3.4. Yaşa Bağlı Mortalite Deneylerinin Kurulması, Değerlendirilmesi ve Analizi

İklim dolaplarında, 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C'da yetiştirilen larvalardan elde edilen pupa içinde 15 ml distile su bulunan 2,5 cm çapında ve 11 cm boyunda cam tüplere alınmış ve erginler çıkar çıkmaz 20x20x20 cm ebatlarındaki kafeslere, 100 dişi ve 100 erkek birey olacak şekilde ayrılmışlardır. Bu sayede erginlerin çiftleşmeleri engellenmiş ve dişi kafeslerine kan emdirilmeyerek üremeye yönelik harcanabilecek enerji minimize edilmiştir. Erginlerin beslenmesi için kafeslere,

pamuklara emdirilmiş %10'luk şekerli su çözeltisi yerleştirilmiş ve bu şekerli sular 30 °C'de her gün, 27 °C'de iki günde bir, 23 °C ve 20 °C'de üç günde bir ve 15 °C'de beş günde bir değiştirilmiştir. Her gün kafesler kontrol edilmiş ve ölümler sayılarak not edilmiştir.

Yaşlanma oranının hesaplanmasında Gompertz fonksiyonunu temel alan **Pletcher (1999)**'ın WinModest 1.0.2. programı kullanılmıştır. Önce her sıcaklık derecesi ve cinsiyet için zamana bağlı mortaliteyi en iyi açıklayan dört modelden (Gompertz, Gompertz- Makeham, logistic, logistic Makeham) en uygunu seçilmiştir. Eşitlik 3.15'deki parametreler kullanılarak maksimum likelihood yaklaşımı ile değerlendirmeler yapılmış, tüm sıcaklıklarda dişi ve erkekler arasında, ayrıca hemcinsler farklı sabit sıcaklıklarda karşılaştırılmışlardır.

Gompertz fonksiyonu:

$$y(t) = ae^{be^{ct}} \quad (\text{Eşitlik 3.15})$$

a= asıl mortalite oranı

b= yaşa bağlı mortalitenin artış oranı

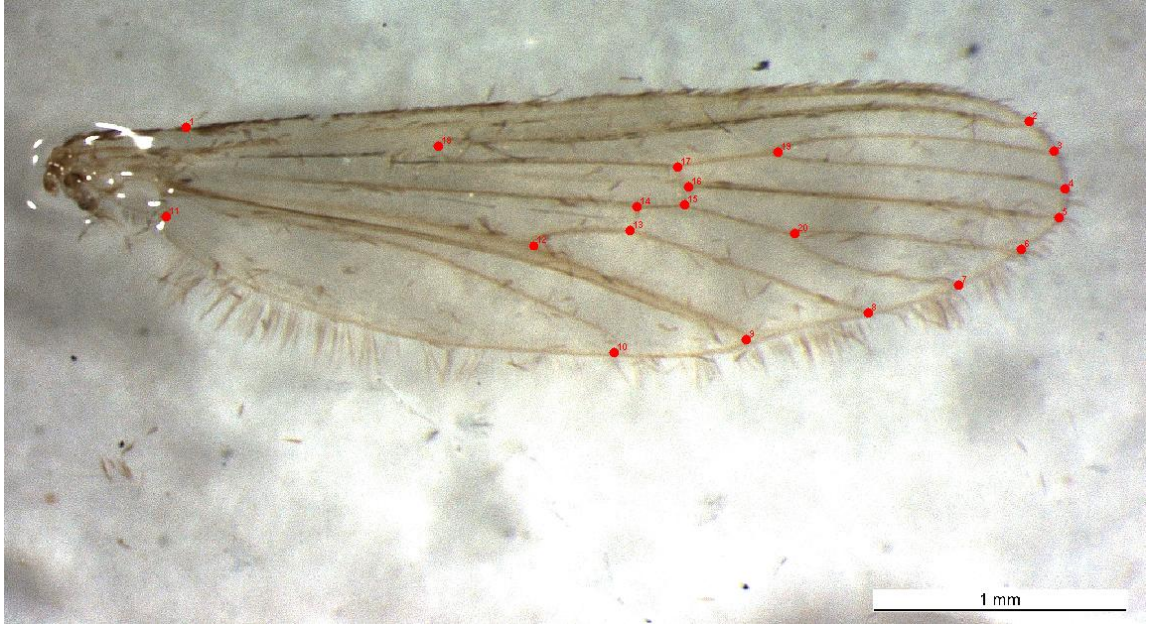
c= büyüme oranı

e= 2,71828

Her sıcaklık derecesindeki takımların, yaşa bağlı mortalite oranlarında benzerliğin varlığını saptayabilmek için b parametreleri karşılaştırılmıştır. Likelihood oranı testi, istatistiksel anlamlılığı test etmek için serbestlik derecesi bir alınarak, χ^2 değeri olarak (sadece b değeri kısıtlandırılarak) sonuçlandırılmıştır (**Pletcher, 1999**). Bu hesaplamada null hipotezinde tüm populasyon karşılaştırmaların aynı b değerine sahip olduğu varsayılmıştır Ortalama ömür uzunlukları, ortalamaların standart hatası, varyasyon katsayıları ve b değerleri (yaşa bağlı mortalitedeki artış oranı) hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

3.5. Morfometrik Çalışmalar

Geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak yapılan çalışmada daha önce **Er, 2007** tarafından belirlenen 22 landmark temel alınarak, tarafımızdan türe özgü değişimler göz önünde bulundurularak seçilen 20 landmark kullanılmıştır (**Şekil 3.1**).



Şekil 3.1. *C. quinquefasciatus*'da önkanatta kullanılan landmarklar.

Bu amaçla ilk olarak her sıcaklık derecesinde yetiştirilen 10 dişi 10 erkek olmak üzere ergin bireylere ait sağ ve sol kanatlar, her iki eşeyde de ayrı ayrı preparat haline getirilmiştir. Analiz için sol kanatlar kullanılmıştır. Kullanılan Tip I landmarklar kanatta üç damarın birleştiği noktalarda olduğundan, damarlanmanın daha iyi görünebilmesi için kanat üzerindeki pullar dökülmüştür. Gövdeden ince uçlu pens yardımıyla ayrılan kanatlar %15'lik KOH solüsyonunda 5 dakika bekletildikten sonra alkolden ve distile sudan geçirilerek rodajlı lamın üzerine alınmış, kalan pullar disseksiyon iğnesi yardımıyla mekanik olarak dökülmüştür. Kanatlar üzeri entellan ile kapatılarak sabitlenmiştir. Kanat preparatları hazırlandıktan sonra 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.

Elde edilen veri TPS-Relw programında görece warpları açısından da incelenerek temel bileşenler düzleminde ayrılmıştır. Biçimsel yapı farklarının ilk iki temel öge (PC) üzerindeki dağılımları IMP (**Zelditch et al., 2004**) ve yine TPSRElw (**Rohlf, 2007c**) programları kullanılarak Temel Öğeler Analizi (PCA) ile ayrıca gösterilmiştir. Ayrıca IMP (**Zelditch et al., 2004**) programı kullanılarak kanonik varyans analizi (CVA) yapılmış ve bireylerin yine ilk iki kanonik değişkendeki dağılımları saptanmıştır. Görece warplardan elde edilen ortalama değerler Statistica programı ile, SAHN kümeleme yöntemi kullanılarak bir benzerlik ağacında ayrıca özetlenmiştir.

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 Statistica programı kullanılarak 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.

3.6. Kalıtsallık Deneylerinin Kurulması ve Değerlendirilmesi

Kalıtsallık deneylerinde babaların oğulları ile olan yakınlık dereceleri ölçülmektedir. Bu nedenle, 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C’da yetiştirilen dördüncü kuşak F3 larvalar pupa evresinde içinde 15 ml distile su bulunan 2.5 cm çapında ve 11 cm boyunda cam tüplere alınmış ve erginler içinde 50 ml distile su bulunan 7 cm çapında ve 7 cm yüksekliğindeki şeffaf bardaklara birer erkek (baba) ve beşer dişi olacak şekilde dağıtılmıştır. Bardakların üzeri delikli tül ile kapatılıp, tülün üzerine küçük pamuklara emdirilmiş %10’luk şekerli su çözeltisi yerleştirilmiş, pamuklar her gün yenilenmiştir.

Culex quinquefasciatus türü erginleri, çiftleşmek için kalabalık ortamlara ihtiyaç duyarlar. Bu deneyde kalabalık imkanı ancak dişi sayısı artırılarak sağlanabildiği ve tekrar sayısı mümkün olduğunca yüksek tutulmaya çalışıldığı için, her erkeğe düşen dişi sayısı beş olarak hesaplanmıştır. Çiftleşme ve kan emme davranışlarının sergilenebilmesi için gerekli diğer tüm koşullar sağlanmıştır. Bu amaçla önce erginler erken çiftleşme veya kan emmeden kaynaklı ölümleri engellemek için dört gün yaşlandırılmışlardır. Daha sonra her bardakta en az iki dişi kan eminceye kadar, birbirini takip eden geceler, türün en saldırgan olduğu saatlerde, gece 24:00 ile 02:00 arasında bardaklardaki dişilere kan emdirilmiştir.

Bu erginler direkt olarak tavuk kanı ile beslenmişlerdir. Kan emdirme işlemi için cam aparatlar kullanılmıştır (**Şekil 3.2**). Kan emdirme aparatları; laboratuvar kolonisi oluşturmada, virüs ve parazitli kan kullanılarak vektör olduğundan şüphelenilen türlerin taşıyıcılık yaptıklarını kanıtlamakta da kullanılan malzemelerdir (**Nasirian and Ladonni, 2006; Uchikawa, 1976**). **Kasap, 2003** yılında üç farklı kan emdirme aparatı tasarlamış, en uygun aparatın bu tezin deneylerinde kullanılan tip olduğunu göstermiştir. *Anopheles sacharovi* kolonisi dişileri, tavşandan %35 oranında kan emme başarısı gösterirken bu aparatlardan %44.4-50.5 oranında kan emmişlerdir. Ayrıca bu aparatlarda kullanılan lateks, parafilm ve barsak zarı materyalleri kullanılarak sivrisinekler şekerli su ile beslenmiş ve en verimli sonuç barsak zarından alınmıştır.



Şekil 3.2. Kan sirkülasyon ve emdirme aparatı.

Bu deneyde aparatların tabanı, alkol ile sterilize edilip sıcak suda yumuşatılmış kuzu barsağı ile kapatılmış, bu sayede oluşan hazneye +4 °C'de bekletilen 10 ml'lik Edta (K3)'lı tüp içinde pıhtılaşmadan muhafaza edilmiş günlük tavuk kanı enjekte edilmiştir. Son olarak, kan haznesinin etrafındaki boşluktan, kuşların ortalama vücut sıcaklığı olan 40 °C'ye ayarlanmış su, akvaryum pompası vasıtasıyla geçirilerek düzenek hazırlanmıştır. Kan ısındığında aparatlara bardaklar yaklaştırılarak erginlerin kan emmesi beklenmiştir.

Bu koşullarda ancak 15 °C, 20 °C, 23 °C ve 27 °C sıcaklık koşullarında ebeveynlerden oğullar elde edilebilmiştir. 15 °C sıcaklık koşulunda yeterli tekrar sayısına ulaşamadığından bu sıcaklık analizlerde kullanılamamıştır. Diğer üç sıcaklık koşulu için 15 ebeveyninden alınan oğullardan beşer bireyin kanat uzunluğu ve kanat nitelik oranı karakterleri değerlendirilmiştir. Total fenotipik varyansın dişi ve erkek bireylerde eşit olduğu bilinse de çevresel varyansın erkek bireylerde, dişilerde olduğundan %20 daha düşük olduğu belirlenmiştir (**Reeve and Robertson, 1954**). Bu nedenle deneyde, ebeveynlerden yalnızca erkek bireyler kullanılmıştır. Wing aspect ratio değeri, "kanat uzunluğu² / kanat alanı" formülü ile hesaplanır. Fakat kanat alanları hesaplanırken önemli derecede bireysel hatalar

yapılabilmektedir. Bu çalışmada geometrik morfometrik teknikler kullanılarak ağırlık merkezi büyüklükleri hesaplanmış, bireylerin kanat büyüklükleri tartışılmıştır. Aynı teknik kullanılarak kanat nitelik oranı hesaplamaları “kanat uzunluğu² / ağırlık merkezi büyüklüğü” formülü ile yapılmıştır (Debat et al., 2003).

Analiz için sol kanatlar kullanılmıştır. Kanat preparatları geometrik morfometrik deneyler ile aynı şekilde hazırlanmış, fotoğraflanmış, düzenlenmiş ve 20 landmarkın iki boyutlu kartezyen koordinatları saptanmıştır. Böylece ağırlık merkezi büyüklükleri hesaplanmıştır.

Tüm örneklem için kanat uzunluğu ve kanat nitelik oranı değerleri hesaplandıktan sonra, seçilen farklı gelişim sıcaklıklarında fenotipik varyanstaki kalıtsallık değişimini ölçmek amacıyla dar anlamlı kalıtsallık (h^2) hesaplamaları yapılmıştır. Her bir gelişim sıcaklığına ilişkin dar-anlamlı kalıtsallık, dar-anlamlı kalıtsallığın yalın ve güvenilir bir ölçümünü veren oğulun-bir ebeveyn (baba) üzerine olan regresyonu kullanılarak hesaplanmıştır. Bu dar-anlamlı kalıtsallık; seçilen ve değişkenlik gösteren fenotipik bir özelliğin tek bir kuşak geçişi temel alınarak, bir ebeveyne (baba) ait özelliğin aldığı değerlerin yavru döldeki (oğul) değerleri ne oranda belirleyebildiğini gösteren regresyon katsayısının iki katı alınarak hesaplanmıştır (Falconer and Mackay, 1996). $Y(\text{oğul}) = ab + X(\text{baba})$ şeklindeki doğrusal regresyon denklemindeki eğim (b, regresyon katsayısı) ve dar-anlamlı kalıtsallık arasındaki ilişki, $b = \frac{1}{2} h^2$ şeklinde olduğundan; oğulun-baba üzerine regresyonuyla hesaplanan dar-anlamlı kalıtsallık $h^2 = 2b$ olarak hesaplanır (Falconer and Mackay, 1996). Bu yöntem, bir erkek-bir dişi çiftinden gelen yavruların her bir çift için ortalamaları alınarak babayla regresyonu ya da her bir çiftten gelen tek bir yavruyu alarak babayla olan regresyonu temel almaktadır. Bu çalışmada hesaplanan dar-anlamlı kalıtsallık ise, her bir sıcaklık için 15 erkek-15 dişi şeklinde gerçekleştirilen bireysel çaprazların her birinden 1 yavru alınarak oluşturulan yavrudöl (oğul)-baba örneklemeleri kullanılarak hesaplanan regresyon katsayısına (b) dayanmaktadır. Böylece, üç farklı sıcaklık (20 °C, 27 °C, 23 °C) için üç farklı h^2 değeri hesaplanmıştır. Bu dar-anlamlı kalıtsallığın s.h. $(h^2) = 2\sigma_b = 2/\sqrt{N}$ şeklinde olan standart hatası da hesaplanmıştır (N : aile

büyüklüğü = 15, her bir eşleşme çifti 1 aile). Dar-anlamli kalıtsallık ile birlikte, genetik varyasyonun bir diğér göstergesi olan bir varyasyon katsayısı da (CVa) hesaplanmıştır (Houle, 1992). Bu katsayı: $CVa = 100\sqrt{Va/\bar{X}}$, şeklinededir. Burada Va eklemeli genetik varyansı ifade etmektedir ve $Va = fenotipik\ varyans [Vp] \times h^2$ şeklinde ifade edilir. \bar{X} ise örneklem ortalamasıdır. Bu çalışmada hesaplanan genetik varyasyon katsayıları yavru dölün (oğul) fenotipik varyansı kullanılarak elde edilmiştir. Hesaplanan dar anlamli kalıtsallık ve genetik varyasyon katsayıları, sıcaklığa karşı grafiğe geçirilerek reaksiyon normları şeklinde ifade edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Farklı Sabit Sıcaklıklarda Yetiştirilen *Culex quinquefasciatus* Erginlerinde Hayat Tablosu ve Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları

Farklı sabit sıcaklık koşullarında ilk kuşak için hazırlanan hayat tabloları, 27 °C'deki (optimum sıcaklık) koloniden alınan yumurtalardan elde edilen birinci evre larvaların, iklim dolaplarında yetiştirilmesiyle oluşan erginler kullanılarak hazırlanmıştır. Bu larvaların ergin öncesi evrelerdeki yumurta süresi optimum sıcaklıkta geçtiğinden ve bu sıcaklık koşulunda larvalar yumurtadan, yumurta bırakıldıktan sonra 24 saat içinde çıktıklarından dolayı, tüm sıcaklıklarda yumurtadan ergine toplam gelişim süreleri, yumurta süresi bir gün kabul edilerek hesaplanmıştır. Elde edilen erginler ile birinci kuşak hayat tablosu takımları hazırlanmıştır. 15 °C sıcaklık koşulunda yeterince ergin elde edilemediğinden takımlar, 50 dişi 50 erkek ile, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sıcaklık koşullarında ise 100 dişi 100 erkek birey ile hazırlanmışlardır.

Birinci kuşak erginlerden alınan yumurtalar ikinci kuşak hayat tablolarının hazırlanmasında kullanılmıştır. İkinci kuşak hayat tablolarında yumurta, larva ve pupa süreleri her sıcaklık için farklı bulunmuştur. Bu nedenle aynı sıcaklık için, birinci ve ikinci kuşak hayat tablolarının ergin öncesi ömür uzunlukları farklılık göstermektedir.

İkinci kuşaktan elde edilen üçüncü kuşak larvalardan 750 adedi erginleştirilerek dişi:erkek oranları hesaplanmış, net üreme oranı parametresi gözlenen mx değeri ile hesaplanmıştır. Bu değer ile, "hipotetik doğal artış oranı" yerine "gözlenen doğal artış oranı" ve "hipotetik jenerasyon süresi" yerine "gözlenen jenerasyon süresi" parametreleri hesaplanmıştır.

Yaşa özgü (horizontal) hayat tablolarının yanı sıra, zamana özgü (vertikal) hayat tabloları da, birinci ve ikinci kuşak için hazırlanmıştır. Böylece her bir gelişim evresindeki ölüm oranları takip edilebilmektedir.

Yaşa bağlı mortalitenin çiftleşmeyen ve kan emmeyen bireylerde ortaya

çıkarılması için hazırlanan dişi ve erkek kafesleri, yine 27 °C'deki koloniden alınan yumurtalardan elde edilen birinci evre larvaların iklim dolaplarında yetiştirilmesiyle oluşan erginler kullanılarak kurulmuştur. Bu deneyler iklim dolaplarında yaşatılan birinci kuşak hayat tablosu kafeslerinden alınan yumurtalardan elde edilen erginlerle yinelenmiştir. Sonuç olarak 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sıcaklık koşulları için iki kuşak hayat tablosu ve yaşa bağlı mortalite sonuçları alınmıştır.

4.1.1. 15 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları

15 °C'de yetiştirilen birinci kuşak dişiler tarafından toplam 5502 yumurta bırakılmış ve bu yumurtaların %52,12'si açılmıştır. 15 °C sıcaklık koşulunda görülen en yüksek orandaki görelî ölüm, %73,9 oranı ile larva evresinde gerçekleşmiştir (**Çizelge 4.1**). Bu kuşakta yumurtadan ergine ortalama gelişim süresi 38,64±3,68 gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1. 15 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.

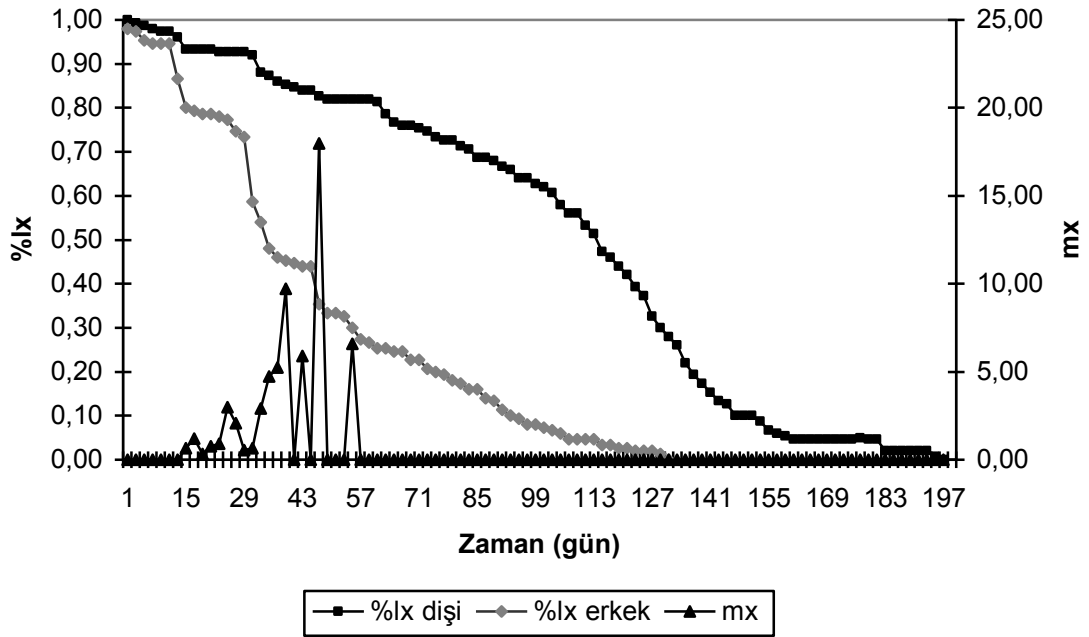
Evre	I_x	d_x	%görelî ölüm	%gerçek ölüm	ölüm/canlılık
Yumurta	5502	2634	47,9	47,9	0,92
Larva	2868	2120	73,9	38,5	2,83
Pupa	748	106	14,2	1,9	0,17
Ergin	642				

15 °C'de yetiştirilen larvalardan elde edilen 50 dişi ve 50 erkekten oluşan birinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.1.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler en fazla 197 gün, erkek bireyler en çok 131 gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu dişiler için 99,44±57,45 gün; erkekler için 66,64±38,39 gün olarak bulunmuştur. Dişilerde, önce yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranı görülmüş, 103. günden itibaren ise ölüm oranı yükselmiştir. Erkek bireylerde 11. günden itibaren yüksek ölüm oranının olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2.'de dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri gösterilmektedir. Dişilerde kan emme davranışı optimum sıcaklık koşullarında dördüncü gün başlarken, 15 °C'de yedinci gün başlamıştır ve dişiler ilk yumurtaları 14. gün bırakmışlardır. m_x , en yüksek değerini 47. günde almış, ilerleyen yaşla

birlikte azalma göstermiştir. En son yumurta 55. gün bırakılmıştır. Yaşlanan bireylerden bir kısmı kan emip yumurta vermemiş, diğer bireyler ise kan emmemişlerdir. Optimum sıcaklık koşullarında yumurtalar bir gün sonra açılırken, bu sıcaklıkta alınan yumurtalardan larva çıkışı dört gün sonra gerçekleşmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 21.549.817,3 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 179 - 180 (gün) yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 63,19 olarak bulunmuştur.

Ortalama beklenen ömür uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 12,79 gün, dişilerde de 22,48 gün olarak hesaplanmıştır. Dişi ve erkek bireylerin e_x değerleri karşılaştırıldığında, dişi bireylerin erkek bireylere göre daha yüksek değer aldığı görülmektedir. Bu durum, dişi ve erkek bireylere ait hayatta kalma eğrilerinde de görüldüğü gibi, dişi bireylerin erkek bireylerden daha uzun yaşadığı sonucuyla uygunluk göstermektedir.



Şekil 4.1. 15 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.2. 15 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

x(gün)	lx	%lx	Dx	%qx	mx (hip)	mx (göz)	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
0-39 yumurta + larva + pupa süresi (gün)													
41	50	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	50,5	50,70	1,1	0,89
43	50	0,99	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,99	49,5	50,04	1,2	0,78
45	49	0,99	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,98	48,5	49,39	1,4	0,69
47	49	0,98	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,98	47,6	48,71	1,5	0,61
49	49	0,97	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,97	46,6	47,87	1,8	0,54
51	49	0,97	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,97	45,6	47,18	2,0	0,48
53	48	0,96	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,95	44,6	47,15	2,3	0,42
55	47	0,93	0	0,00	0,61	0,65	0,59	32,6	0,93	43,7	46,82	2,6	0,37
57	47	0,93	0	0,00	1,14	1,21	1,11	63,4	0,93	42,8	45,82	3,0	0,33
59	47	0,93	0	0,00	0,32	0,33	0,31	18,1	0,93	41,8	44,82	3,4	0,30
61	47	0,93	0	0,00	0,74	0,78	0,72	43,8	0,93	40,9	43,98	3,8	0,26
63	46	0,93	0	0,00	0,93	0,91	0,83	52,2	0,93	40,0	43,15	4,4	0,24
65	46	0,93	0	0,00	3,97	2,97	2,81	181,8	0,93	39,0	42,15	4,9	0,21
67	46	0,93	0	0,00	2,07	2,09	1,90	128,8	0,93	38,1	41,15	5,6	0,19
69	46	0,93	0	0,00	0,54	0,53	0,49	34,1	0,92	37,2	40,29	6,4	0,17
71	46	0,92	2	0,02	0,60	0,64	0,58	40,9	0,90	36,3	40,29	7,2	0,15
73	44	0,88	0	0,00	2,99	2,93	2,46	182,0	0,88	35,4	40,35	8,7	0,13
75	44	0,87	1	0,01	4,78	4,74	4,19	314,0	0,87	34,5	39,81	10,0	0,12
77	43	0,86	0	0,00	5,34	5,23	4,19	326,7	0,86	33,6	39,27	11,6	0,10
79	43	0,85	0	0,00	9,69	9,73	7,97	635,0	0,85	32,8	38,57	13,3	0,09
81	42	0,85	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,84	31,9	37,89	15,2	0,08
83	42	0,84	0	0,00	6,21	5,90	4,65	389,7	0,84	31,1	37,04	17,6	0,07
85	42	0,84	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,83	30,2	36,32	20,0	0,07
87	41	0,83	0	0,00	19,43	17,98	14,36	1257,4	0,82	29,4	35,73	23,1	0,06
89	41	0,82	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,82	28,6	34,86	26,4	0,05
91	41	0,82	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,82	27,8	33,86	30,1	0,05
93	41	0,82	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,82	26,9	32,86	34,3	0,04
95	41	0,82	0	0,00	6,90	6,57	5,16	494,5	0,82	26,1	31,86	39,2	0,04
97	41	0,82	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,82	25,3	30,86	44,8	0,03
99	41	0,82	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,82	24,5	29,99	51,2	0,03
101	41	0,81	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,80	23,7	29,59	59,5	0,03
103	39	0,79	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,78	22,9	29,42	69,2	0,02
105	38	0,77	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,76	22,1	28,91	81,0	0,02
231	1	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,0	2,00	0,0	0,00
233	1	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,0	1,00	0,0	0,00
235	1	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,0	0,00	0,0	0,00
237	1	0,02	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,0	-1,50	0,0	0,00
239	0	0,01	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	-2,00	0,0	0,00
241	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
0-39 yumurta + larva + pupa süresi (gün)							
41	49	0,98	0	0,00	0,98	22,4	22,94
43	49	0,97	1	0,01	0,96	21,4	22,25
45	48	0,95	0	0,00	0,95	20,5	21,56
47	47	0,95	0	0,00	0,95	19,5	20,62
49	47	0,95	0	0,00	0,95	18,6	19,62
51	47	0,95	4	0,04	0,91	17,6	19,44
53	43	0,87	3	0,03	0,83	16,7	20,19
55	40	0,80	0	0,00	0,80	15,9	20,23
57	40	0,79	0	0,00	0,79	15,1	19,42
59	39	0,79	0	0,00	0,79	14,3	18,50
61	39	0,79	0	0,00	0,78	13,5	17,58
63	39	0,78	0	0,00	0,78	12,7	16,76
65	39	0,77	1	0,01	0,76	11,9	16,17
67	37	0,75	1	0,01	0,74	11,2	15,71
69	37	0,73	7	0,07	0,66	10,4	16,29
71	29	0,59	2	0,02	0,56	9,8	17,89
73	27	0,54	3	0,03	0,51	9,2	18,55
75	24	0,48	1	0,01	0,47	8,7	18,80
77	23	0,46	0	0,00	0,46	8,2	18,36
79	23	0,45	0	0,00	0,45	7,8	17,64
81	22	0,45	0	0,00	0,44	7,3	16,92
83	22	0,44	0	0,00	0,44	6,9	16,12
85	22	0,44	4	0,04	0,40	6,5	16,41
87	18	0,35	1	0,01	0,34	6,1	17,63
89	17	0,33	0	0,00	0,33	5,7	17,11
91	17	0,33	0	0,00	0,33	5,4	16,30
93	16	0,33	1	0,01	0,31	5,1	16,10
95	15	0,30	1	0,01	0,29	4,7	16,46
97	14	0,27	0	0,00	0,27	4,5	16,40
99	13	0,27	1	0,01	0,26	4,2	15,99
101	13	0,25	0	0,00	0,25	3,9	15,39
103	13	0,25	0	0,00	0,25	3,7	14,61
105	12	0,25	0	0,00	0,25	3,4	13,82
165	1	0,03	0	0,00	0,02	0,1	3,78
167	1	0,02	0	0,00	0,02	0,1	3,17
169	1	0,02	0	0,00	0,02	0,0	2,17
171	1	0,02	0	0,00	0,02	0,0	1,33
173	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	0,67
175	0	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,00

R₀	52,310
T_c	77,735
r_m	0,094
λ	1,099
b	0,194
d	0,100
r_m/b	0,485
b/d	1,942
dişi e_x	22,48
erkek e_x	12,79

Gözlenen m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 52,31, ortalama döl süresi (T_c) 77,735 gün olarak hesaplanmıştır. T_c değeri bu çalışmadaki diğer dereceler ve 15 °C'de değerlendirmesi yapılan birinci kuşak takımlar içerisinde hesaplanan en uzun ortalama döl süresidir. Doğal artış oranı (r_m) 0,094 bulunmuştur; buna göre 15 °C sıcaklık koşulunda gün başına her bir takım dişisi için 0,094 dişi döl üretmektedir. Bu derecede yetiştirilen ikinci kuşak takımda da doğal artış oranı 0,094 olarak hesaplanmıştır. Horizontal hayat tablosu verilerine göre hesaplanan bir diğer popülasyon parametresi olan artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,099 olarak bulunmuştur. Buna göre 15 °C sıcaklık koşulunda her bir takım dişisi için 1,099 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.

4.1.2. 15 °C Sıcaklık Koşulu İçin İkinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları

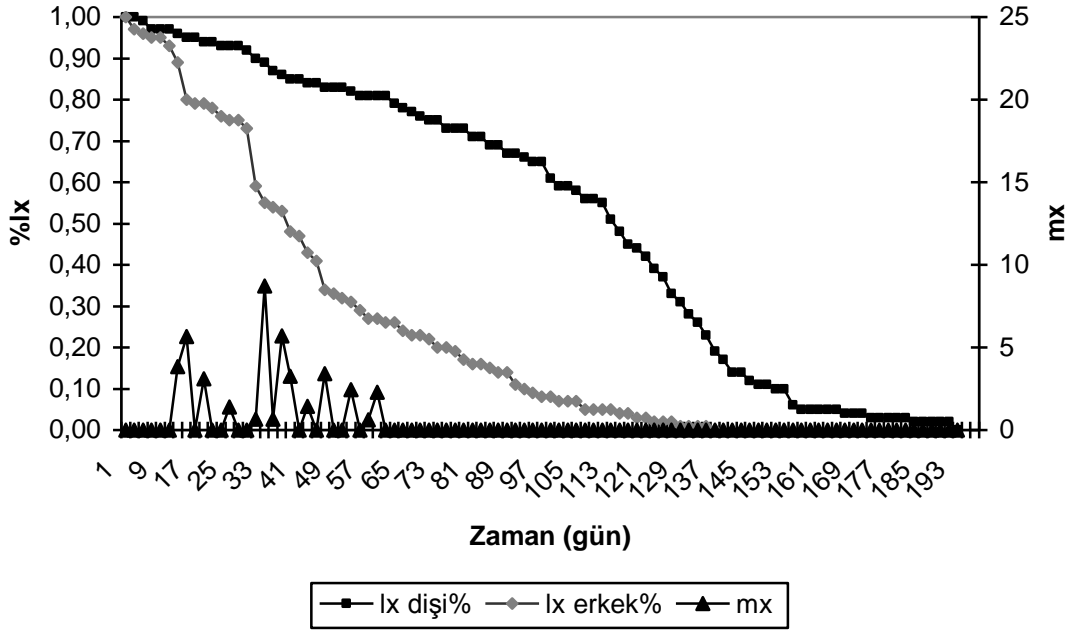
15 °C'de yetiştirilen ikinci kuşak dişiler toplam 3835 yumurta bırakılmış ve bu yumurtaların %59,60'ı açılmıştır. İkinci kuşakta da birinci kuşakta olduğu gibi en yüksek ölüm oranı larva evresinde gerçekleşmiştir. Bu evredeki görelî ölüm %66 olarak hesaplanmış, birinci kuşakta %14,2 olan pupa evresindeki görelî ölüm oranı, ikinci kuşakta %30,9'a yükselmiştir (**Çizelge 4.3.**). İkinci kuşakta yumurtadan ergine ortalama gelişim süresi, 72,60±11,49 gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3. 15 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.

Evre	lx	dx	%görelî ölüm	%gerçek ölüm	ölüm/canlılık
Yumurta	3835	1549	40,4	40,4	0,68
Larva	2286	1509	66,0	39,3	1,94
Pupa	777	240	30,9	6,3	0,45
Ergin	537				

15 °C'de yetiştirilen, 50 dişi ve 50 erkekten oluşan birinci kuşak takımından elde edilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.2.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler en fazla 193 gün, erkek bireyler en çok 137 gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama yaşam uzunluğu dişiler için 97,54±56,29 gün, erkekler için 69,68±40,13 gün olarak bulunmuştur. Dişilerde, birinci kuşakta da görüldüğü gibi önce yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranı görülmüş, 109. günden itibaren ise ölüm oranı yükselmiştir. 11. 31. ve 61. günlerde sabit ölüm

oranı kısa süreli yükselmeler göstermiştir. Bu günler dişi bireylerin kan emdikleri ve yumurta verdikleri günler içerisinde yer almaktadır. Erkek bireylerde ise 11. günde başlamak üzere, 29. ve 41. günlerde artarak devam eden yüksek ölüm oranı gözlenmiş, 53. günden itibaren de hayatta kalma eğrisi sabitleşerek son bulmuştur.



Şekil 4.2. 15 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde mx değerleri.

Çizelge 4.4.'de dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri gösterilmektedir. Dişiler ilk yumurtaları 13. gün bırakmışlardır. m_x , en yüksek değerini birinci kuşaktan daha kısa sürede, 33. günde almıştır fakat birinci kuşakta verilen yumurta sayısına ulaşamamıştır. En son yumurta 59. gün bırakılmıştır. Yaşlanan bireylerden bir kısmı kan emip yumurta vermemiş, diğer bireyler ise kan emmemiş; dişileri kan ile beslemek amacıyla kafes üzerine yerleştirilen kaynak, kafesi sarsmadıkça uçma davranışı göstermemişlerdir. Bu sıcaklıkta alınan yumurtalardan larva çıkışı da birinci kuşakta olduğu gibi dört gün sonra gerçekleşmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 11.521.932,1 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 254 -255 (gün) yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 43,18 olarak bulunmuştur. Bu değer birinci nesle göre düşüktür.

Çizelge 4.4. 15 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	mx (hip)	mx (göz)	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
0-73					yumurta + larva + pupa süresi (gün)								
75	50	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	50,5	50,45	1,1	0,89
77	50	1,00	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,99	49,5	49,78	1,2	0,78
79	49	0,99	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,98	48,5	49,45	1,4	0,69
81	49	0,97	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,97	47,5	48,79	1,6	0,61
83	49	0,97	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,97	46,5	47,79	1,8	0,54
85	49	0,97	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,97	45,5	47,11	2,0	0,48
87	48	0,96	1	0,01	3,63	3,84	3,61	310,8	0,95	44,6	46,75	2,3	0,42
89	47	0,95	0	0,00	6,44	5,67	5,35	459,6	0,95	43,6	46,07	2,6	0,37
91	47	0,95	0	0,00	2,95	0,00	0,00	0,0	0,94	42,7	45,23	2,9	0,33
93	47	0,94	0	0,00	2,00	3,12	2,87	264,4	0,94	41,7	44,40	3,3	0,29
95	47	0,94	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,94	40,8	43,54	3,8	0,26
97	47	0,93	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,93	39,8	42,85	4,3	0,23
99	46	0,93	0	0,00	1,40	1,38	1,26	119,7	0,93	38,9	42,02	4,9	0,20
101	46	0,93	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,92	38,0	41,16	5,5	0,18
103	46	0,92	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,91	37,1	40,74	6,3	0,16
105	45	0,90	1	0,01	0,60	0,64	0,56	58,5	0,89	36,2	40,49	7,3	0,14
107	44	0,89	1	0,01	9,75	8,74	7,51	777,2	0,88	35,3	40,10	8,4	0,12
109	44	0,87	1	0,01	0,61	0,64	0,57	61,1	0,87	34,4	39,71	9,7	0,11
111	43	0,86	1	0,01	6,19	5,70	4,75	506,9	0,85	33,5	39,32	11,1	0,10
113	42	0,85	0	0,00	3,23	3,24	2,68	295,1	0,85	32,7	38,61	12,8	0,09
115	42	0,85	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,84	31,8	37,75	14,5	0,08
117	42	0,84	0	0,00	1,45	1,42	1,14	126,5	0,84	31,0	36,90	16,5	0,07
119	42	0,84	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,84	30,1	36,05	18,8	0,06
121	42	0,83	0	0,00	3,78	3,41	2,86	348,9	0,83	29,3	35,18	21,4	0,05
123	42	0,83	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,83	28,5	34,32	24,2	0,05
125	41	0,83	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,82	27,6	33,59	27,8	0,04
127	41	0,82	0	0,00	3,21	2,45	2,07	270,8	0,82	26,8	32,85	31,7	0,04
129	41	0,81	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,81	26,0	31,99	36,2	0,03
131	41	0,81	0	0,00	0,59	0,63	0,50	65,0	0,81	25,2	30,99	41,1	0,03
133	41	0,81	0	0,00	2,62	2,29	1,84	239,0	0,81	24,4	30,12	46,7	0,03
134	40	0,81	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,80	23,6	29,48	53,8	0,02
135	40	0,79	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,79	22,8	28,94	61,8	0,02
137	39	0,78	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,78	22,0	28,29	70,6	0,02
139	39	0,77	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,77	21,2	27,63	81,5	0,02
141	38	0,76	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,76	20,4	26,99	93,2	0,01
143	38	0,75	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,75	19,7	26,22	107,7	0,01
145	37	0,75	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,74	18,9	25,56	123,3	0,01
147	37	0,73	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,73	18,2	24,90	143,1	0,01
149	36	0,73	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,73	17,5	24,01	163,9	0,01
151	36	0,73	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,72	16,7	23,33	186,5	0,01
153	35	0,71	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,71	16,0	22,66	220,7	0,01
155	35	0,71	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,70	15,3	21,97	251,2	0,01
253	2	0,03	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,1	4,88	3098946,0	0,00
255	2	0,03	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,1	4,33	3560291,6	0,00
257	1	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,1	4,00	0,0	0,00
259	1	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,1	3,00	0,0	0,00
261	1	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,0	2,00	0,0	0,00
263	1	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,0	1,00	0,0	0,00
265	1	0,02	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	0,00	0,0	0,00
267	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
0-73	yumurta + larva + pupa süresi (gün)						
75	50	1,00	1	0,01	0,99	22,5	22,82
77	49	0,97	1	0,01	0,97	21,5	22,27
79	48	0,96	1	0,01	0,95	20,6	21,57
81	47	0,95	0	0,00	0,95	19,6	20,72
83	47	0,95	1	0,01	0,94	18,7	19,86
85	47	0,93	2	0,02	0,91	17,7	19,49
87	44	0,89	4	0,04	0,84	16,8	20,03
89	40	0,80	0	0,00	0,80	16,0	20,30
91	40	0,79	0	0,00	0,79	15,2	19,49
93	39	0,79	0	0,00	0,78	14,4	18,68
95	39	0,78	1	0,01	0,77	13,6	18,03
97	38	0,76	0	0,00	0,76	12,8	17,37
99	38	0,75	0	0,00	0,75	12,1	16,55
101	37	0,75	1	0,01	0,74	11,3	15,84
103	37	0,73	7	0,07	0,66	10,6	16,61
105	30	0,59	2	0,02	0,57	9,9	18,13
107	28	0,55	1	0,01	0,55	9,3	18,05
109	27	0,54	1	0,01	0,53	8,8	17,63
111	26	0,53	2	0,02	0,50	8,3	17,38
113	24	0,48	1	0,01	0,47	7,8	17,08
115	23	0,47	2	0,02	0,45	7,3	16,95
117	21	0,43	1	0,01	0,42	6,8	16,99
119	20	0,41	3	0,03	0,37	6,4	17,42
121	17	0,34	0	0,00	0,34	6,1	18,05
123	17	0,33	1	0,01	0,33	5,7	17,60
125	16	0,32	0	0,00	0,32	5,4	17,18
127	16	0,31	1	0,01	0,30	5,1	16,77
129	15	0,29	1	0,01	0,28	4,8	16,77
131	14	0,27	0	0,00	0,27	4,5	16,51
133	13	0,27	0	0,00	0,26	4,2	15,90
135	13	0,26	0	0,00	0,26	4,0	15,10
137	13	0,26	1	0,01	0,25	3,7	14,67
139	12	0,24	0	0,00	0,24	3,4	14,48
141	12	0,23	0	0,00	0,23	3,2	13,90
143	11	0,23	0	0,00	0,22	3,0	13,25
145	11	0,22	1	0,01	0,21	2,8	13,10
147	10	0,20	0	0,00	0,20	2,5	12,86
149	10	0,20	0	0,00	0,20	2,3	12,01
151	10	0,19	1	0,01	0,18	2,1	11,84
153	9	0,17	1	0,01	0,17	2,0	11,90
155	8	0,16	0	0,00	0,16	1,8	11,26
157	8	0,16	1	0,01	0,15	1,6	10,78
201	1	0,02	0	0,00	0,02	0,1	2,67
203	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	2,67
205	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	1,75
207	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	0,75
209	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	0,00
211	0	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,00

R ₀	37,4433
T _c	106,761
rm	0,067
λ	1,069
b	0,141
d	0,073
rm/b	0,478
b/d	1,914
dişi ex	22,35
erkek ex	12,95

Ortalama beklenen yaşam uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 12,95 gün, dişilerde de 22,35 gün olarak hesaplanmıştır. Gözlenen m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 37,44, ortalama döl süresi (T_c) 106,761 gün olarak hesaplanmıştır. İkinci kuşak takımının T_c değeri, birinci kuşakta hesaplanan değerden daha büyük bulunmuştur. İki kuşak arasında ergin öncesi ömür uzunlukları da aynı şekilde farklı olduğundan bu sonucun beklenen bir sonuç olduğu söylenebilir. Doğal artış oranı (r_m) birinci nesle göre daha düşük bulunmuştur. Buna göre 15 °C sıcaklık koşulunda her iki kuşak için gün başına her bir takım dişisi için 0,067 dişi döl üretmektedir. Artışın sınırlı kapasitesi (λ) ise 1,069 olarak bulunmuştur. Buna göre 15 °C sıcaklık koşulunda her bir takım dişisi için 1,069 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.

4.1.3. 20 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları

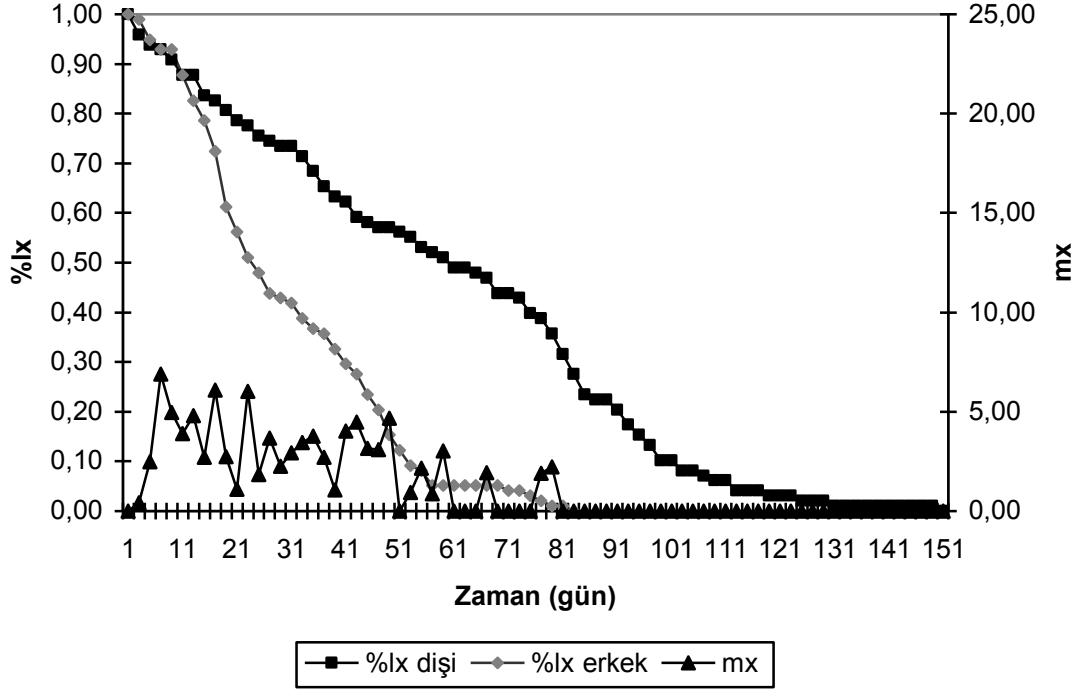
20 °C'de yetiştirilen birinci kuşak dişiler toplam 15802 yumurta bırakmış ve bu yumurtaların %63,32'si açılmıştır. 20 °C sıcaklık koşulunda gerçekleşen en yüksek görelî ölüm oranı %36,7 ile yumurta evresinde görülmüştür (**Çizelge 4.5.**). Bu kuşakta yumurtadan ergine ortalama gelişim süresi 35,17±4,29 gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5. 20 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.

Evre	lx	dx	%görelî ölüm	%gerçek ölüm	ölüm/canlılık
Yumurta	15802	5796	36,7	36,7	0,58
Larva	10006	3329	33,3	21,1	0,50
Pupa	6677	370	5,5	2,3	0,06
Ergin	6307				

20 °C'de yetiştirilen larvalardan oluşturulan birinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait 100 dişi ve 100 erkekte oluşan birinci kuşak hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.3.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler en çok 151 gün, erkek bireyler ise 83 gün hayatta kalabilmişlerdir. Dişiler için ortalama yaşam uzunluğu 57,08±35,50 gün, erkekler için 42,48±31,73 gün olarak bulunmuştur. Dişilerde, 15 °C'de görülen sabit ölüm oranından daha yüksek, erkeklerde görülen ölüm oranından ise daha düşük bir hayatta kalma eğrisi gözlenmiştir. Dişi ölüm oranı, son yumurtaların verildiği 77. gün bir yükselme göstererek son bulmuştur. Erkek

bireylerde ilk günden itibaren özellikle 9. günden itibaren yüksek ölüm oranının olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. 20 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.

Çizelge 4.6.'de dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri gösterilmektedir. Dişiler ilk yumurtaları 5. gün bırakmışlardır. m_x , en yüksek değerini 8. günde almıştır. En son yumurta 80. gün bırakılmıştır (135 yumurta). Bu sıcaklıkta alınan yumurtalardan larva çıkışı 3 gün sonra gerçekleşmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 12.035.153.874,8 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 164 - 165 (gün) yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 96,25 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.6. 20 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	mx (hip)	mx (göz)	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
0-35 yumurta + larva + pupa süresi (gün)													
37	98	1,00	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	28,5	29,14	1,1	0,76
39	94	0,96	2	0,02	0,45	0,42	0,40	15,65	0,95	27,6	29,04	1,5	0,56
41	92	0,94	1	0,01	2,65	2,49	2,34	98,89	0,93	26,6	28,50	2,0	0,43
43	91	0,93	2	0,02	7,35	6,91	6,41	269,38	0,92	25,7	27,96	2,7	0,33
45	89	0,91	3	0,03	5,26	4,95	4,49	201,76	0,89	24,8	27,73	3,6	0,25
47	86	0,88	0	0,00	4,15	3,90	3,42	167,61	0,88	23,9	27,20	4,8	0,19
49	86	0,88	4	0,04	5,12	4,81	4,22	202,73	0,86	23,0	26,82	6,3	0,14
51	82	0,84	1	0,01	2,87	2,70	2,26	116,32	0,83	22,1	26,61	8,6	0,11
53	81	0,83	2	0,02	6,49	6,10	5,04	270,67	0,82	21,3	26,09	11,4	0,08
55	79	0,81	2	0,02	2,91	2,73	2,20	124,25	0,80	20,5	25,74	15,2	0,06
57	77	0,79	1	0,01	1,15	1,08	0,85	49,52	0,78	19,7	25,22	20,4	0,05
59	76	0,78	2	0,02	6,42	6,03	4,68	271,39	0,77	18,9	24,71	27,0	0,04
61	74	0,76	1	0,01	1,95	1,83	1,39	85,79	0,75	18,1	24,19	36,3	0,03
63	73	0,74	1	0,01	3,92	3,68	2,74	173,24	0,74	17,4	23,51	48,3	0,02
65	72	0,73	0	0,00	2,39	2,25	1,65	105,69	0,73	16,7	22,67	64,2	0,02
67	72	0,73	2	0,02	3,11	2,92	2,15	145,01	0,72	15,9	21,97	84,2	0,01
69	70	0,71	3	0,03	3,68	3,46	2,47	168,17	0,70	15,2	21,74	113,7	0,01
71	67	0,68	3	0,03	4,02	3,78	2,58	183,67	0,67	14,5	21,69	156,1	0,01
73	64	0,65	2	0,02	2,88	2,71	1,77	130,25	0,64	13,8	21,51	215,0	0,01
75	62	0,63	1	0,01	1,12	1,06	0,67	50,47	0,63	13,2	21,01	292,1	0,00
77	61	0,62	3	0,03	4,29	4,03	2,51	192,55	0,61	12,6	20,68	391,1	0,00
79	58	0,59	1	0,01	4,75	4,47	2,64	210,32	0,59	11,9	20,37	542,3	0,00
81	57	0,58	1	0,01	3,36	3,16	1,84	150,99	0,58	11,4	19,71	728,0	0,00
83	56	0,57	0	0,00	3,30	3,10	1,77	147,11	0,57	10,8	18,88	978,2	0,00
85	56	0,57	1	0,01	4,98	4,69	2,68	229,78	0,57	10,2	18,04	1292,4	0,00
87	55	0,56	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	9,6	17,35	1739,7	0,00
89	54	0,55	2	0,02	0,99	0,93	0,51	45,02	0,54	9,1	16,81	2344,2	0,00
91	52	0,53	1	0,01	2,28	2,14	1,14	104,81	0,53	8,6	16,27	3222,7	0,00
93	51	0,52	1	0,01	0,92	0,86	0,45	41,33	0,52	8,0	15,57	4352,9	0,00
95	50	0,51	2	0,02	3,21	3,02	1,54	147,32	0,50	7,5	15,02	5885,6	0,00
97	48	0,49	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	7,0	14,31	8132,1	0,00
99	48	0,49	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	6,5	13,45	10793,2	0,00
101	47	0,48	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	6,0	12,72	14638,6	0,00
103	46	0,47	3	0,03	2,05	1,93	0,90	93,29	0,45	5,6	12,25	19874,6	0,00
105	43	0,44	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	5,1	11,64	28267,7	0,00
107	43	0,44	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	4,7	10,76	37603,7	0,00
109	42	0,43	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	4,2	10,25	51241,2	0,00
111	39	0,40	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	3,8	9,73	73484,5	0,00
113	38	0,39	3	0,03	2,02	1,90	0,74	82,54	0,37	3,4	9,21	100481,0	0,00
115	35	0,36	4	0,04	2,35	2,21	0,79	91,49	0,34	3,1	9,08	145416,7	0,00
117	31	0,32	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	2,7	9,19	218945,5	0,00
.
163	2	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,1	6,50	2796210331,3	0,00
165	2	0,02	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,1	5,33	3754665756,1	0,00
167	1	0,01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,1	4,50	0,0	0,00
.
187	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
0-35 yumurta + larva + pupa süresi (gün)							
37	100	1,00	3	0,03	1,97	28,2	14,30
39	97	0,99	4	0,04	1,90	26,2	13,79
41	93	0,95	2	0,02	1,84	24,3	13,21
43	91	0,93	0	0,00	1,82	22,5	12,35
45	91	0,93	5	0,05	1,77	20,7	11,67
47	86	0,88	5	0,05	1,67	18,9	11,31
49	81	0,83	4	0,04	1,58	17,2	10,89
51	77	0,79	6	0,06	1,48	15,6	10,56
53	71	0,72	11	0,11	1,31	14,2	10,80
55	60	0,61	5	0,05	1,15	12,8	11,17
57	55	0,56	5	0,05	1,05	11,7	11,13
59	50	0,51	3	0,03	0,97	10,6	10,97
61	47	0,48	4	0,04	0,90	9,7	10,74
63	43	0,44	1	0,01	0,85	8,8	10,32
65	42	0,43	1	0,01	0,83	7,9	9,54
67	41	0,42	3	0,03	0,79	7,1	8,97
69	38	0,39	2	0,02	0,74	6,3	8,51
71	36	0,37	1	0,01	0,71	5,6	7,83
73	35	0,36	3	0,03	0,67	4,9	7,24
75	32	0,33	3	0,03	0,61	4,2	6,85
77	29	0,30	2	0,02	0,56	3,6	6,38
.
107	4	0,04	0	0,00	0,08	0,3	3,25
109	4	0,04	1	0,01	0,07	0,2	2,57
111	3	0,03	1	0,01	0,05	0,1	2,20
113	2	0,02	1	0,01	0,03	0,1	2,00
115	1	0,01	0	0,00	0,02	0,0	1,50
117	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	1,00
119	0	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,00

R ₀	69,26
T _c	63,688
rm	0,133
λ	1,142
b	0,288
d	0,155
rm/b	0,462
b/d	1,859
dişi ex	13,79
erkek ex	7,71

Ortalama beklenen yaşam uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 7,71 gün, dişilerde de 13,79 gün olarak hesaplanmıştır. Gözlenen m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 69,26, ortalama döl süresi (T_c) 63,688 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,133 bulunmuştur; buna göre 20 °C sıcaklık koşulunda gün başına her bir takım dişi için 0,133 dişi döl üretmektedir. Horizontal hayat tablosu verilerine göre hesaplanan bir diğer populasyon parametresi olan artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,142 olarak bulunmuştur. Buna göre 20 °C sıcaklık koşulunda her bir takım dişi için 1,142 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.

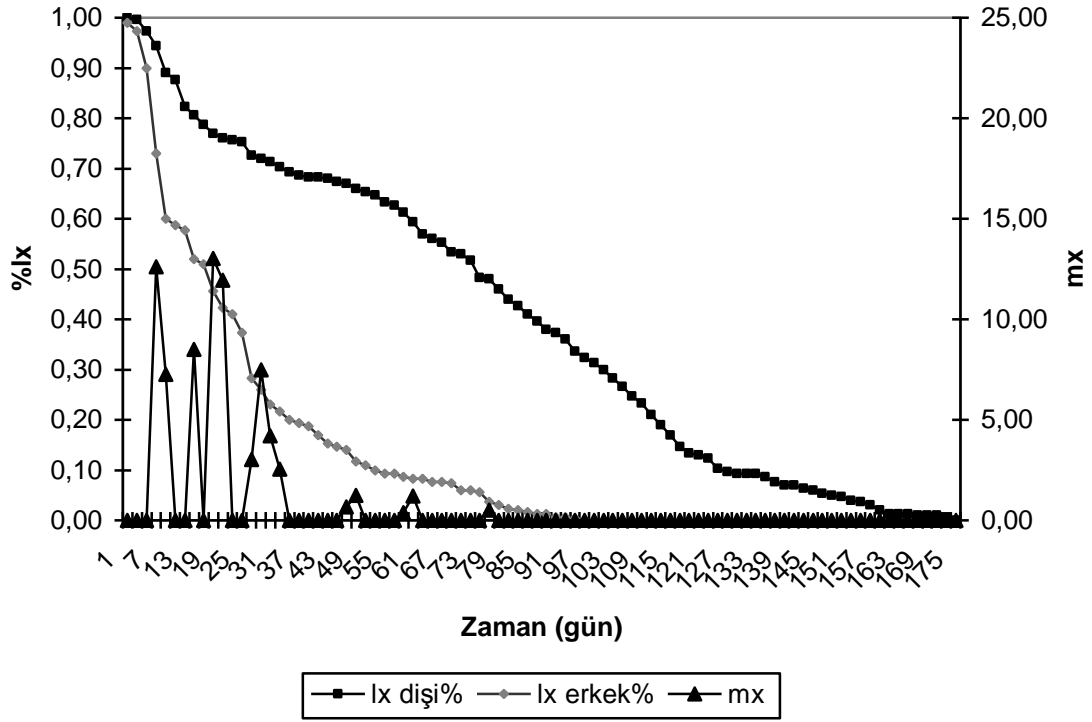
4.1.4. 20 °C Sıcaklık Koşulu İçin İkinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları

20 °C'de yetiştirilen ikinci kuşak dişiler toplam 9506 yumurta bırakmış ve bu yumurtaların %51,53'ü açılmıştır. 20 °C sıcaklık koşulunda gerçekleşen en yüksek görelî ölüm oranı %48,5 ile birinci kuşakta de olduğu gibi yumurta evresinde görülmüştür (**Çizelge 4.7.**). Bu kuşakta yumurtadan ergine ortalama gelişim süresi $41,00 \pm 7,50$ gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.7. 20 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

Evre	Lx	dx	%görelî ölüm	%gerçek ölüm	ölüm/canlılık
Yumurta	9506	4608	48,5	48,5	0,94
Larva	4898	1293	26,4	13,6	0,36
Pupa	3605	254	7,1	2,7	0,08
Ergin	3351				

20 °C'de yetiştirilen larvalardan oluşturulan ikinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait 100 dişi ve 100 erkek için hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.4.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler en çok 174 gün, erkek bireyler ise 94 gün hayatta kalabilmişlerdir. Dişilerin ortalama yaşam uzunluğu $51,71 \pm 39,27$ gün, erkeklerin ise $23,45 \pm 22,45$ gün olarak bulunmuştur. Dişilerde, önce 3-27. günler arasında yüksek ölüm oranı görülmüş, daha sonra ölüm oranı giderek düşmüş; kafesteki populasyonun oldukça azaldığı son dönemde ise yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranı tespit edilmiştir. Erkek bireylerde 3. günden itibaren yüksek ölüm oranının olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. 20 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.

Çizelge 4.8. 20 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

X(gün)	lx	%lx	dx	%qx	mx (hip)	mx (göz)	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
0-41 yumurta + larva + pupa süresi (gün)													
43	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	34,8	34,90	1,1	0,81
45	100	1,00	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,99	33,8	34,36	1,4	0,65
47	97	0,97	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,96	32,9	34,27	1,7	0,51
49	94	0,94	5	0,05	12,33	12,60	11,88	587,9	0,92	31,9	34,77	2,2	0,39
51	89	0,89	1	0,01	7,08	7,25	6,49	333,4	0,88	31,0	35,01	2,9	0,31
53	88	0,88	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,85	30,1	35,32	3,6	0,24
55	82	0,82	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,82	29,2	35,78	4,8	0,19
57	81	0,81	2	0,02	8,62	8,50	6,72	379,0	0,80	28,4	35,56	6,0	0,15
59	79	0,79	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,78	27,6	35,40	7,7	0,12
61	77	0,77	1	0,01	12,81	13,02	10,20	626,1	0,77	26,9	35,02	9,7	0,09
63	76	0,76	0	0,00	11,75	11,95	9,02	569,7	0,76	26,1	34,32	12,1	0,07
65	76	0,76	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,76	25,3	33,46	15,0	0,06
67	75	0,75	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,74	24,6	33,11	18,6	0,05
69	73	0,73	1	0,01	3,01	3,01	2,25	156,1	0,72	23,8	32,84	23,8	0,04
71	72	0,72	1	0,01	7,58	7,50	5,34	376,4	0,72	23,1	32,13	29,6	0,03
73	71	0,71	1	0,01	4,21	4,22	2,94	213,2	0,71	22,4	31,49	36,9	0,02
75	70	0,70	1	0,01	2,45	2,55	1,73	129,9	0,70	21,7	30,95	46,2	0,02
77	69	0,69	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,69	21,0	30,33	57,8	0,02
79	69	0,69	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,69	20,3	29,55	72,1	0,01
81	68	0,68	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,68	19,6	28,61	89,4	0,01
83	68	0,68	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,68	18,9	27,66	110,4	0,01
85	68	0,68	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,68	18,3	26,85	137,0	0,00
87	67	0,67	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,67	17,6	26,02	170,9	0,00
89	67	0,67	1	0,01	0,65	0,68	0,44	39,3	0,67	16,9	25,27	212,1	0,00
91	66	0,66	1	0,01	1,16	1,23	0,86	80,0	0,66	16,2	24,59	265,6	0,00
93	65	0,65	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,65	15,6	23,83	331,1	0,00
95	65	0,65	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,64	14,9	23,15	413,3	0,00
97	63	0,63	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,63	14,3	22,48	521,8	0,00
99	63	0,63	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,62	13,7	21,81	652,3	0,00
101	61	0,61	2	0,02	0,39	0,37	0,19	19,0	0,60	13,0	21,39	827,3	0,00
103	59	0,59	2	0,02	1,28	1,21	0,59	59,7	0,58	12,4	21,17	1060,4	0,00
105	57	0,57	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,57	11,9	20,79	1366,7	0,00
107	56	0,56	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,56	11,3	20,10	1718,0	0,00
109	55	0,55	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,54	10,7	19,59	2150,5	0,00
111	53	0,53	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,53	10,2	19,04	2758,9	0,00
113	53	0,53	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,52	9,7	18,31	3424,3	0,00
115	52	0,52	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,50	9,1	18,06	4334,2	0,00
117	48	0,48	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,48	8,6	17,69	5683,9	0,00
119	48	0,48	2	0,02	0,54	0,51	0,20	23,2	0,47	8,2	17,11	7084,6	0,00
121	46	0,46	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,45	7,7	16,79	9192,1	0,00
.
197	4	0,04	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,1	4,31	344318871,2	0,00
199	3	0,03	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,1	4,70	570936942,6	0,00
201	2	0,02	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,1	5,59	490461604,8	0,00
203	1	0,01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,1	5,50	391101778,7	0,00
205	1	0,01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,1	4,50	482889836,6	0,00
207	1	0,01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	3,78	596219723,3	0,00
209	1	0,01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	3,17	0,0	0,00
211	1	0,01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	2,17	0,0	0,00
213	1	0,01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	1,33	0,0	0,00
215	1	0,01	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,67	0,0	0,00
217	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
0-41 yumurta + larva + pupa süresi (gün)							
43	99	0,99	2	0,02	0,98	11,1	11,28
45	97	0,97	7	0,07	0,94	10,1	10,78
47	90	0,90	17	0,17	0,82	9,2	11,24
49	73	0,73	13	0,13	0,67	8,3	12,53
51	60	0,60	1	0,01	0,59	7,7	13,02
53	59	0,59	1	0,01	0,58	7,1	12,26
55	58	0,58	6	0,06	0,55	6,5	11,91
57	52	0,52	1	0,01	0,52	6,0	11,58
59	51	0,51	5	0,05	0,48	5,4	11,32
61	46	0,46	3	0,03	0,44	5,0	11,44
63	42	0,42	1	0,01	0,42	4,5	11,08
65	41	0,41	4	0,04	0,39	4,1	10,67
67	37	0,37	9	0,09	0,33	3,7	11,30
69	28	0,28	2	0,02	0,27	3,4	12,37
71	26	0,26	3	0,03	0,25	3,1	12,60
73	23	0,23	1	0,01	0,22	2,9	12,74
75	22	0,22	2	0,02	0,21	2,6	12,70
77	20	0,20	1	0,01	0,20	2,4	12,54
79	19	0,19	1	0,01	0,19	2,2	11,93
81	19	0,19	2	0,02	0,18	2,0	11,66
83	17	0,17	2	0,02	0,16	1,9	12,08
85	15	0,15	1	0,01	0,15	1,7	12,25
87	15	0,15	1	0,01	0,14	1,6	11,63
89	14	0,14	2	0,02	0,13	1,4	11,55
91	12	0,12	1	0,01	0,11	1,3	11,95
93	11	0,11	1	0,01	0,11	1,2	11,73
95	10	0,10	1	0,01	0,10	1,1	11,36
97	9	0,09	0	0,00	0,09	1,0	10,70
99	9	0,09	1	0,01	0,09	0,9	10,05
101	9	0,09	0	0,00	0,09	0,8	9,51
103	8	0,08	0	0,00	0,08	0,7	8,61
.
123	2	0,02	0	0,00	0,02	0,1	5,15
125	2	0,02	0	0,00	0,02	0,1	4,38
127	2	0,02	0	0,00	0,02	0,1	3,67
131	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	2,83
133	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	2,17
135	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	1,33
137	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	0,83
138	0	0,00	1	0,01	0,00	0,0	0,33
139	0	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,00

R₀	58,86
T_c	61,024
rm	0,133
λ	1,142
b	0,287
d	0,154
rm/b	0,465
b/d	1,870
dişi ex	17,74
erkek ex	8,99

Çizelge 4.8.'de dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri gösterilmektedir. Dişiler ilk yumurtaları 7. gün bırakmışlardır. m_x , en yüksek değerini 77. günde almıştır. En son yumurta 119. gün bırakılmıştır. Bu sıcaklıkta alınan yumurtalardan larva çıkışı, birinci kuşakta da olduğu gibi 3 gün sonra gerçekleşmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 3.869.109.425,5 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 206-207 (gün) yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 74,59 olarak bulunmuştur.

Ortalama beklenen yaşam uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 8,99 gün, dişilerde de 17,74 gün olarak hesaplanmıştır. Gözlenen m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 58,86, ortalama döl süresi (T_c) 61,024 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,133 bulunmuş; buna göre 20 °C sıcaklık koşulunda gün başına her bir ikinci kuşak takım dişisi için 0,133 dişi döl üretmektedir. Artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,142 olarak bulunmuştur. Buna göre 20 °C sıcaklık koşulunda her bir ikinci kuşak takım dişisi için 1,142 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.

4.1.5. 23 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları

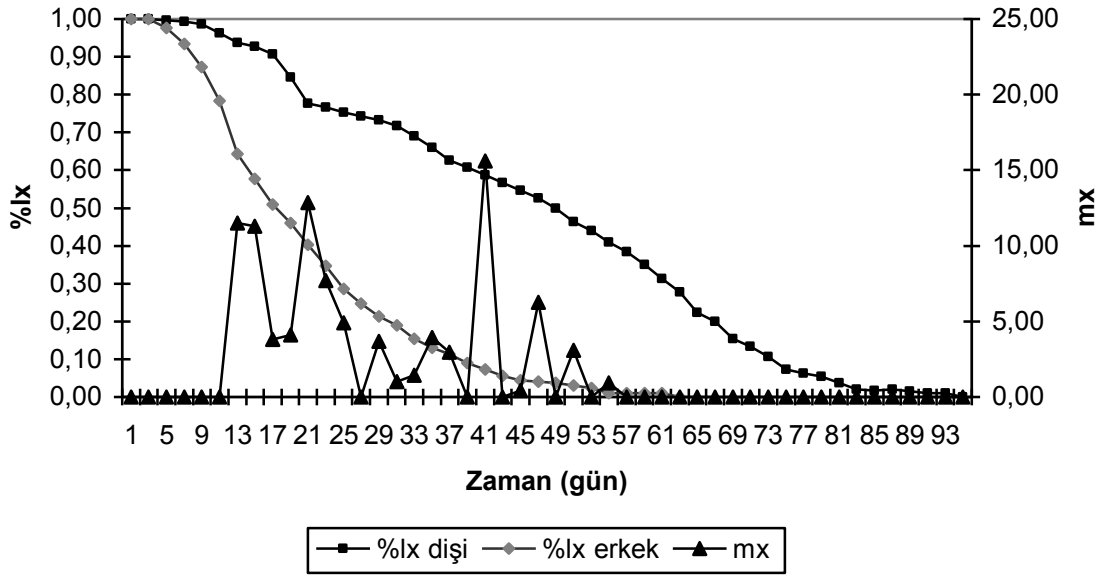
23 °C'de yetiştirilen birinci kuşak dişiler toplam 14401 yumurta bırakmış ve bu yumurtaların %65,46'si açılmıştır. 23 °C sıcaklık koşulunda gerçekleşen en yüksek görelî ölüm oranı %34,54 ile yumurta evresinde görülmüştür (**Çizelge 4.9**). Bu kuşakta yumurtadan ergine ortalama gelişim süresi $23,92 \pm 2,90$ gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. 23 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.

Evre	l_x	d_x	%görelî ölüm	%gerçek ölüm	ölüm/canlılık
Yumurta	14401	4974	34,54	34,54	0,53
Larva	9427	2177	23,09	15,12	0,30
Pupa	7250	376	5,19	2,61	0,05
Ergin	6874				

23 °C'de yetiştirilen larvalardan oluşturulan birinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait 100 dişi ve 100 erkek için hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.5.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler en çok 95 gün, erkek bireyler ise 63 gün

hayatta kalabilmişlerdir. Dişilerin ortalama yaşam uzunluğu $34,83 \pm 24,96$ gün, erkeklerin ise $29,86 \pm 22,74$ gün olarak bulunmuştur. Dişilerde, önce ilk yumurtaların alındığı 7. - 21. günler arasında yüksek ölüm oranı görülmüş, daha sonra yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranı tespit edilmiştir. Son iki dişi birey, dişi ömür uzunluğunun on gün uzamasına neden olmuşlardır. Erkek bireylerde 3. günden itibaren yüksek ölüm oranı görülmüştür.



Şekil 4.5. 23 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.

Çizelge 4.10.'da dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri gösterilmektedir. Dişiler ilk yumurtaları 13. gün bırakmışlardır. m_x , en yüksek değerini 70. günde almıştır. En son yumurta 84. gün bırakılmıştır (76 yumurta). Bu sıcaklıkta alınan yumurtalardan larva çıkışı 2 gün sonra gerçekleşmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 137.853.649,9 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 113 -114 (gün) yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 95,5 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.10. 23 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

X(gün)	lx	%lx	dx	%qx	mx (hip)	mx (göz)	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
0-24 yumurta + larva + pupa süresi (gün)													
26	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	22,6	22,61	1,2	0,73
28	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	21,6	21,65	1,6	0,53
30	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	20,6	20,72	2,2	0,39
32	99	0,99	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,99	19,6	19,82	3,1	0,28
34	99	0,99	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,98	18,6	19,11	4,2	0,20
36	96	0,96	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,95	17,7	18,59	5,9	0,14
38	94	0,94	1	0,01	11,15	11,53	10,85	412,4	0,93	16,7	17,95	8,4	0,10
40	93	0,93	2	0,02	10,88	11,30	10,35	414,1	0,92	15,8	17,24	11,7	0,07
42	91	0,91	6	0,06	3,68	3,80	3,45	144,8	0,88	14,9	16,99	16,4	0,05
44	85	0,85	7	0,07	3,96	4,09	3,49	153,4	0,81	14,0	17,29	24,1	0,03
46	78	0,78	1	0,01	12,44	12,85	10,12	465,7	0,77	13,2	17,14	36,1	0,02
48	77	0,77	1	0,01	7,41	7,70	5,82	279,5	0,76	12,4	16,37	50,2	0,02
50	75	0,75	1	0,01	4,76	4,91	3,77	188,7	0,75	11,6	15,60	70,2	0,01
52	74	0,74	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,74	10,9	14,80	98,1	0,01
54	73	0,73	2	0,02	3,57	3,70	2,72	146,9	0,73	10,1	14,05	136,7	0,01
56	72	0,72	3	0,03	0,99	1,02	0,74	41,6	0,70	9,4	13,43	192,6	0,00
58	69	0,69	3	0,03	1,40	1,44	1,01	58,7	0,68	8,7	12,94	275,4	0,00
60	66	0,66	3	0,03	3,79	3,92	2,61	156,5	0,64	8,0	12,52	398,2	0,00
62	63	0,63	2	0,02	2,92	2,97	1,84	114,1	0,62	7,4	12,00	576,6	0,00
64	61	0,61	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,60	6,8	11,37	822,0	0,00
66	59	0,59	2	0,02	15,01	15,61	9,29	613,4	0,58	6,2	10,74	1173,3	0,00
68	57	0,57	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,56	5,6	10,11	1678,3	0,00
70	55	0,55	2	0,02	0,41	0,43	0,22	15,5	0,54	5,1	9,50	2431,4	0,00
72	53	0,53	3	0,03	6,10	6,28	3,14	225,8	0,51	4,5	8,91	3495,5	0,00
74	50	0,50	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,48	4,0	8,39	5066,7	0,00
76	46	0,46	2	0,02	3,04	3,11	1,35	102,3	0,45	3,5	7,83	7373,4	0,00
78	44	0,44	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,43	3,1	7,25	10588,7	0,00
80	41	0,41	3	0,03	0,92	0,93	0,37	29,8	0,40	2,6	6,68	15563,5	0,00
82	38	0,38	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,37	2,2	6,14	22881,8	0,00
84	35	0,35	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,33	1,9	5,68	34614,1	0,00
86	31	0,31	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,30	1,6	5,26	53359,3	0,00
88	28	0,28	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,25	1,3	5,02	83109,0	0,00
90	22	0,22	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,21	1,0	4,75	145036,7	0,00
92	20	0,20	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,18	0,8	4,49	222177,0	0,00
94	15	0,15	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,14	0,6	4,31	403909,5	0,00
96	13	0,13	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,12	0,5	3,99	630999,7	0,00
98	11	0,11	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,09	0,4	4,08	1077371,6	0,00
100	7	0,07	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,07	0,3	4,01	2272931,7	0,00
102	6	0,06	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,06	0,2	3,36	3489967,3	0,00
104	5	0,05	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,05	0,1	2,81	5648593,0	0,00
106	4	0,04	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,1	2,83	4704806,9	0,00
108	2	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,1	2,83	12949397,7	0,00
110	2	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,0	2,00	0,0	0,00
112	2	0,02	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,0	2,58	50213904,8	0,00
114	2	0,02	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	2,25	55850484,1	0,00
116	1	0,01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	1,50	0,0	0,00
118	1	0,01	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	1,00	0,0	0,00
120	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

X	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
0-24 yumurta + larva + pupa süresi (gün)							
26	100	1,00	0	0,00	1,00	9,8	9,76
28	100	1,00	2	0,02	0,99	8,8	8,86
30	98	0,98	4	0,04	0,96	7,8	8,14
32	93	0,93	6	0,06	0,90	6,8	7,55
34	87	0,87	9	0,09	0,83	5,9	7,15
36	78	0,78	14	0,14	0,71	5,1	7,14
38	64	0,64	7	0,07	0,61	4,4	7,18
40	58	0,58	7	0,07	0,54	3,8	6,89
42	51	0,51	5	0,05	0,49	3,2	6,57
44	46	0,46	6	0,06	0,43	2,7	6,24
46	40	0,40	6	0,06	0,38	2,3	6,03
48	35	0,35	6	0,06	0,32	1,9	6,01
50	29	0,29	4	0,04	0,27	1,6	6,10
52	25	0,25	3	0,03	0,23	1,3	5,91
54	21	0,21	2	0,02	0,20	1,1	5,59
56	19	0,19	4	0,04	0,17	0,9	5,36
58	15	0,15	2	0,02	0,14	0,7	5,19
60	13	0,13	2	0,02	0,12	0,6	4,82
62	11	0,11	2	0,02	0,10	0,5	4,61
64	9	0,09	2	0,02	0,08	0,4	4,65
66	7	0,07	2	0,02	0,07	0,3	4,71
68	6	0,06	1	0,01	0,05	0,2	4,59
70	4	0,04	0	0,00	0,04	0,2	4,24
72	4	0,04	0	0,00	0,04	0,1	3,64
74	4	0,04	1	0,01	0,03	0,1	2,90
76	3	0,03	1	0,01	0,03	0,1	2,18
78	2	0,02	1	0,01	0,02	0,0	1,75
80	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	1,17
82	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	1,00
84	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	1,50
86	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	1,00
88	0	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,00

R ₀	50,22
Tc	49,638
rm	0,170
λ	1,185
b	0,347
d	0,177
rm/b	0,491
b/d	1,964
dişi ex	6,94
erkek ex	4,61

Ortalama beklenen yaşam uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 4,61 gün, dişilerde de 6,94 gün olarak hesaplanmıştır. Gözlenen m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 50,22, ortalama döl süresi (T_c) 49,638 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,170 bulunmuştur, buna göre 23 °C sıcaklık koşulunda gün başına her bir birinci kuşak takım dişi için 0,170 dişi döl üretmektedir. Artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,185 olarak bulunmuştur. Buna göre 20 °C sıcaklık koşulunda her bir ikinci kuşak takım dişi için 1,185 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.

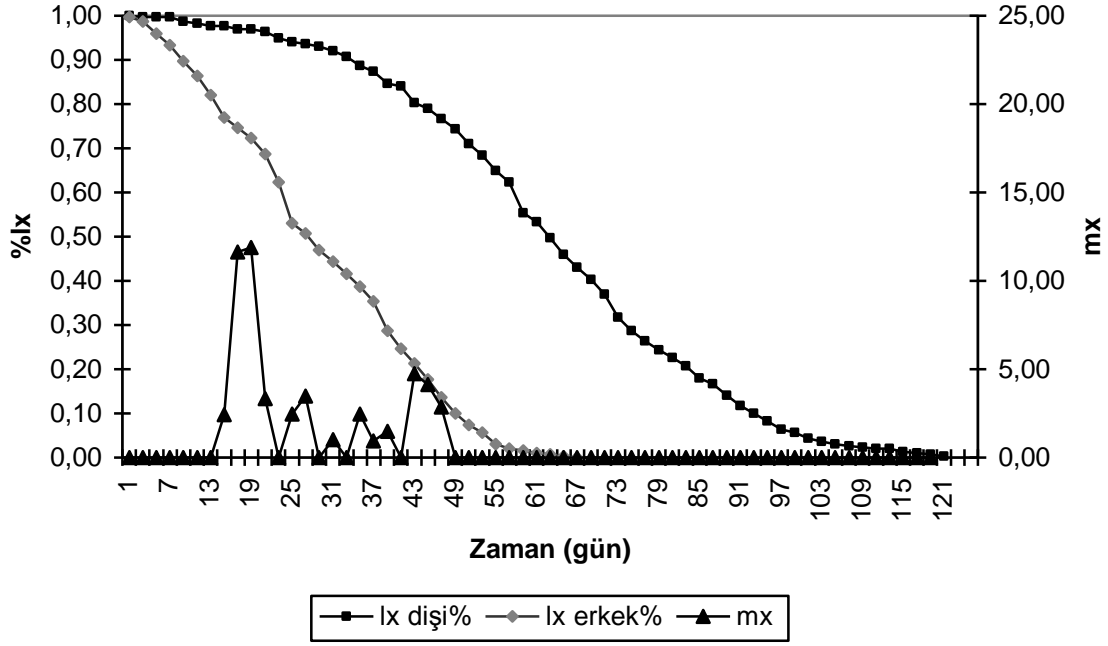
4.1.6. 23 °C Sıcaklık Koşulu İçin İkinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları

23 °C'de yetiştirilen ikinci kuşak dişiler toplam 7273 yumurta bırakmış ve bu yumurtaların %65,84'ü açılmıştır. 23 °C sıcaklık koşulunda gerçekleşen en yüksek görelî ölüm oranı %35,6 ile larva evresinde görülmüştür. Birinci kuşak larvalarında %23,09 olarak hesaplanan görelî ölümün, ikinci kuşakta arttığı saptanmıştır. (**Çizelge 4.11.**) Bu kuşakta yumurtadan ergine ortalama gelişim süresi 35,16±6,06 gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.11. 23 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.

Evre	lx	dx	%görelî ölüm	%gerçek ölüm	ölüm/canlılık
Yumurta	7273	2485	34,2	34,2	0,52
Larva	4789	1707	35,6	23,5	0,55
Pupa	3082	196	6,4	2,7	0,07
Ergin	2886				

23 °C'de yetiştirilen larvalardan oluşturulan ikinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.6.**'da gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler en çok 121 gün, erkek bireyler ise 65 gün hayatta kalabilmişlerdir. Dişilerin ortalama yaşam uzunluğu 37,88±26,67 gün, erkeklerin ise 36,11±25,08 gün olarak bulunmuştur. Dişilerde, önce yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranı görülmüş, 57. günden itibaren ise ölüm oranı yükselmiştir. Erkek bireylerde ilk günden itibaren yüksek ölüm oranı görülmüştür. Özellikle 23 - 25. ve 37 - 39. günler arasında bu oranın daha da yükseldiği gözlenmiştir.



Şekil 4.6. 23 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.

Çizelge 4.12.'de dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri gösterilmektedir. Dişiler ilk yumurtaları ikinci kuşakta da 13. gün bırakmışlardır. m_x , en yüksek değerini 65. günde almıştır. En son yumurta 77. gün bırakılmıştır. Bu sıcaklıkta alınan yumurtalardan larva çıkışı da ikinci kuşakta olduğu gibi 2 gün sonra gerçekleşmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 41658540,0 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 150 -151 (gün) yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 39,76 olarak bulunmuştur.

Ortalama beklenen yaşam uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 6,56 gün, dişilerde de 12,66 gün olarak hesaplanmıştır. Gözlenen m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 48,18, ortalama döl süresi (T_c) 64,299 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,109 bulunmuştur, buna göre 23 °C sıcaklık koşulunda gün başına her bir birinci kuşak takım dişisi için 0,109 dişi döl üretmektedir. Artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,114 olarak bulunmuştur. Buna göre 20°C sıcaklık koşulunda her bir ikinci kuşak takım dişisi için 1,114 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.12. 23 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	mx (hip)	mx (göz)	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
0-35 yumurta + larva + pupa süresi (gün)													
37	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	31,1	31,10	1,1	0,80
39	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	30,1	30,15	1,4	0,65
41	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	29,1	29,15	1,7	0,52
43	100	1,00	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,99	28,1	28,29	2,1	0,42
45	99	0,99	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,99	27,1	27,47	2,7	0,33
47	98	0,98	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,98	26,1	26,59	3,4	0,27
49	98	0,98	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,98	25,1	25,68	4,2	0,22
51	98	0,98	1	0,01	2,09	0,00	0,00	0,0	0,97	24,1	24,77	5,3	0,17
53	97	0,97	0	0,00	11,45	6,91	6,84	362,8	0,97	23,2	23,85	6,6	0,14
55	97	0,97	1	0,01	13,04	5,91	5,77	317,2	0,97	22,2	22,93	8,2	0,11
57	96	0,96	1	0,01	3,69	3,32	3,16	183,2	0,96	21,2	22,15	10,3	0,09
59	95	0,95	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,95	20,3	21,41	13,0	0,07
61	94	0,94	0	0,00	2,13	2,47	2,37	144,5	0,94	19,3	20,56	16,5	0,06
63	94	0,94	1	0,01	3,95	3,49	3,23	205,3	0,93	18,4	19,66	20,6	0,05
65	93	0,93	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,93	17,4	18,84	25,9	0,04
67	92	0,92	1	0,01	0,97	1,02	0,94	63,2	0,91	16,5	18,09	32,8	0,03
69	91	0,91	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,90	15,6	17,40	41,7	0,02
71	89	0,89	1	0,01	2,24	2,47	2,23	158,8	0,88	14,7	16,71	53,1	0,02
73	87	0,87	3	0,03	0,81	0,94	0,83	60,4	0,86	13,8	16,06	67,8	0,01
75	85	0,85	1	0,01	1,33	1,49	1,29	96,8	0,84	13,0	15,32	87,1	0,01
77	84	0,84	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,82	12,1	14,68	109,8	0,01
79	80	0,80	1	0,01	5,53	4,76	3,62	285,7	0,80	11,3	14,10	143,0	0,01
81	79	0,79	2	0,02	4,80	4,13	3,14	254,1	0,78	10,5	13,41	181,7	0,01
83	77	0,77	2	0,02	3,31	2,85	2,08	172,5	0,76	9,7	12,79	233,5	0,00
85	74	0,74	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,73	9,0	12,24	300,2	0,00
87	71	0,71	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,70	8,2	11,73	396,2	0,00
89	68	0,68	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,67	7,5	11,20	516,4	0,00
91	65	0,65	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,64	6,9	10,66	676,9	0,00
93	62	0,62	7	0,07	0,00	0,00	0,00	0,0	0,59	6,2	10,41	886,7	0,00
95	55	0,55	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,54	5,7	10,16	1247,5	0,00
97	53	0,53	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,52	5,1	9,67	1624,1	0,00
99	50	0,50	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,48	4,6	9,33	2200,8	0,00
101	46	0,46	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,45	4,1	8,97	2971,3	0,00
103	43	0,43	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,42	3,7	8,55	3978,1	0,00
105	40	0,40	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,39	3,3	8,18	5449,6	0,00
107	37	0,37	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,34	2,9	8,29	7517,7	0,00
109	32	0,32	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,30	2,5	8,65	11911,6	0,00
111	29	0,29	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,28	2,2	8,57	15749,5	0,00
113	26	0,26	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,25	2,0	8,76	23181,4	0,00
115	24	0,24	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,24	1,7	8,32	31599,7	0,00
117	23	0,23	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,22	1,5	7,90	40957,1	0,00
119	21	0,21	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,19	1,2	7,62	56108,9	0,00
121	18	0,18	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,17	1,1	7,08	76120,2	0,00
123	17	0,17	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,15	0,9	6,74	100029,1	0,00
125	14	0,14	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,13	0,7	6,64	148584,5	0,00
127	12	0,12	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,11	0,6	6,57	211697,3	0,00
129	10	0,10	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,09	0,5	6,34	311013,1	0,00
131	8	0,08	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,07	0,4	6,37	458993,9	0,00
133	6	0,06	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,06	0,3	6,35	750111,7	0,00
135	6	0,06	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,05	0,3	5,86	1064327,9	0,00
137	4	0,04	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,04	0,2	5,74	1835458,3	0,00
139	4	0,04	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,2	5,46	2805714,1	0,00
141	3	0,03	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,1	4,88	5226336,0	0,00
143	3	0,03	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,1	4,31	9314302,7	0,00
145	2	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,1	3,78	12045537,8	0,00
147	2	0,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,1	3,06	2117374,9	0,00
149	2	0,02	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,02	0,0	2,43	2593701,8	0,00
151	1	0,01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	2,00	2390889,6	0,00
153	1	0,01	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	1,17	0,0	0,00
155	1	0,01	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	0,67	0,0	0,00
157	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,50	0,0	0,00

x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
0-35 yumurta + larva + pupa süresi (gün)							
37	100	1,00	1	0,01	0,99	14,0	14,10
39	99	0,99	3	0,03	0,97	13,0	13,34
41	96	0,96	3	0,03	0,95	12,0	12,68
43	93	0,93	4	0,04	0,92	11,1	12,09
45	90	0,90	3	0,03	0,88	10,2	11,53
47	86	0,86	4	0,04	0,84	9,3	11,01
49	82	0,82	5	0,05	0,80	8,4	10,60
51	77	0,77	2	0,02	0,76	7,6	10,11
53	75	0,75	2	0,02	0,74	6,9	9,43
55	72	0,72	4	0,04	0,71	6,2	8,79
57	69	0,69	6	0,06	0,66	5,5	8,38
59	62	0,62	9	0,09	0,58	4,8	8,32
61	53	0,53	2	0,02	0,52	4,2	8,16
63	51	0,51	4	0,04	0,49	3,7	7,58
65	47	0,47	3	0,03	0,46	3,2	7,03
67	44	0,44	3	0,03	0,43	2,8	6,42
69	42	0,42	3	0,03	0,40	2,3	5,84
71	39	0,39	3	0,03	0,37	1,9	5,30
73	35	0,35	7	0,07	0,32	1,6	4,99
75	29	0,29	4	0,04	0,27	1,2	4,77
77	25	0,25	3	0,03	0,23	1,0	4,27
79	21	0,21	4	0,04	0,20	0,7	3,79
81	18	0,18	4	0,04	0,16	0,5	3,45
83	14	0,14	4	0,04	0,12	0,4	3,22
85	10	0,10	3	0,03	0,09	0,3	3,03
87	7	0,07	2	0,02	0,07	0,2	2,73
89	6	0,06	3	0,03	0,04	0,1	2,50
91	3	0,03	1	0,01	0,03	0,1	2,56
93	2	0,02	0	0,00	0,02	0,0	2,22
95	2	0,02	1	0,01	0,01	0,0	1,42
97	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	1,17
99	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	0,83
101	0	0,00	1	0,01	0,00	0,0	0,33
103	0	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,00

R ₀	48,1761
Tc	64,299
rm	0,109
λ	1,114
b	0,220
d	0,112
rm/b	0,492
b/d	1,967
dişi ex	12,66
erkek ex	6,56

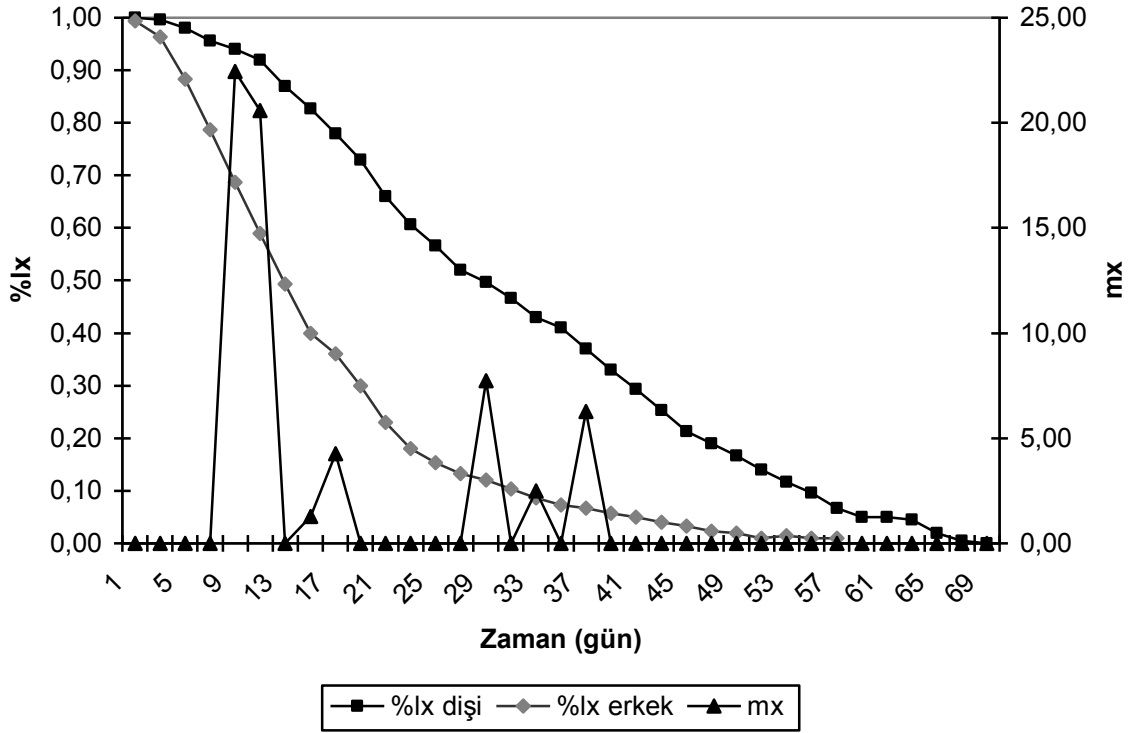
4.1.7. 27 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları

27 °C'de yetiştirilen birinci kuşak dişiler toplam 10108 yumurta bırakmış ve bu yumurtaların %47,06'sı açılmıştır. 27 °C sıcaklık koşulunda gerçekleşen en yüksek görelî ölüm oranı %52,9 ile yumurta evresinde görülmüştür (**Çizelge 4.13.**). Bu kuşakta yumurtadan ergine ortalama gelişim süresi $21,02 \pm 2,37$ gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.13. 27 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.

Evre	lx	dx	%görelî ölüm	%gerçek ölüm	ölüm/canlılık
Yumurta	10108	5351	52,9	52,9	1,13
Larva	4756	1618	34,0	16,0	0,52
Pupa	3138	203	6,5	2,0	0,07
Ergin	2935				

27 °C'de yetiştirilen larvalardan oluşturulan birinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.7.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler en çok 69 gün, erkek bireyler ise 59 gün hayatta kalabilmişlerdir. Dişilerin ortalama yaşam uzunluğu $35,26 \pm 23,96$ gün, erkeklerin ise $32,45 \pm 23,69$ gün olarak bulunmuştur. Dişilerde, mx'in en yüksek değerini aldığı 9. günden itibaren artan, sabit bir ölüm oranı görülmüştür. Erkek bireylerde de ilk günden itibaren yüksek ölüm oranı görülmüştür.



Şekil 4.7. 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.

Çizelge 4.14.'de dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri gösterilmektedir. Dişiler ilk yumurtaları 9. gün bırakmışlardır. m_x , en yüksek değerini 35. günde almıştır. En son yumurta 63. gün bırakılmıştır. Bu sıcaklıkta alınan yumurtalardan larva çıkışı bir gün sonra gerçekleşmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 19.536.023,0 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 86-87 (gün) yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 65,09 olarak bulunmuştur.

Ortalama beklenen yaşam uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 4,61 gün, dişilerde de 6,94 gün olarak hesaplanmıştır. Gözlenen m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 50,22, ortalama döl süresi (T_c) 34,687 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,220 bulunmuştur. Buna göre 27 °C sıcaklık koşulunda gün başına her bir birinci kuşak takım dişisi için 0,220 dişi döl üretmektedir. Artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,245 olarak bulunmuştur. Buna göre 20 °C sıcaklık koşulunda her bir ikinci kuşak takım dişisi için 1,245 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.14. 27 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	mx (hip)	mx (göz)	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
0-21 yumurta + larva + pupa süresi (gün)													
23	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	15,0	15,06	1,2	0,67
25	100	1,00	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,99	14,0	14,22	1,8	0,45
27	98	0,98	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,97	13,0	13,51	2,8	0,30
29	96	0,96	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,95	12,1	12,75	4,4	0,20
31	94	0,94	2	0,02	22,60	22,43	21,08	654,0	0,93	11,1	11,94	6,8	0,14
33	92	0,92	5	0,05	20,48	20,59	18,84	623,4	0,90	10,2	11,33	10,7	0,09
35	87	0,87	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,85	9,3	10,85	17,6	0,06
37	83	0,83	5	0,05	1,37	1,29	1,14	42,0	0,80	8,5	10,36	29,3	0,04
39	78	0,78	5	0,05	4,31	4,26	3,25	125,8	0,76	7,6	9,89	49,6	0,03
41	73	0,73	7	0,07	0,00	0,00	0,00	0,0	0,70	6,9	9,60	84,3	0,02
43	66	0,66	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,63	6,2	9,40	150,2	0,01
45	61	0,61	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,59	5,6	9,04	273,0	0,01
47	57	0,57	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,54	5,0	8,67	472,9	0,01
49	52	0,52	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,51	4,4	8,20	866,9	0,00
51	50	0,50	3	0,03	7,99	7,73	3,40	171,5	0,48	3,9	7,62	1470,3	0,00
53	47	0,47	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,45	3,4	7,14	2641,1	0,00
55	43	0,43	2	0,02	2,46	2,51	0,76	41,6	0,42	3,0	6,58	4714,9	0,00
57	41	0,41	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,39	2,6	6,05	8133,3	0,00
59	37	0,37	4	0,04	6,67	6,27	1,76	101,9	0,35	2,2	5,70	15499,1	0,00
61	33	0,33	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,31	1,8	5,32	29400,3	0,00
63	29	0,29	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,27	1,5	4,94	52097,6	0,00
65	25	0,25	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,23	1,3	4,72	96087,4	0,00
67	21	0,21	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,20	1,0	4,57	223310,7	0,00
69	19	0,19	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,18	0,8	4,13	454966,1	0,00
71	17	0,17	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,15	0,6	3,69	787402,5	0,00
73	14	0,14	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,13	0,5	3,33	1558022,1	0,00
75	12	0,12	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,11	0,4	2,87	3087655,1	0,00
77	10	0,10	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,08	0,2	2,45	3696678,2	0,00
79	7	0,07	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,06	0,2	2,12	9025606,8	0,00
81	5	0,05	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,04	0,1	1,60	0,0	0,00
83	6	0,06	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,05	0,1	2,19	55495,7	0,00
85	5	0,05	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,0	1,48	94146,0	0,00
87	2	0,02	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	1,13	340724,3	0,00
89	1	0,01	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,50	0,0	0,00
91	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
0-21 yumurta + larva + pupa süresi (gün)							
23	99	0,99	3	0,03	0,98	7,4	7,51
25	96	0,96	8	0,08	0,92	6,4	6,89
27	88	0,88	10	0,10	0,84	5,5	6,46
29	79	0,79	10	0,10	0,74	4,6	6,17
31	69	0,69	10	0,10	0,64	3,9	6,01
33	59	0,59	10	0,10	0,54	3,2	5,92
35	49	0,49	9	0,09	0,45	2,7	5,93
37	40	0,40	4	0,04	0,38	2,3	5,78
39	36	0,36	6	0,06	0,33	1,9	5,58
41	30	0,30	7	0,07	0,27	1,6	5,92
43	23	0,23	5	0,05	0,21	1,3	6,64
45	18	0,18	3	0,03	0,17	1,1	6,86
47	15	0,15	2	0,02	0,14	0,9	6,65
49	13	0,13	1	0,01	0,13	0,8	6,24
51	12	0,12	2	0,02	0,11	0,6	5,81
53	10	0,10	2	0,02	0,10	0,5	5,53
55	9	0,09	1	0,01	0,08	0,4	5,26
57	7	0,07	1	0,01	0,07	0,4	4,88
59	7	0,07	1	0,01	0,06	0,3	4,44
61	6	0,06	1	0,01	0,05	0,2	3,99
63	5	0,05	1	0,01	0,05	0,2	3,55
65	4	0,04	1	0,01	0,04	0,1	3,22
67	3	0,03	1	0,01	0,03	0,1	2,94
69	2	0,02	0	0,00	0,02	0,1	2,48
71	2	0,02	1	0,01	0,02	0,0	2,13
73	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	1,50
75	2	0,02	1	0,01	0,01	0,0	1,50
77	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	0,67
79	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	0,00

R ₀	50,22
T _c	34,687
rm	0,220
λ	1,245
b	0,452
d	0,232
rm/b	0,486
b/d	1,946
dişi ex	6,94
erkek ex	4,61

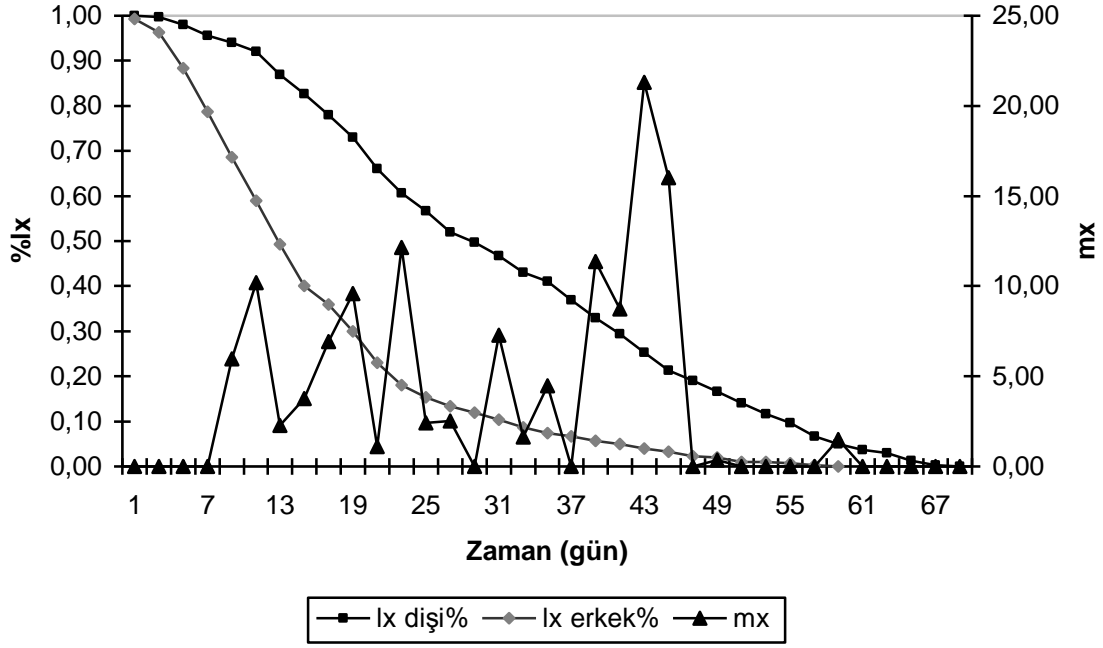
4.1.8. 27 °C Sıcaklık Koşulu İçin İkinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları

27 °C'de yetiştirilen ikinci kuşak dişiler toplam 11697 yumurta bırakmış ve bu yumurtaların %55,45'i açılmıştır. 27 °C sıcaklık koşulunda gerçekleşen en yüksek görelî ölüm oranı birinci kuşakta da olduğu gibi %44,5 ile yumurta evresinde görülmüştür. Larva ve pupa evrelerinde saptanan görelî ölümler sırasıyla %14,2 ve %15,8 ile birbirlerine yakın oranlar göstermişlerdir (**Çizelge 4.15.**). Bu kuşakta yumurtadan ergine ortalama gelişim süresi $22,66 \pm 3,16$ gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.15. 27 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.

Evre	lx	dx	%görelî ölüm	%gerçek ölüm	ölüm/canlılık
Yumurta	11697	5211	44,5	44,5	0,80
Larva	6486	923	14,2	7,9	0,17
Pupa	5564	877	15,8	7,5	0,19
Ergin	4687				

27 °C'de yetiştirilen larvalardan oluşturulan ikinci kuşak *Culex* takımına ait hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.8.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler en çok 67 gün, erkek bireyler ise 56 gün hayatta kalabilmişlerdir. Dişilerin ortalama yaşam uzunluğu $29,87 \pm 17,64$ gün, erkeklerin ise $22,79 \pm 16,80$ gün olarak bulunmuştur. Dişilerde yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranı görülmüştür. Erkek bireylerde de ilk günden itibaren görülen yüksek ölüm oranı 23. günden itibaren azalmıştır.



Şekil 4.8. 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.

Çizelge 4.16.'da dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri gösterilmektedir. Dişiler ilk yumurtaları 9. gün bırakmışlardır. m_x , en yüksek değerini 71. günde almıştır. En son yumurta 85. gün bırakılmıştır. Bu sıcaklıkta alınan yumurtalardan larva çıkışı bir gün sonra gerçekleşmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 2759793,5 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 88 -89 (gün) yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 158,55 olarak bulunmuştur.

Ortalama beklenen yaşam uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 4,84 gün, dişilerde de 6,94 gün olarak hesaplanmıştır. Gözlenen m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 58,43, ortalama döl süresi (T_c) 44,904 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,181 bulunmuştur, buna göre 27 °C sıcaklık koşulunda gün başına her bir ikinci kuşak takım dişisi için 0,181 dişi döl üretmektedir. Artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,197 olarak bulunmuştur. Buna göre 27 °C sıcaklık koşulunda her bir ikinci kuşak takım dişisi için 1,197 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.16. 27 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	mx (hip)	mx (göz)	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
0-23 yumurta + larva + pupa süresi (gün)													
25	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	15,0	15,06	1,2	0,71
27	100	1,00	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,99	14,0	14,22	1,7	0,50
29	98	0,98	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,97	13,0	13,51	2,4	0,35
31	96	0,96	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,95	12,1	12,75	3,5	0,24
33	94	0,94	2	0,02	6,56	6,17	5,82	192,2	0,93	11,1	11,94	5,0	0,17
35	92	0,92	5	0,05	10,83	10,18	9,47	331,5	0,90	10,2	11,33	7,2	0,12
37	87	0,87	4	0,04	2,57	2,42	2,15	79,5	0,85	9,3	10,85	10,8	0,08
39	83	0,83	5	0,05	4,02	3,78	3,26	127,1	0,80	8,5	10,36	16,2	0,05
41	78	0,78	5	0,05	7,89	8,52	5,71	228,3	0,76	7,6	9,89	24,6	0,04
43	73	0,73	7	0,07	8,86	9,57	5,93	249,3	0,70	6,9	9,60	37,4	0,02
45	66	0,66	5	0,05	1,37	1,48	0,80	35,2	0,63	6,2	9,40	59,5	0,02
47	61	0,61	4	0,04	11,66	12,13	6,24	289,0	0,59	5,6	9,04	95,0	0,01
49	57	0,57	5	0,05	3,27	3,07	1,91	93,7	0,54	5,0	8,67	146,4	0,01
51	52	0,52	2	0,02	2,67	2,51	1,36	69,3	0,51	4,4	8,20	235,7	0,00
53	50	0,50	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,48	3,9	7,62	355,6	0,00
55	47	0,47	4	0,04	6,73	7,27	2,18	117,8	0,45	3,4	7,14	561,7	0,00
57	43	0,43	2	0,02	2,58	2,79	0,75	42,1	0,42	3,0	6,58	889,3	0,00
59	41	0,41	4	0,04	4,13	4,46	1,12	64,7	0,39	2,6	6,05	1358,8	0,00
61	37	0,37	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,35	2,2	5,70	2275,4	0,00
63	33	0,33	4	0,04	11,82	11,37	2,42	152,3	0,31	1,8	5,32	3828,5	0,00
65	29	0,29	4	0,04	17,90	16,83	2,69	175,0	0,27	1,5	4,94	6165,3	0,00
67	25	0,25	4	0,04	22,67	21,31	2,77	185,6	0,23	1,3	4,72	10201,5	0,00
69	21	0,21	2	0,02	34,67	32,59	3,58	247,3	0,20	1,0	4,57	20259,3	0,00
71	19	0,19	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,18	0,8	4,13	36673,0	0,00
73	17	0,17	3	0,03	0,62	0,58	0,21	15,7	0,15	0,6	3,69	59609,9	0,00
75	14	0,14	2	0,02	0,02	0,02	0,01	0,4	0,13	0,5	3,33	110373,3	0,00
77	12	0,12	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,11	0,4	2,87	202450,4	0,00
79	10	0,10	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,08	0,2	2,45	170701,4	0,00
81	7	0,07	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,06	0,2	2,12	369957,3	0,00
83	5	0,05	1	0,01	1,39	1,50	0,05	3,7	0,07	0,1	1,60	710948,3	0,00
85	6	0,06	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,05	0,1	2,19	114701,3	0,00
87	5	0,05	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,0	1,48	199273,1	0,00
89	2	0,02	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	1,13	738563,7	0,00
91	1	0,01	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,50	0,0	0,00
93	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
0-23 yumurta + larva + pupa süresi (gün)							
25	99	0,99	3	0,03	0,98	7,4	7,51
27	96	0,96	8	0,08	0,92	6,4	6,89
29	88	0,88	10	0,10	0,84	5,5	6,46
31	79	0,79	10	0,10	0,74	4,6	6,17
33	69	0,69	10	0,10	0,64	3,9	6,01
35	59	0,59	10	0,10	0,54	3,2	5,92
37	49	0,49	9	0,09	0,45	2,7	5,93
39	40	0,40	4	0,04	0,38	2,3	5,78
41	36	0,36	6	0,06	0,33	1,9	5,58
43	30	0,30	7	0,07	0,27	1,6	5,92
45	23	0,23	5	0,05	0,21	1,3	6,64
47	18	0,18	3	0,03	0,17	1,1	6,86
49	15	0,15	2	0,02	0,14	0,9	6,65
51	13	0,13	1	0,01	0,13	0,8	6,24
53	12	0,12	2	0,02	0,11	0,6	5,81
55	10	0,10	2	0,02	0,10	0,5	5,53
57	9	0,09	1	0,01	0,08	0,4	5,26
59	7	0,07	1	0,01	0,07	0,4	4,88
61	7	0,07	1	0,01	0,06	0,3	4,44
63	6	0,06	1	0,01	0,05	0,2	3,99
65	5	0,05	1	0,01	0,05	0,2	3,55
67	4	0,04	1	0,01	0,04	0,1	3,22
69	3	0,03	1	0,01	0,03	0,1	2,94
71	2	0,02	0	0,00	0,02	0,1	2,48
73	2	0,02	1	0,01	0,02	0,0	2,13
75	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	1,50
77	2	0,02	1	0,01	0,01	0,0	1,50
79	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	0,67
81	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	1,00
83	0	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,00

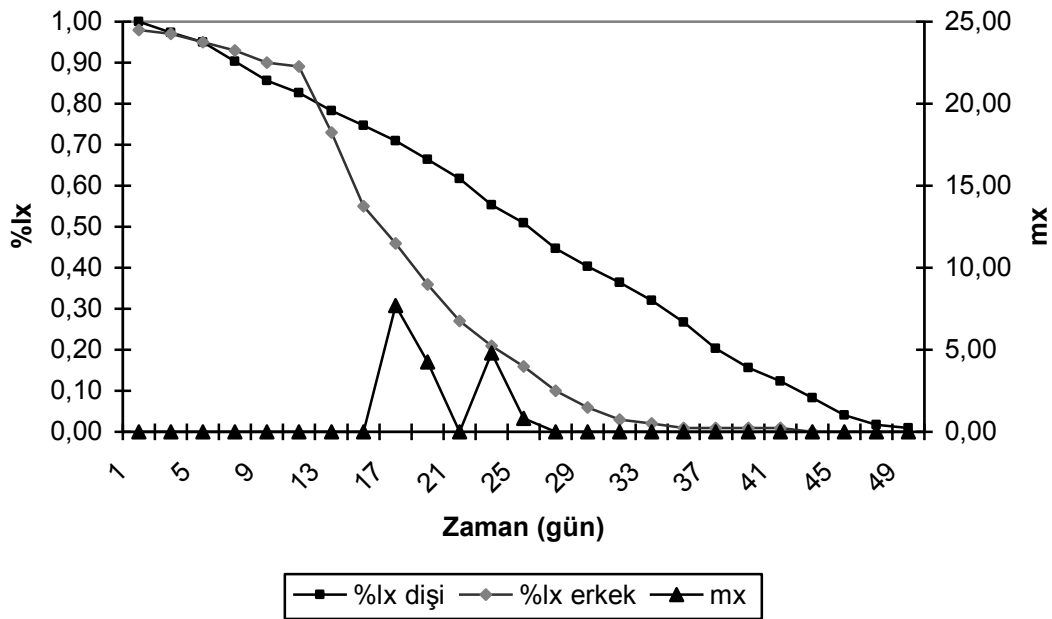
R ₀	58,4333
T _c	44,904
rm	0,181
λ	1,197
b	0,377
d	0,197
rm/b	0,479
b/d	1,918
dişi ex	6,94
erkek ex	4,84

4.1.9. 30 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları

30 °C'de yetiştirilen birinci kuşak dişiler toplam 2017 yumurta bırakmış ve bu yumurtaların %28,97'si açılmıştır. 30 °C sıcaklık koşulunda gerçekleşen en yüksek göreceli ölüm oranı %71,0 ile yumurta evresinde görülmüştür (**Çizelge 4.17.**). Bu kuşakta yumurtadan ergine ortalama gelişim süresi $25,50 \pm 3,36$ gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.17. 30 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.

Evre	lx	dx	% göreceli ölüm	% gerçek ölüm	ölüm/canlılık
Yumurta	2107	1497	71,0	71,0	2,45
Larva	610	216	35,5	10,3	0,55
Pupa	394	56	14,2	2,7	0,17
Ergin	338				



Şekil 4.9. 30 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.

30 °C'de yetiştirilen larvalardan oluşturulan birinci kuşak *Cx. quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.9.'da gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler en çok 49 gün, erkek bireyler ise 43 gün hayatta kalabilmişlerdir. Dişilerin ortalama yaşam uzunluğu $22,63 \pm 15,74$ gün, erkeklerin ise $21,18 \pm 14,38$ gün olarak bulunmuştur. Dişilerde yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranı görülmüştür. Erkek

bireylerde de dişilerden yumurta alınmaya başlanan 15. günden tam dört gün önceden; 11. günden itibaren yüksek ölüm oranı görülmüştür.

Çizelge 4.18.'de dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri gösterilmektedir. Dişiler ilk yumurtaları 18. gün bırakmışlardır. m_x , en yüksek değerini 19. günde almıştır. En son yumurta 52. gün bırakılmıştır. Bu sıcaklıkta alınan yumurtalardan larva çıkışı 1 gün sonra gerçekleşmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 9634,96 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 73 -74 (gün) yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 17,58 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.18. 30 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	mx (hip)	mx (göz)	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
0-26 yumurta + larva + pupa süresi (gün)													
28	100	1,00	3	0,36	0,00	0,00	0,00	0,0	0,99	12,0	12,19	1,1	0,81
30	97	0,97	2	0,35	0,01	0,00	0,00	0,0	0,96	11,0	11,49	1,4	0,65
32	95	0,95	5	0,36	0,01	0,00	0,00	0,0	0,93	10,1	10,88	1,8	0,51
34	90	0,90	5	0,35	0,01	0,00	0,00	0,0	0,88	9,2	10,39	2,3	0,40
36	86	0,86	3	0,33	0,01	0,00	0,00	0,0	0,84	8,3	9,81	3,0	0,31
38	83	0,83	4	0,33	0,01	0,00	0,00	0,0	0,81	7,4	9,22	3,8	0,25
40	78	0,78	4	0,31	0,01	0,00	0,00	0,0	0,77	6,6	8,67	5,0	0,19
42	75	0,75	4	0,30	0,02	0,00	0,00	0,0	0,73	5,9	8,07	6,4	0,15
44	71	0,71	5	0,29	6,52	7,69	5,62	236,4	0,69	5,1	7,50	8,3	0,12
46	66	0,66	5	0,28	3,35	4,25	2,85	121,9	0,64	4,4	6,97	11,0	0,09
48	62	0,62	6	0,26	0,03	0,00	0,00	0,0	0,59	3,8	6,52	14,8	0,07
50	55	0,55	4	0,22	2,34	4,81	3,55	131,7	0,53	3,2	6,06	20,4	0,05
52	51	0,51	6	0,22	0,61	0,83	0,52	22,2	0,48	2,7	5,62	27,3	0,04
54	45	0,45	4	0,19	0,01	0,00	0,00	0,0	0,43	2,2	5,21	39,2	0,03
56	40	0,40	4	0,18	0,01	0,00	0,00	0,0	0,38	1,8	4,69	54,2	0,02
58	36	0,36	4	0,17	0,02	0,00	0,00	0,0	0,34	1,4	4,14	76,7	0,02
60	32	0,32	5	0,16	0,02	0,00	0,00	0,0	0,29	1,1	3,65	108,6	0,01
62	27	0,27	6	0,14	0,03	0,00	0,00	0,0	0,24	0,8	3,28	164,7	0,01
64	20	0,20	5	0,10	0,02	0,00	0,00	0,0	0,18	0,5	2,96	280,5	0,01
66	16	0,16	3	0,07	0,02	0,00	0,00	0,0	0,14	0,4	2,51	472,2	0,00
68	12	0,12	4	0,07	0,01	0,00	0,00	0,0	0,10	0,2	2,04	719,8	0,00
70	8	0,08	4	0,06	0,01	0,00	0,00	0,0	0,06	0,1	1,74	1287,1	0,00
72	4	0,04	2	0,03	0,01	0,00	0,00	0,0	0,03	0,0	1,65	3962,9	0,00
74	2	0,02	1	0,01	0,01	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	1,33	2362,5	0,00
76	1	0,01	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	0,67	0,0	0,00

x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
0-26 yumurta + larva + pupa süresi (gün)							
28	98	0,98	1	0,01	0,98	8,1	8,33
30	97	0,97	2	0,02	0,96	7,1	7,44
32	95	0,95	2	0,02	0,94	6,2	6,58
34	93	0,93	3	0,03	0,92	5,2	5,73
36	90	0,90	1	0,01	0,90	4,3	4,84
38	89	0,89	16	0,16	0,81	3,4	4,24
40	73	0,73	18	0,18	0,64	2,6	4,10
42	55	0,55	9	0,09	0,51	2,0	3,93
44	46	0,46	10	0,10	0,41	1,5	3,61
46	36	0,36	9	0,09	0,32	1,1	3,40
48	27	0,27	6	0,06	0,24	0,8	3,15
50	21	0,21	5	0,05	0,19	0,5	2,78
52	16	0,16	6	0,06	0,13	0,3	2,54
54	10	0,10	4	0,04	0,08	0,2	2,50
56	6	0,06	3	0,03	0,05	0,1	2,67
58	3	0,03	1	0,01	0,03	0,1	3,00
60	2	0,02	1	0,01	0,02	0,1	3,33
62	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	3,50
64	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	2,50
66	1	0,01	0	0,00	0,01	0,0	1,50
68	1	0,01	1	0,01	0,01	0,0	1,00
70	0	0,00	0	0,00	0,00	0,0	0,00

R_0	13,41
Tc	45,972
rm	0,103
λ	1,108
b	0,247
d	0,144
rm/b	0,416
b/d	1,713
dişi ex	5,66
erkek ex	3,67

Ortalama beklenen yaşam uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 3,67 gün, dişilerde de 5,66 gün olarak hesaplanmıştır. Gözlenen m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 13,41, ortalama döl süresi (T_c) 45,972 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,103 bulunmuştur, buna göre 30°C sıcaklık koşulunda gün başına her bir birinci kuşak takım dişi için 0,103 dişi döl üretmektedir. Artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,108 olarak bulunmuştur. Buna göre 30°C sıcaklık koşulunda her bir birinci kuşak takım dişi için 1,108 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.

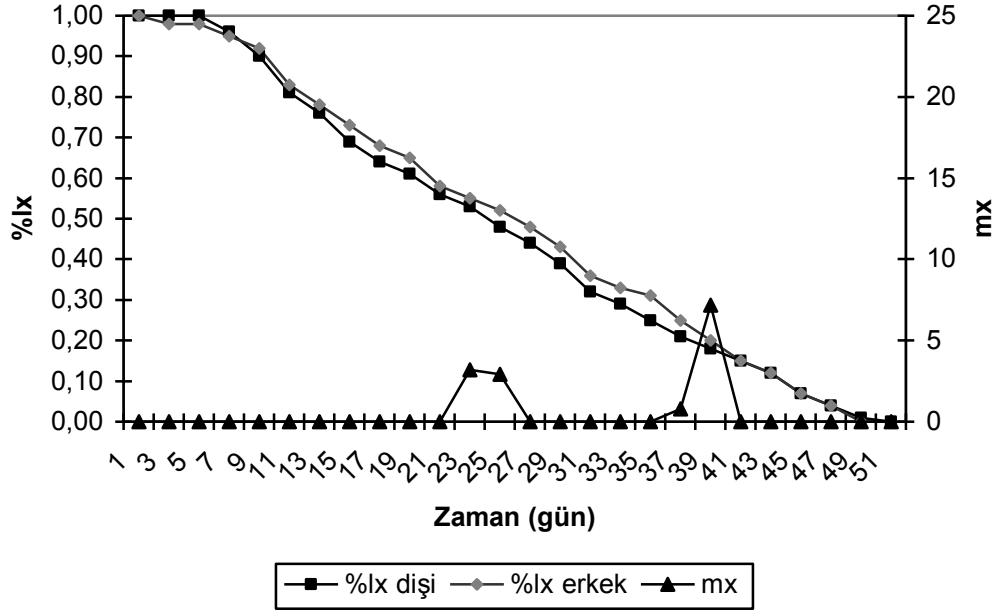
4.1.10. 30 °C Sıcaklık Koşulu İçin İkinci Kuşak Hayat Tablosu Bulguları

30 °C'de yetiştirilen ikinci kuşak dişiler toplam 1007 yumurta bırakmış ve bu yumurtaların %26,09'u açılmıştır. 30 °C sıcaklık koşulunda gerçekleşen en yüksek görelî ölüm oranı %73,9 ile yumurta evresinde görülmüştür (**Çizelge 4.19.**). Bu kuşakta yumurtadan ergine ortalama gelişim süresi 23,21±4,19 gün olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.19. 30 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak erginlere ait vertikal hayat tablosu.

Evre	lx	dx	% görelî ölüm	% gerçek ölüm	ölüm/canlılık
Yumurta	1007	744	73,9	73,9	2,83
Larva	263	128	48,9	12,8	0,96
Pupa	134	13	9,4	1,3	0,10
Ergin	122				

30 °C'de yetiştirilen larvalardan oluşturulan ikinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.10.**'da gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler en çok 51 gün, erkek bireyler ise 49 gün hayatta kalabilmişlerdir. Dişilerin ortalama yaşam uzunluğu 21,70±14,10 gün, erkeklerin ise 22,25±13,98 gün olarak bulunmuştur. Dişilerde ve erkeklerde yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranı görülmüştür. Erkek bireylerde 9. günden itibaren dişilerin ölüm oranı yükselerek erkeklerinkini geçmiş, daha sonra aynı oranda ilerlemiştir.



Şekil 4.10. 30 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri ve dişilerde m_x değerleri.

Çizelge 4.20. 30 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen ikinci kuşak dişi ve erkeklere ait horizontal hayat tabloları ve hipotetik populasyon parametreleri.

x(gün)	lx	%lx	dx	%qx	mx (hip)	mx (göz)	lx.mx	X.lx.mx	Lx	Tx	ex	Vx	1/b
0-23	yumurta + larva + pupa süresi (gün)												
25	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	11,9	11,91	1,1	0,89
27	100	1,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	1,00	10,9	10,91	1,2	0,79
29	100	1,00	4	0,04	0,00	0,00	0,00	3,7	0,98	9,9	10,11	1,3	0,69
31	96	0,96	6	0,06	0,00	0,00	0,00	0,0	0,93	8,9	9,60	1,6	0,58
33	90	0,90	9	0,09	0,00	0,00	0,00	0,0	0,86	8,0	9,36	1,9	0,48
35	81	0,81	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,79	7,1	9,10	2,3	0,39
37	76	0,76	7	0,07	0,00	0,00	0,00	0,0	0,73	6,4	8,77	2,8	0,32
39	69	0,69	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,67	5,6	8,47	3,5	0,26
41	64	0,64	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,63	5,0	7,95	4,2	0,22
43	61	0,61	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,59	4,3	7,43	5,0	0,18
45	56	0,56	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,55	3,8	6,90	6,1	0,15
47	53	0,53	5	0,05	3,53	3,18	1,68	41,2	0,51	3,2	6,37	7,2	0,12
49	48	0,48	4	0,04	3,24	2,91	1,40	92,8	0,46	2,7	5,89	9,0	0,10
51	44	0,44	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,42	2,3	5,42	11,0	0,08
53	39	0,39	7	0,07	0,00	0,00	0,00	0,0	0,36	1,8	5,17	13,9	0,06
55	32	0,32	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,31	1,5	4,85	19,1	0,05
57	29	0,29	4	0,04	0,00	0,00	0,00	0,0	0,27	1,2	4,35	23,7	0,04
59	25	0,25	4	0,04	0,00	0,00	0,00	30,5	0,23	0,9	3,93	30,8	0,03
61	21	0,21	3	0,03	0,87	0,78	0,16	43,5	0,20	0,7	3,46	41,3	0,02
63	18	0,18	3	0,03	7,98	7,18	1,29	60,8	0,17	0,5	2,91	54,1	0,02
65	15	0,15	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,14	0,3	2,33	72,9	0,01
67	12	0,12	5	0,05	0,00	0,00	0,00	0,0	0,10	0,2	1,89	102,5	0,01
69	7	0,07	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,06	0,1	1,55	197,4	0,00
71	4	0,04	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,0	0,03	0,0	1,20	388,3	0,00
73	1	0,01	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,0	0,01	0,0	1,00	0,0	0,00
75	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00

x	lx	%lx	dx	%qx	Lx	Tx	ex
0-23	yumurta + larva + pupa süresi (gün)						
25	100	1,00	2	0,02	0,99	12,4	12,52
27	98	0,98	0	0,00	0,98	11,4	11,63
29	98	0,98	3	0,03	0,97	10,4	10,80
31	95	0,95	3	0,03	0,94	9,5	10,11
33	92	0,92	9	0,09	0,88	8,5	9,74
35	83	0,83	5	0,05	0,81	7,6	9,50
37	78	0,78	5	0,05	0,76	6,8	9,06
39	73	0,73	5	0,05	0,71	6,1	8,63
41	68	0,68	3	0,03	0,67	5,4	8,09
43	65	0,65	7	0,07	0,62	4,7	7,67
45	58	0,58	3	0,03	0,57	4,1	7,26
47	55	0,55	3	0,03	0,54	3,5	6,61
49	52	0,52	4	0,04	0,50	3,0	6,00
51	48	0,48	5	0,05	0,46	2,5	5,49
53	43	0,43	7	0,07	0,40	2,0	5,18
55	36	0,36	3	0,03	0,35	1,7	4,78
57	33	0,33	2	0,02	0,32	1,3	4,08
59	31	0,31	6	0,06	0,28	1,0	3,52
61	25	0,25	5	0,05	0,23	0,7	3,13
63	20	0,20	5	0,05	0,18	0,5	2,74
65	15	0,15	3	0,03	0,14	0,3	2,26
67	12	0,12	5	0,05	0,10	0,2	1,79
69	7	0,07	3	0,03	0,055	0,075	1,36
71	4	0,04	4	0,04	0,02	0,02	1,00
73	0	0,00	1	0,01	0,00	0,00	0,00
75	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00

R_0	5,0608
T_c	53,946
r_m	0,060
λ	1,062
b	0,164
d	0,104
r_m/b	0,367
b/d	1,581
dişi ex	5,89
erkek ex	5,77

Çizelge 4.20.'de dişi ve erkek bireyler için oluşturulan hayat tablosu değerleri gösterilmektedir. Dişiler ilk yumurtaları 21. gün bırakmışlardır. m_x , en yüksek değerini 61. günde almıştır. En son yumurta 62. gün bırakılmıştır. Bu sıcaklıkta alınan yumurtalardan larva çıkışı bir gün sonra gerçekleşmiştir. Dişi bireylerin toplam üreme değeri (ΣV_x) 1002,0 olarak hesaplanmış, en yüksek üreme değerine 70-71 (gün) yaş aralığında ulaşılmıştır. Dişi başına düşen ortalama yumurta sayısı 14,05 olarak bulunmuştur.

Ortalama beklenen yaşam uzunluğu değeri (e_x) erkeklerde 5,77 gün, dişilerde de 5,89 gün olarak hesaplanmıştır. Gözlenen m_x değerlerinden elde edilen sonuçlara göre net üreme oranı (R_0) 5,06, ortalama döl süresi (T_c) 53,946 gün olarak hesaplanmıştır. Doğal artış oranı (r_m) 0,060 bulunmuştur, buna göre 30°C sıcaklık koşulunda gün başına her bir birinci kuşak takım dişisi için 0,060 dişi döl üretmektedir. Artışın sınırlı kapasitesi (λ) 1,062 olarak bulunmuştur. Buna göre 30°C sıcaklık koşulunda her bir birinci kuşak takım dişisi için 1,062 birey üretildiği sonucuna varılmıştır.

Beş farklı sabit sıcaklık koşulunun test edildiği bu çalışma, *Culex quinquefasciatus*'ün ergin öncesi evrelerinin gelişim sürelerinin oldukça değişken olduğunu ve çevresel sıcaklığın, bu türün gelişim süresi ve oranını belirleyen en önemli faktörlerden biri olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Buna göre hem yumurta, larva ve pupa evreleri için ayrı ayrı, hem de yumurtadan ergine toplam gelişim süresinin sıcaklıkla ters bir ilişki sergilediği ve sıcaklık arttıkça gelişim süresinin kısaldığı ortaya konmuştur. Test edilen sıcaklıklar itibariyle en yavaş gelişim en düşük sıcaklık koşulu olan 15 °C'de, en hızlı gelişim ise 27 °C'de gözlenmiştir (**Çizelge 4.21.**). 30 °C sıcaklık koşulunda sona kalan birkaç larvanın geç pupalaşması ve aynı şekilde son pupaların geç erginleşmesi nedeniyle yumurtadan ergine gelişim süresi beklenenden uzun sürmüştür. Bu sıcaklıkta erginlerin daha kısa sürede üreme olgunluğuna ulaşmaları ve yumurta vermeleri beklenmiş fakat dişiler ancak yaşlandıklarında yeni dölleri üretebilmişlerdir. 30 °C'de T_c değerlerinin 27'den daha yüksek bulunmasının nedeni R_0 değerlerinin düşük olması ile birlikte, özellikle dişilerin yaşlanınca yumurta verebilmiş olmalarıdır.

Çizelge 4.21. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sıcaklık koşulları ve kuşaklar için hayat tablosu ve populasyon parametreleri.

	15° F0	15° F1	20° F0	20° F1	23° F0	23° F1	27° F0	27° F1	30° F0	30° F1
yumurta inkübasyon süresi (gün)	1	6.82±0.50	1	3.08±0.28	1	2.03±0.18	1	1.03±0.12	1	1±0.18
bırakılan yumurta sayısı toplamı:	5502	3835	15802	9506	14401	7273	10108	11697	2107	1007
açılan yumurta sayısı:	2868	2286	10006	4898	9427	4789	4756	6486	610	263
açılmayan yumurta sayısı:	2634	1549	5796	4608	4974	2485	5351	5211	1497	744
yumurta açılma oranı%	52,12	59,62	63,32	51,53	65,46	65,84	47,06	55,45	28,97	26,09
ortalama larva süresi (min-max)	25,59 19-41	43,10 27-81	21,45 13-36	24,49 14-52	15,00 10-27	20,81 10-45	13,67 9-23	13,74 8-25	15,72 9-27	13,85 6-28
pupa sayısı (n=750 larva)	310	255	501	552	577	483	495	643	486	382
Ort. pupa süresi	11,88	25,28	12,65	13,43	7,90	12,32	6,30	7,89	8,77	8,69
ölen pupa sayısı	51	65	27	23	26	25	31	37	52	32
pupa ölüm oranı	16,48	25,57	5,40	4,22	4,53	5,10	6,29	5,68	10,76	8,36
pupalasma oranı pupa:yumurta %	20,95	20,34	42,98	38,08	50,27	43,64	31,87	47,81	19,04	11,84
pupalasma oranı pupa:larva %	37,87	36,71	68,93	73,69	77,38	65,96	66,27	85,82	64,13	46,31
ergin sayısı (n=750 larva)	259	190	474	529	551	458	464	606	434	350
dişi (n=750 larva)	126	95	231	246	285	217	234	273	215	157
erkek (n=750 larva)	133	95	243	283	266	241	230	333	219	193
erginleşme oranı ergin:yumurta %	17,60	14,01	40,38	35,42	47,64	40,70	30,61	39,99	16,07	10,75
erginleşme oranı ergin:larva %	31,82	25,20	64,71	73,69	73,33	65,96	63,24	72,36	62,04	42,13
erginleşme oranı ergin:pupa %	84,02	68,47	94,03	93,00	94,80	92,62	95,43	83,87	81,66	91,16
dişi/erkek eşey oranı	0,95	1,00	0,95	0,87	1,07	0,90	1,02	0,82	0,98	0,81
ortalama dişi yaşam uzunluğu	99,4±57,5	97,5±56,3	57,1±35,5	51,7±39,3	34,8±24,9	37,8±26,7	35,3±23,9	29,8±17,6	22,6±15,7	21,7±14,1
ortalama erkek yaşam uzunluğu	66,6±38,4	69,7±40,1	42,5±31,7	23,5±22,5	29,9±22,7	36,1±25,1	32,5±23,7	22,8±16,8	21,2±14,4	22,3±13,9
ort. dişi yaşa bağlı yaşam uzunluğu	173±5,77	156±6,39	85±3,38	76±3,31	59±1,49	55±2,18	36±1,31	30±1,06	16±0,53	15±0,62
ort. erkek yaşa bağlı yaşam uzunluğu	106±4,39	108±4,56	71±1,99	45±2,04	46±1,46	42±1,79	32±0,98	34±0,98	16±0,59	9±0,42
ortalama gelişim süresi yumurta:ergin	38,64 ±3,68	72,60 ±11,49	35,17 ±4,29	41,00 ±7,50	23,92 ±2,90	35,16 ±6,06	21,02 ±2,37	22,66 ±3,16	25,50 ±3,36	23,21 ±4,19
R0	52,310	37,443	69,257	58,860	67,958	48,176	50,221	58,433	13,409	5,061
Tc	77,735	106,761	63,688	61,024	49,638	64,299	34,687	44,904	45,972	53,946
rm	0,094	0,067	0,133	0,133	0,170	0,109	0,220	0,181	0,103	0,060
λ	1,099	1,069	1,142	1,142	1,185	1,114	1,245	1,197	1,108	1,062
b	0,194	0,141	0,288	0,287	0,347	0,220	0,452	0,377	0,247	0,164
d	0,100	0,073	0,155	0,154	0,177	0,112	0,232	0,197	0,144	0,104
rm/b	0,485	0,478	0,462	0,465	0,491	0,492	0,486	0,479	0,416	0,367
b/d	1,942	1,914	1,859	1,870	1,964	1,967	1,946	1,918	1,713	1,581
dişi ortalama ex	22,48	22,35	13,79	17,74	10,12	12,66	6,94	6,94	5,66	5,892
erkek ortalama ex	12,79	12,95	7,71	8,99	5,27	6,56	4,61	4,84	3,67	5,77

Bu tür ile gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar da bu sonuçları desteklemektedir. Örneğin sekiz sivrisinek türü ile yapılan bir çalışmada 12 °C ile 35 °C arasında seçilen farklı sıcaklıklara maruz kalan *Culex quinquefasciatus* için, birinci evre larvadan ergin çıkışına kadar geçen sürenin artan sıcaklıkla azaldığı gözlenmiştir. Bu süre 12 °C'de 16,7 gün, 32 °C'de ise 7 gün olarak belirlenmiştir (Shelton, 1973). Benzer sonuçların Diptera takımı içindeki diğer üyeler için de alındığı çalışmalarda tespit edilmiştir (Endris et al., 1984). Bununla birlikte, *Culex*

quinqüefasciatus için, 30 °C ve üzerindeki sıcaklık değerlerinde erginleşme süreleri artan sıcaklıkla birlikte artış da gösterebilmektedir. **Shelton (1973)**'in çalışmasında 20 °C ve 23 °C'de birinci evre larvadan ergin çıkışına kadar geçen süre 7,5 gün, 26 °C'de 7,25 gün, 29 °C'de 6,5 gün olarak belirlenirken, 32 °C'de bu süre 7 güne çıkmaktadır. Aynı şekilde **Rueda ve arkadaşları (1990)** tarafından sıcaklık ile yaşam uzunluğu ilişkisinin 15 °C – 27 °C arasında anlamlı olduğu, fakat 30 °C ve 34 °C'de anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Bu çalışmada tüm sıcaklık dereceleri için tüm evrelerde gelişim süreleri sıcaklık arttıkça azalma göstermediyse de, iki kuşak için de dişi ve erkek bireylerin e_x değerleri sıcaklık arttıkça azalma göstermiştir (**Çizelge 4.21.**).

Yapılan çalışmalarda aynı tür için de olsa farklı yaşam uzunlukları hesaplanabilmektedir. Deneilerin farklı populasyonlara ait bireylerle gerçekleştirildiği ve larvaların eşit rekabet etkisi altında olmadıkları da göz önüne alındığında elde edilen sonuçların birbirinden farklı olmaları doğal karşılanmaktadır (**Çizelge 4.22.**). Bu çalışmada kullanılan larva kapları ve yoğunluğu, yapılacak tüm deneyler göz önüne alınarak, mümkün olan en yüksek ergin sayısına ulaşabilmek üzere seçilmişlerdir. Optimum sıcaklık koşulunda yapılan denemeler sonucunda en yüksek erginleşme oranına 500 larva ile ulaşıldıysa da (%86,6; ergin sayısı= 433), 750 larva kullanıldığında daha yüksek sayıda ergin elde edileceğinden (%83,3; ergin sayısı= 624) bu yoğunluk uygun bulunmuştur. Bu sayede farklı sabit sıcaklıklarda kalıtsallık deneyleri için yeterli ergin birey temin edilebilmiştir.

Çizelge 4.22. Bazı çalışmalardan elde edilen *Culex quinquefasciatus*'un düşük sıcaklıklardaki birinci evre larvadan ergine gelişme süreleri.

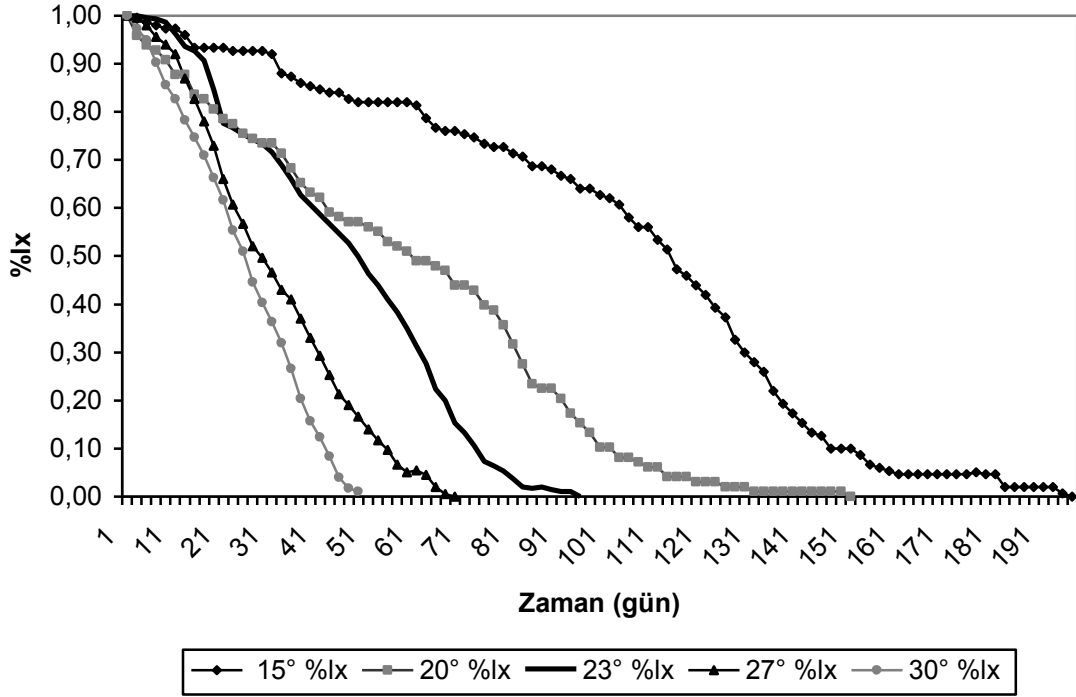
	15 °C	20 °C	
Shelton, 1973	11,5 gün	7,5 gün	500ml suya 20 larva
Rueda, 1990	31,3 gün	11,6 gün	7ml suya 1 larva
Bu çalışma	37,64 gün	34,17 gün	1000ml suya 750 larva

Kaliforniya'da sıcaklığa bağlı olarak *Culex pipens*, *Culex tarsalis*, *Culiseta incidens* ve *Culiseta inornata* türlerinin birinci evre larvadan ergine kadar süren ömür uzunlukları ve mortaliteleri karşılaştırılmış, *Culiseta* türlerinin düşük *Culex* türlerinin ise yüksek sıcaklık koşullarına dayanıklı oldukları belirlenmiştir (**Mead and Conner, 1987**). Aynı alanda yapılan diğer bir çalışma *Culiseta inornata* türünün ergin öncesi evrelerde en düşük ölüm oranını 15 °C ve 20 °C sıcaklık koşullarında göstermesine rağmen 12 °C'de gelişimini tamamlayamadığı, *Culex quinquefasciatus*'un ise 12 °C sıcaklık koşulunda % 60 erginleşme gösterdiğini ortaya koymuştur. 15 °C sıcaklık koşulunda ise birinci evre larvaların % 90'ının erginleştiği sonucuna varılmıştır (**Shelton, 1973**). Bu sonuçlar *Culex quinquefasciatus*'un *Culex* cinsi sivrisinekler içinde olduğu halde, toleransının yüksek sıcaklıklara değil, düşük sıcaklık koşullarına olduğunu göstermektedir. Ayrıca **Shelton (1973)**'a göre, 23 °C'de *Culex quinquefasciatus* türünün birinci evre larvalarının %100'ü erginleşme göstermiştir. Bu çalışmada da elde edilen verilere göre en yüksek erginleşme oranı birinci kuşakta %73,33 değeri ile 23 °C'de görülmüştür. İkinci kuşakta ise bu oran için elde edilen en yüksek değer %73,69 ile 20 °C'de gözlenmiştir (**Çizelge 4.21**). 15 °C sıcaklık koşulunda ise larvaların %62,04'ü erginleşebilmiştir. Birbiri ile karşılaştırılan iki çalışmadaki populasyonlar aynı bölgeden toplanmış olsalar da, **Shelton (1973)**, araziden toplanan erginlerden elde edilen larvalar ile deney sonuçlarına ulaşmış, bu çalışmada ise 27 °C sabit sıcaklık koşullarına adapte olmuş erginlerden elde edilen larvalar kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle doğadan yeni toplanan örnekler, değişken sıcaklık koşullarına daha dayanıklı olacağından larvaların % 90 oranında hayatta kalma başarısı göstermeleri beklenen bir sonuçtur.

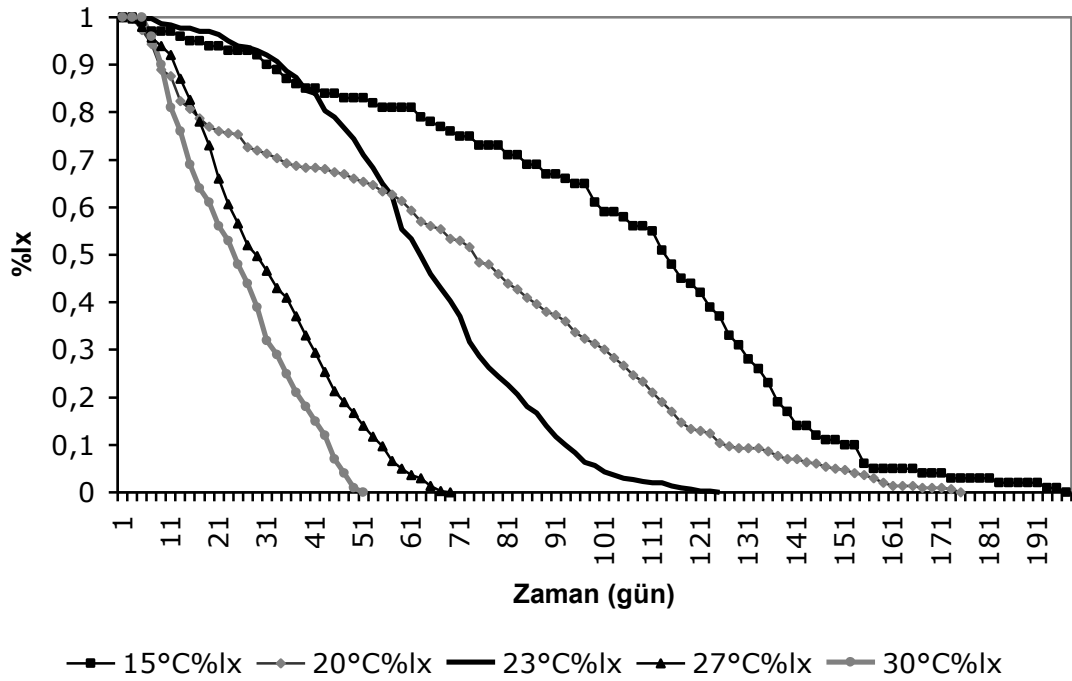
Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen deneyler sonucunda yumurta evresinden ergin döneme kadar farklı sabit sıcaklık koşullarına maruz kalan *Culex*

quinquefasciatus'un, bu koşullar altındaki gelişme süreleri ve yüzde erginleşme oranları birlikte değerlendirildiğinde, 23 °C'nin bu türün ergin öncesi gelişimini tamamlayabilmesi için optimum sıcaklık koşulu olduğu düşünülmektedir. Ancak 23 °C'de ikinci kuşak için elde edilen erginleşme oranının 27 °C sıcaklık koşullarında elde edilen oranla çok yakın olması bu konuda kesin bir yargıya varılabilmesi için daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir (**Çizelge 4.21**).

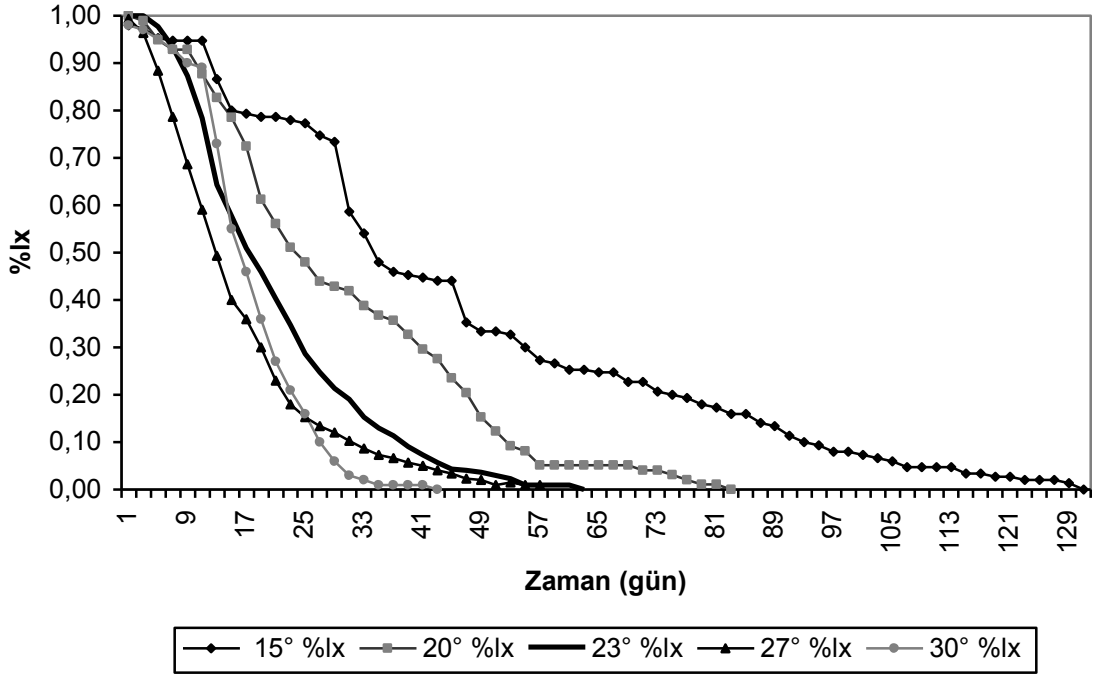
Şekil 4.11. ve **Şekil 4.13'**te birinci kuşak, **Şekil 4.12.** ve **Şekil 4.14'**de ikinci kuşak hayat tablolarından elde edilen dişi ve erkeklere ait %lx grafikleri verilmiştir. Bu grafiklere göre farklı sıcaklıkta yetişen gruplarda sıcaklık azaldıkça dişi ve erkek bireylerde yaşam süresinin arttığı belirlenmiştir. Optimum sıcaklık derecesinde ve onun üzerindeki tek sıcaklık değeri olan 30 °C'de dişi bireyler, yüksek ölüm oranı göstermişlerdir. 27 °C'nin altındaki tüm sıcaklık koşullarında dişi bireylerin önce yaştan bağımsız sabit bir ölüm oranı gösterdiği, daha sonra ölüm oranının yükseldiği izlenmektedir. Tüm sıcaklık koşullarında erkek bireylerin, yüksek ölüm oranı göstererek sayılarının hızla azaldığı gözlenmiştir.



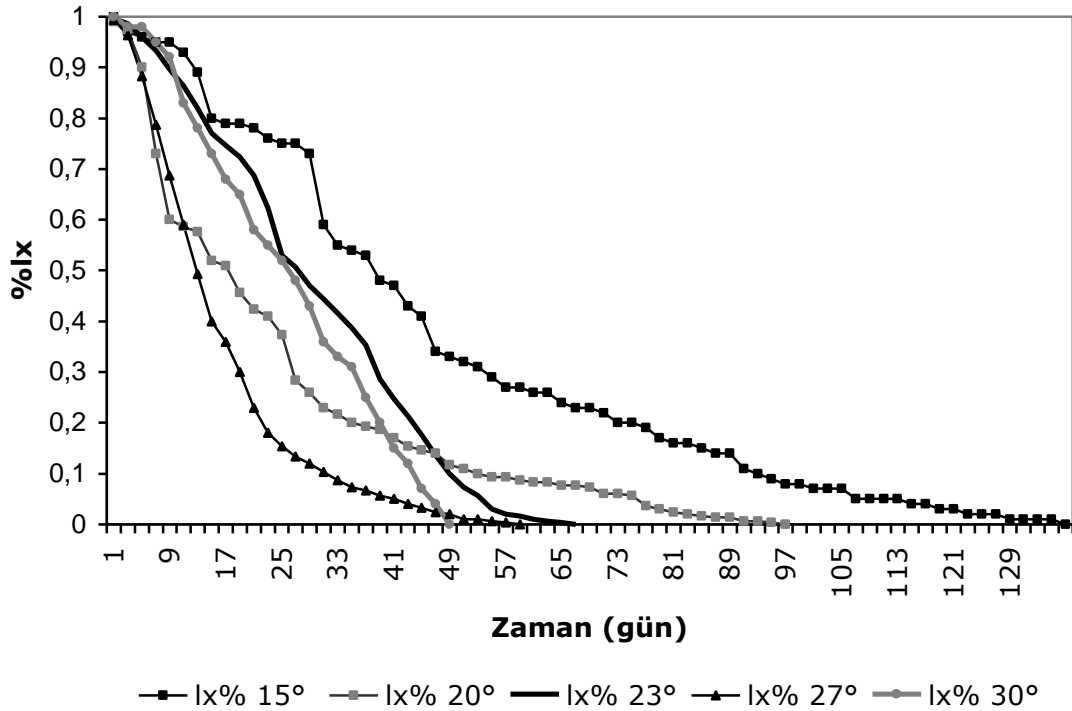
Şekil 4.11. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan birinci kuşak dişilerin ömür uzunluklarının karşılaştırılması.



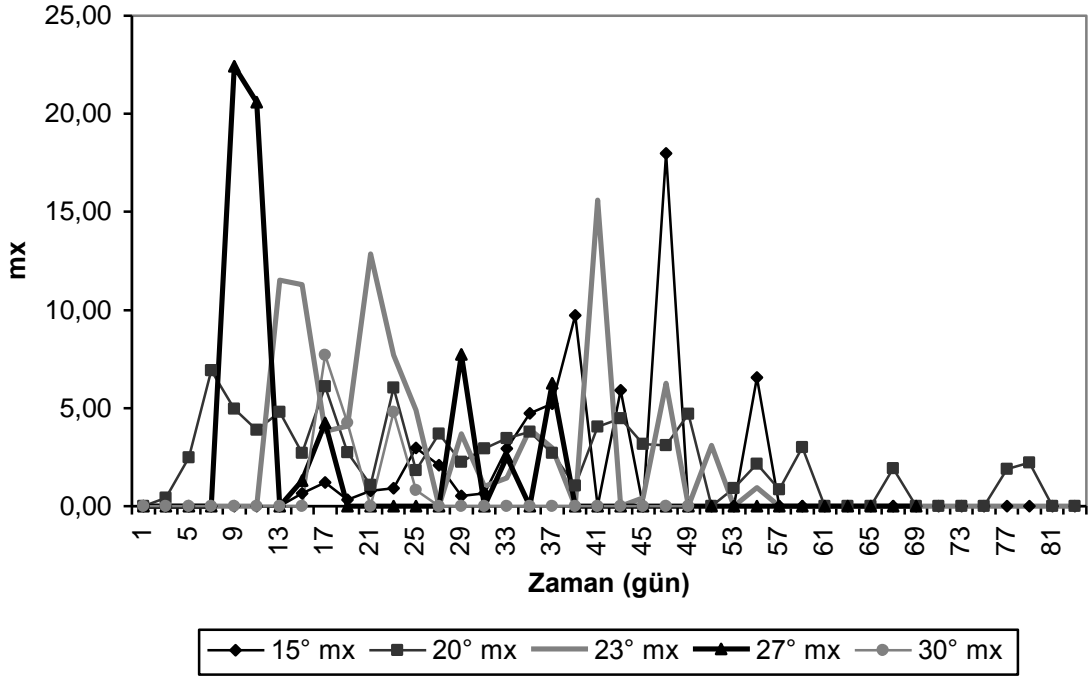
Şekil 4.12. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan ikinci kuşak dişilerin ömür uzunluklarının karşılaştırılması.



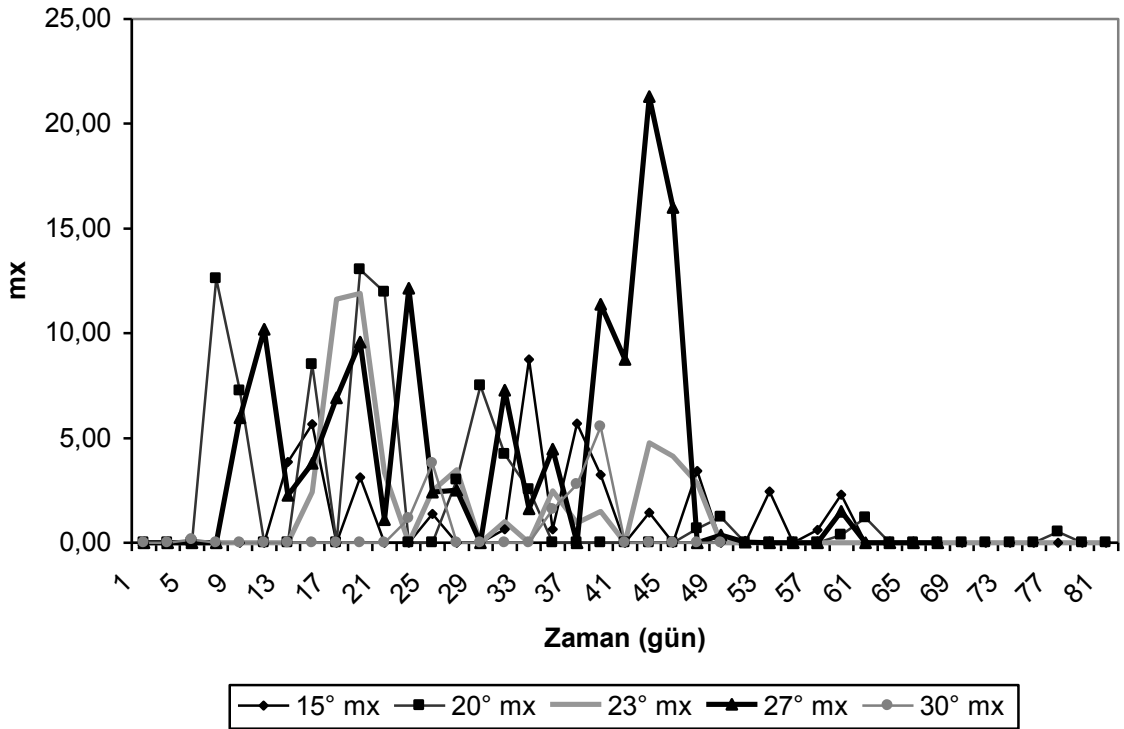
Şekil 4.13. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan birinci kuşak erkeklerin ömür uzunluklarının karşılaştırılması.



Şekil 4.14. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan ikinci kuşak erkeklerin ömür uzunluklarının karşılaştırılması.



Şekil 4.15. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan birinci kuşak dişilerde m_x değerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.16. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında hayat tablosu deneylerine alınan ikinci kuşak dişilerde m_x değerinin karşılaştırılması.

Şekil 4.15. ve Şekil 4.16.'da farklı sıcaklık koşullarında hazırlanan birinci ve ikinci kuşak hayat tablolarından elde edilen dişilere ait m_x grafiği verilmiştir. Buna göre en yüksek m_x değeri 27 °C'de elde edilmiştir. Bu sıcaklıkta genç bireylerden de yaşlı bireylerden de verimli döller elde edilebilmektedir. 23 °C' de kısa sürede çok sayıda yumurta alınırken, 20 °C' de daha uzun süre içinde m_x değerleri açısından düşük miktarlarda yumurta alınmıştır. Ancak her iki kuşakta da 20 °C' de alınan toplam yumurta sayısı 23 °C' de alınan yumurta sayısından daha fazladır. Birinci ve ikinci kuşaklarda 20 °C için hesaplanan R_0 değerleri (sırasıyla 69,3 ve 58,9) de 23 °C değerinden (67,9 ve 48,2) yüksektir. Ayrıca yapılan deneylerin tümü göz önüne alındığında en yüksek R_0 değeri 20 °C 'de gelişen birinci kuşak takımında gözlenmiştir (**Çizelge 4.21**).

En düşük ve en yüksek sıcaklık derecelerini m_x değerleri bakımından karşılaştıracak olursak, doğal artış oranı birinci kuşakta 15 °C 'ye oranla daha yüksek olan 30 °C sıcaklık koşulunda m_x değerleri, tüm sıcaklıklar arasında en düşük değerlerdir. Bununla beraber birinci kuşak takımları arasında m_x 'in aldığı en yüksek ikinci değer 15 °C dişileri tarafından üretilen yumurtalar ile hesaplanmıştır. Ayrıca optimum sıcaklıkta dişiler genç yaşlarda yumurta vermeye başlamışlar, 30°C sıcaklık koşulunda yetişen dişiler ise, hem birinci hem ikinci kuşakta ancak yaşlandıklarında yumurta verebilmişlerdir (**Şekil 4.15. ve Şekil 4.16.**). Tüm derecelerde erkek bireyler dişi bireylerden önce öldüklerinden, çiftleşemeyen yaşlı dişilerin yumurtalarının gelecek nesle katkısı da azalmıştır.

Üreme başarısı, uyumun temel bileşenlerinden biridir. Döl sayısı, döllerin hayatta kalma başarısı ve döllerin üreme oranı gibi birçok bileşeni içerir. Bütün organizmalar yaşamları boyunca üreme başarılarını en yükseğe çıkarma eğilimi gösterirler. Bazı r-selektif üreme stratejisine sahip genotipler için karakteristik özellikler, hızlı gelişim, erken ilk üreme yaşı, juvenil evrede düşük ölüm oranı, semelparite ve kısa ergin ömür uzunluğudur. Çevresel koşulların erginlerin uzun süre hayatta kalması için uygun olmadığı bazı popülasyonlarda, ergin bireyler hayatları boyunca sadece bir kez ürerler ve üremek için ellerine geçen bu tek fırsatta sahip oldukları enerjinin tümünü yeni döller için harcayıp ölürler (semelparite). Buna karşılık, çevresel koşulların erginlerin uzun süre hayatta kalması için uygun olduğu popülasyonlarda ise erginler, enerjilerinin bir kısmını

sadece üremek için değil, aynı zamanda kendi varlıklarının devamı için kullanırlar. İteroparite olarak adlandırılan bu modelde, yavaş gelişim, ertelenmiş üreme, juvenil evrede yüksek mortalite oranı karakteristiktir [**Erişöz, 2004 (Pianka, 1988; Futuyma, 2008; Armbruster, 2001)**]. Bu çalışmada 15 °C ile 27 °C arasındaki tüm takımlar 23 °C sıcaklık koşulunda gözlenen gecikme haricinde, genç yaşta yumurta vererek semelparite göstermiş, 30 °C'de ise ertelenmiş üreme gözlenmiştir. Aynı şekilde **Er (2007)**'in yaptığı çalışmada, *Anopheles superpictus* türünün 27 °C'de yetiştirildikten sonra 30 °C sıcaklık koşullarına alınan dişi bireylerde de iteroparite gözlenmiştir. Bu çalışmada birinci kuşakta 100 dişi bireyden ancak 2107 yumurta alınabilmiş, ikinci kuşakta ise bu sayı 1007'ye düşmüştür. Fakat bu yumurtalar, 30 °C sıcak ortam koşullarına dayanabilmiş az sayıdaki dişiden elde edilmiştir. Ayrıca daha önce de belirtildiği gibi r_m değerleri iki kuşak için de diğer ekstrem koşul olan 15 °C'den daha yüksek değerlerde bulunmuşlardır. Bunun sebebi, üremenin erken yaşlarda başlaması ve fekonditenin her yaş aralığında daha fazla olması olarak gösterilebilir (**Futuyma, 2008**).

R_0 ve r_m değerlerinde görülen artışın nedenlerinden biri de diğer bütün değerler eşit olduğunda her yaş aralığında hayatta kalan birey sayısının daha fazla olmasıdır. Bu çalışmada en yüksek erginleşme oranının 23 °C'de görülmesi, en yüksek R_0 değerinin de bu sıcaklıkta görülmesi beklentisini doğurmuştur. Fakat bu sıcaklıkta beklenen fekondite değerine ulaşılamamış, en yüksek r_m değeri ise 27 °C'de hesaplanmıştır. Ayrıca ikinci kuşak için hesaplanan T_c değeri de 20 °C değerlerinden uzun çıkmış, bu sonuç da 30 °C'de olduğu gibi yumurta sayısının düşük olması ve dişilerin beklenenden geç yumurta vermiş olmalarına bağlanmıştır. **2004** yılında **Erişöz** tarafından kum sinekleri ile gerçekleştirilen çalışmada 25 °C sıcaklık koşulunda larva gelişim süresi 28 °C'den daha uzun sürmesi beklenirken daha kısa sürmüştü, aynı zamanda R_0 ve r_m değerleri de beklenenden düşük bulunmuştur. Kum sinekleri ile gerçekleştirilen çalışmalara göre çevresel koşullar aynı tutulsa bile ergin öncesi evrelerin gelişim süresinin, kuşaklar, hatta aynı kuşakğa ait bireyler arasında da farklılık gösterebildiği belirtilmiş, ortaya çıkan bu farklılığın bireysel faktörlerden kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Ek olarak, *Anopheles superpictus* için yapılan hayat tablosu çalışmalarında, 25 °C sıcaklık koşullarında, optimum sıcaklık koşulu olan 27 °C'ye

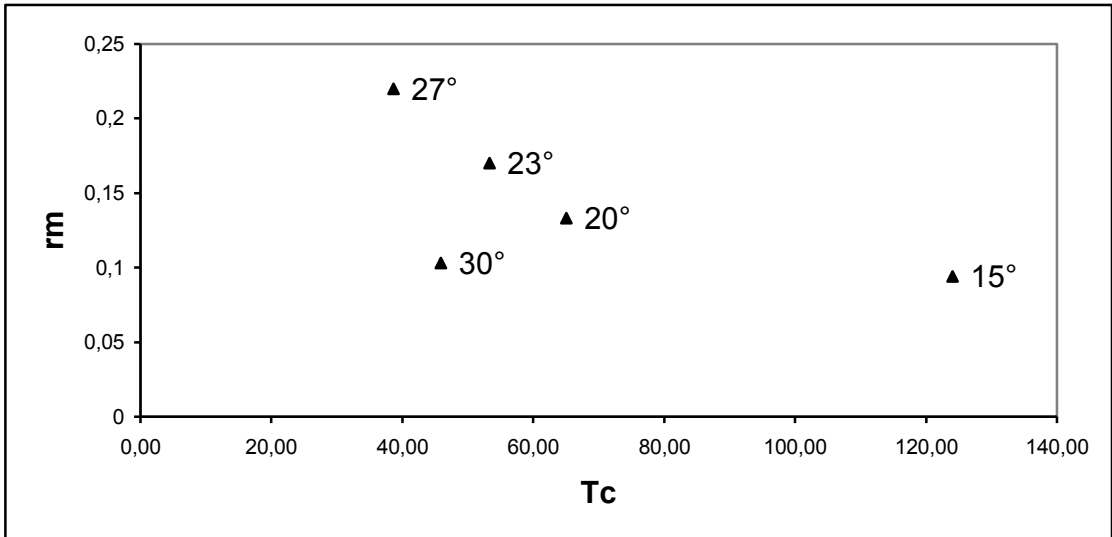
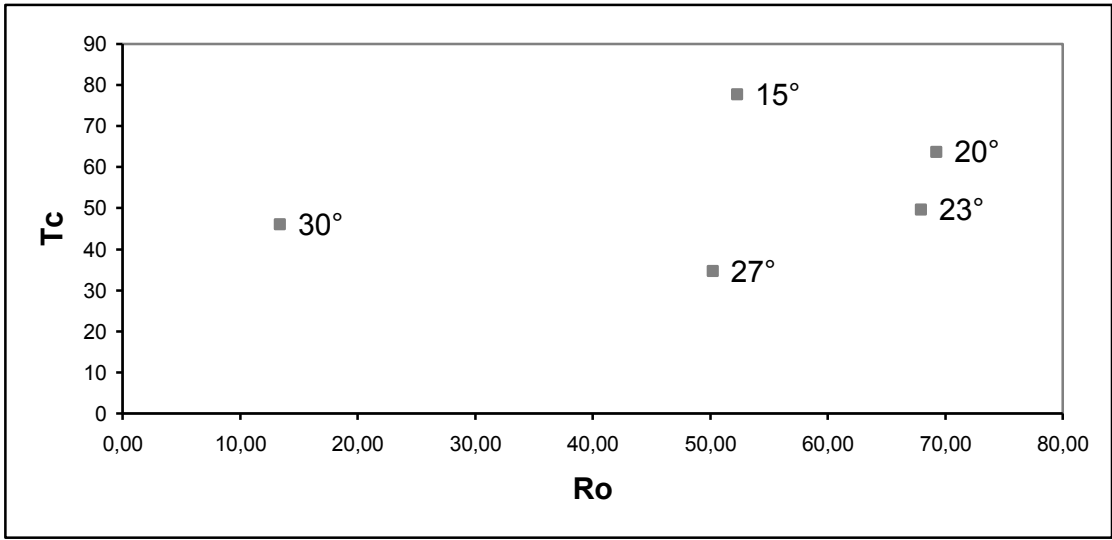
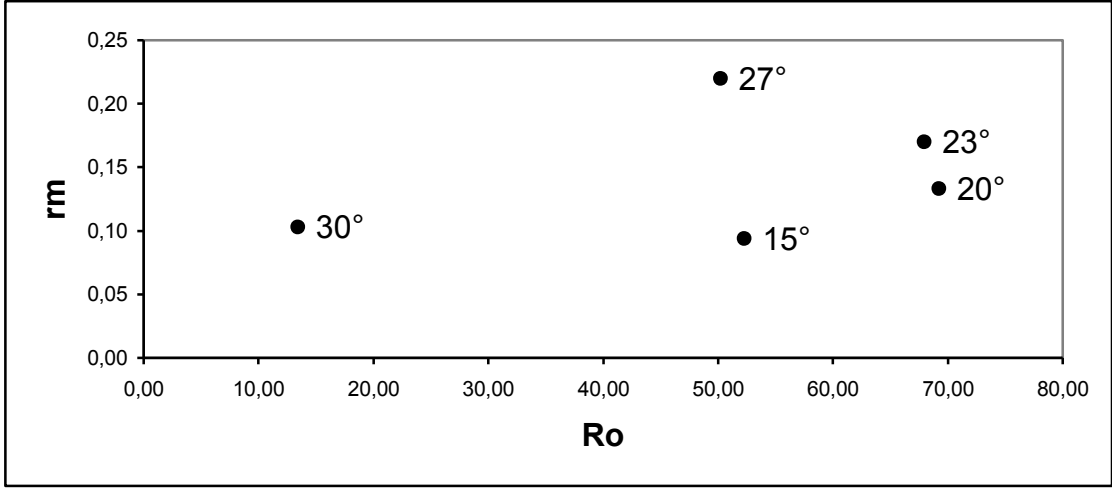
oranla T_c değeri daha yüksek bulunmuştur. Bu iki sıcaklık arasında R_0 ve r_m değerlerinde bir fark görülmemiştir (Er, 2007).

Walter ve Hacker (1974)'a göre bir türün popülasyonları arasında varyasyon görülmesi, oldukça yaygın bir durumdur. Araştırmacılar, bir türün popülasyonları arasında morfolojik varyasyonların yanı sıra yaşam öyküsü tipleri bakımından da varyasyon beklenmesi için çok daha fazla sebep olduğunu, evrimsel teori ilkesinin, bu varyasyonu gerektirdiğini öne sürmüştür. Bu araştırmacıların görüşlerini destekleyen bir çalışmayı **Suleman ve Reisen (1979)**, *Culex quinquefasciatus*'un Pakistan ırkı üzerine yapmış, Tayland, Amerika Birleşik Devletleri (**Walter ve Hacker, 1974**) ve Venezuela **Gomez ve arkadaşları (1977)** ırkları üzerine daha önce yapılan çalışmalardan elde edilmiş sonuçları analiz ederek kendi çalışması ile karşılaştırmıştır (Çizelge 4.23.)

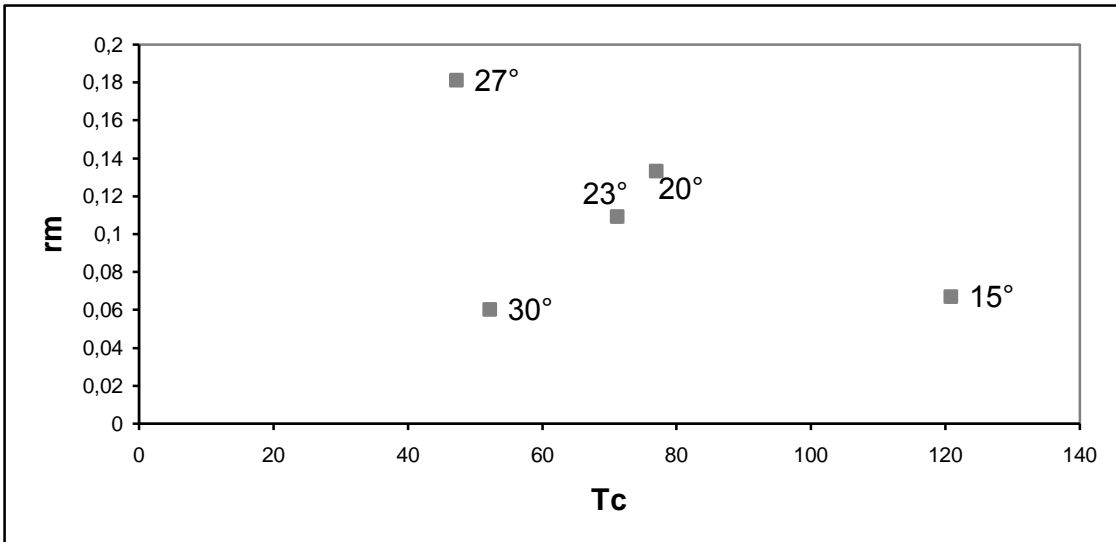
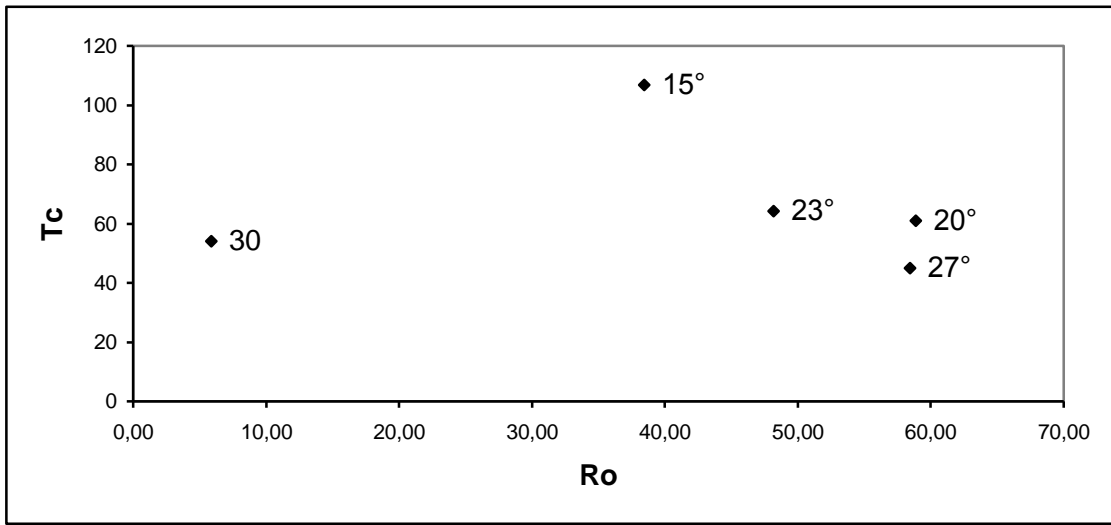
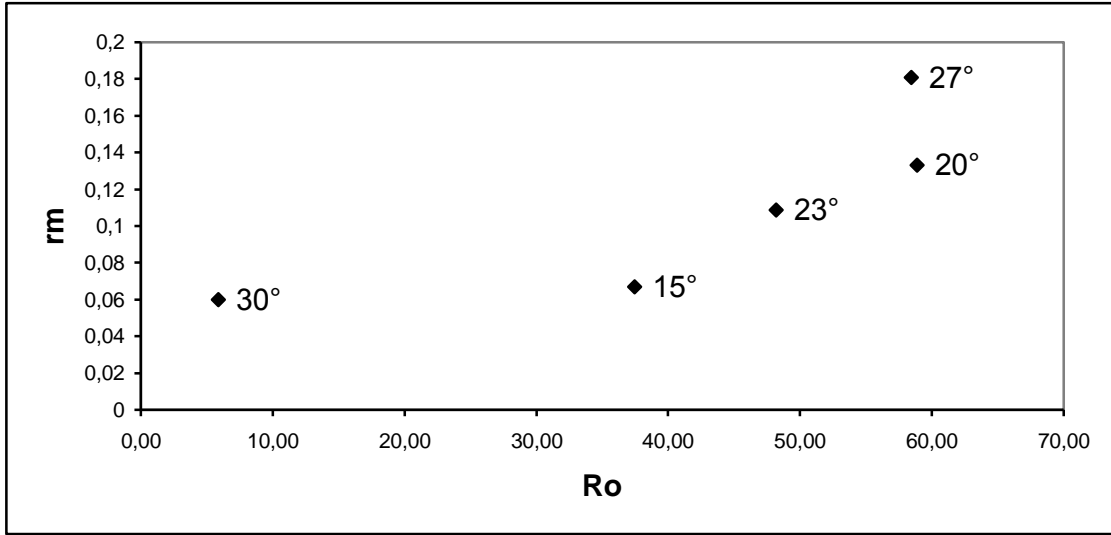
Çizelge 4.23. Suleman ve Reisen (1979)'e ve bu çalışmaya göre *Culex quinquefasciatus* için R_0 , r_m ve e_x değerleri.

	Pakistan	Tayland	A.B.D.	Venezuela	Bu çalışma
Sıcaklık	19,9 - 25,6	25- 27	25- 28	24- 26	27 ±2 (25- 29)
RH %	78 - 92	75- 80	75- 80	63- 83	60 ±10
Dişi e_x	74,13 ± 25,47	35,14 ±5,09	40,36 ±7,45	48,06 ±9,74	6,94
Erkek e_x	30,04 ± 11,16	16,4 ±7,46	24,22 ±2,86	30,6 ±4,65	4,73 ±0.115
R_0	58,57 ± 25,82	8,12 ±3,64	37,73 ±22	80,68 ±24,2	54,33 ±4,106
r_m	0,081 ± 0,02	0,174 ±0,086	0,293 ±0,086	0,154 ±0,016	0,220 ±0,028

Çizelge 4.23'de verilen değerler farklı çalışmalardan elde edilmiştir. Pakistan'da yapılan çalışmalarda r_m değeri hesaplanırken, a değeri bu tezde de olduğu gibi a= 0,5 olarak alındığında 0,081 değeri elde edilirken, Tayland ve ABD'de yapılan çalışmada olduğu gibi a = 1 olarak değerlendirildiğinde ise 0,236 sonucu elde edilmiştir. Bu şekilde değerlendirildiğinde Pakistan soyu ile ABD soyu arasında fark görülmemektedir. **Gomez vd. (1977)** Venezuela soyu ile elde ettiği verilerle **Birch (1948)**'in r_m formülünü (a değeri bu formülde bulunmamaktadır) kullanmış, elde edilen değer ise diğer soylardan düşük bulunmuştur. Bu çalışmada a = 0,51 olarak hesaplanmış, $r_m = 0,220$ değeri elde edilmiştir. Formülde a değeri yerine 1,02 kullanıldığı takdirde r_m değeri 0,260 bulunmaktadır. Bu durumda ABD, Pakistan soylarından ve bu çalışmadan elde edilen doğal artış oranları arasında fark olmadığı tespit edilmiştir.



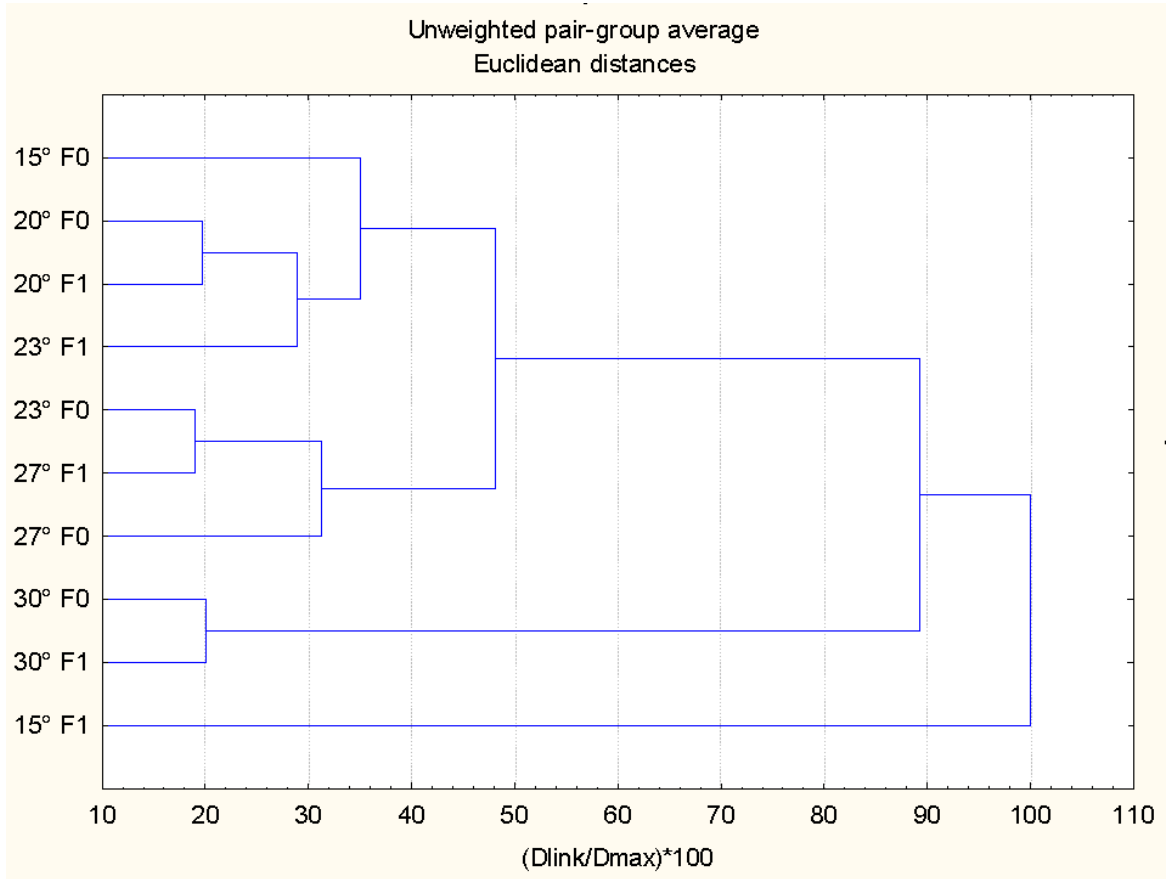
Şekil 4.17. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında birinci kuşak dişlerinin R_0 , r_m ve T_c değerlerine göre karşılaştırılması.



Şekil 4.18. 15 $^{\circ}C$, 20 $^{\circ}C$, 23 $^{\circ}C$, 27 $^{\circ}C$ ve 30 $^{\circ}C$ sabit sıcaklık koşullarında ikinci kuşak dışlarının R_o , r_m ve T_c değerlerine göre karşılaştırılması.

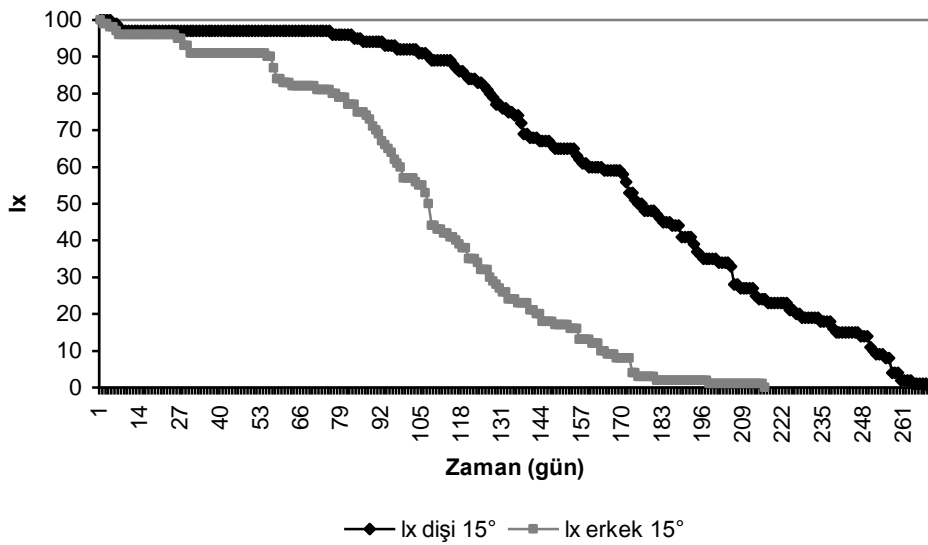
Doğada çevresel koşullar sürekli olarak değişiklik gösterir. Koşullar uygun olduğunda popülasyonun üreme ve mortalite durumunu bir arada gösteren doğal artış kapasitesi pozitif değer alıp, popülasyonda sayıca artış görülürken elverişsiz koşullarda negatif bir değer alır ve sayıca bir düşüş gözlenir (**Wargas et al., 2000**). Bu çalışmada farklı sıcaklık derecelerinde denemeye alınan *Culex quinquefasciatus* takımlarının görece yüksek r_m değerleri sayesinde beş sıcaklık koşulunda, popülasyonun yaşamını devam ettirebileceği belirlenmiştir. Sivrisinek türlerinde bu konuda kesin bir yargıya varabilmek için en az beş kuşak süresince takımlar gözlenmeli, r_m değerleri saptanmalıdır (**Şimşek ve ark., 2005**). Ancak bu çalışmada takımlar iki kuşak süresince takip edilmiş, takımların farklı sıcaklık koşullarına tepki olarak geliştirebilecekleri üreme stratejileri saptanamadan deneylere son verilmiştir. Yapılan çalışmada 20 °C ve 23 °C'de yetiştirilen takımlar ergin öncesi gelişim oranları açısından 27 °C sıcaklık koşulundan daha yüksek değerler alsalar da, net üreme oranı ve jenerasyon süreleri birlikte dikkate alındığında r_m değerleri, her iki kuşakta da optimum sıcaklık koşullarında elde edilen r_m değerine ulaşamamıştır. Bu sonuçlar, türün doğal yaşam habitat seçimi de göz önüne alındığında (bkz. Genel Bilgiler), elde edilmesi beklenen değerlerdir. Ergin öncesi dönem için uygun koşulların 20 °C ve 23 °C'deki sular, ergin bireylerin hayatta kalması ve neslini devam ettirebilmesi için ise uygun koşulların iki kuşak için de en yüksek çoğalma oranının tespit edildiği 27 °C koşulu olduğu düşünülmektedir (**Şekil 4.17. ve Şekil 4.18**).

Culex quinquefasciatus'ta ergin dönem hayat tablosu bulgularına ait R_0 , r_m , T_c , b , d , λ ile dişi ve erkeklerde ortalama e_x değerleri kullanılarak, STATISTICA istatistik programı ile Euclid mesafesi temel alınarak UPGMA fenogramı hazırlanmıştır (**Çizelge 4.21. ve Şekil 4.19.**). Fenogram incelendiğinde, 15 °C ikinci kuşak takımının diğer sıcaklıklardan ayrıldığı, 23 °C gruplarının ise 20 °C ve 27 °C gruplarına yakın olduğu gözlenmiştir. En yüksek sıcaklık derecesi olan 30 °C'de birinci ve ikinci kuşakların birlikte gruplaştıkları tespit edilmiştir.



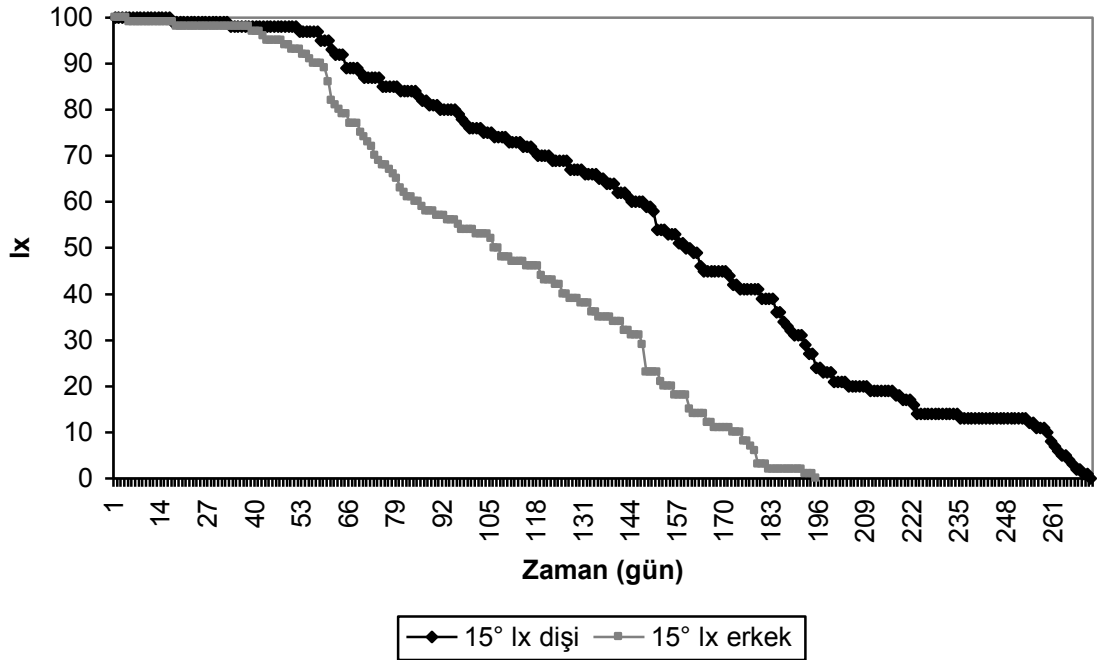
Şekil 4.19. *Culex quinquefasciatus*'ta ergin döneme ait hayat tablosu parametrelerinin verileri temel alınarak hazırlanan UPGMA fenogramı.

4.1.11. 15 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci ve İkinci Kuşak Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları



Şekil 4.20. 15 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.

15 °C'de yetiştirilen larvalardan elde edilen ve ayrı kafeslerde yetiştirilen, 100 dişi ve 100 erkekten oluşan birinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımlarına ait hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.20.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireylerin ortalama ömür uzunluğu $173\pm5,77$ gün, erkek bireylerin ise $106\pm4,39$ gün olarak belirlenmiştir. Ortalama ömür uzunluğu hayat tablosu takımlarında dişiler için $99,4\pm57,5$, erkekler için $66,6\pm38,4$ gün olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.21**). Dişi bireylerin hayatta kalma eğrileri arasında biçimsel açıdan önemli bir fark gözlenmemiş, erkek bireylerde ise hayat tablosu erginlerinde gözlenen yüksek ölüm oranının yerini sabit bir ölüm oranının aldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. 15 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.

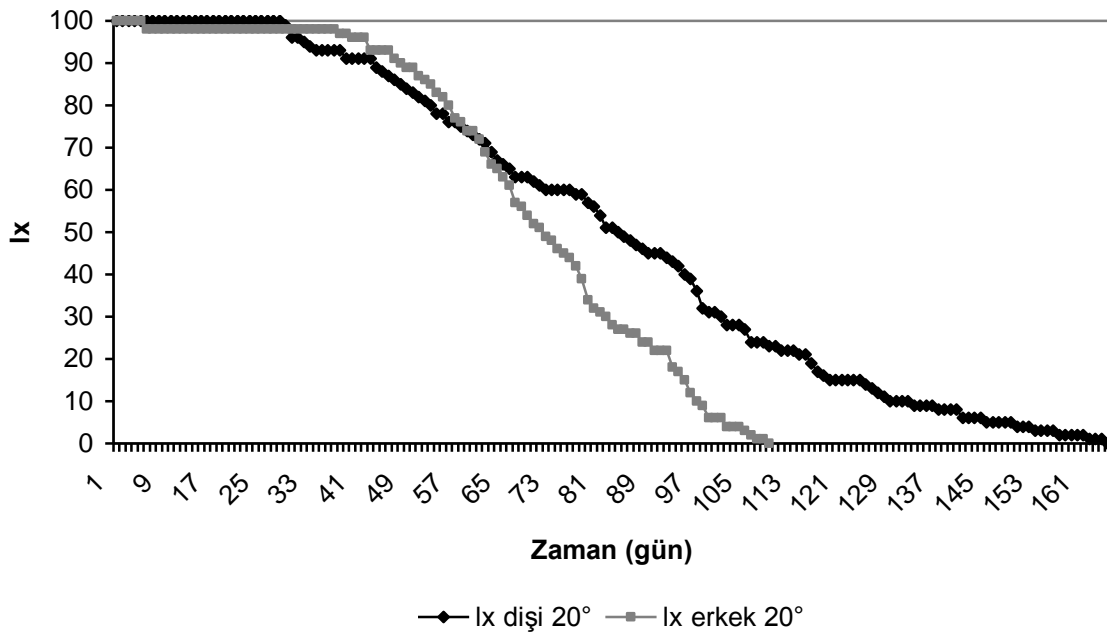
İkinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri ise **Şekil 4.21.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler ortalama $156\pm6,39$ gün, erkek bireyler ise $108\pm4,56$ gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu hayat tablosu takımlarında dişiler için $97,5\pm56,3$ gün, erkekler için $69,7\pm40,1$ gün olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.21**).

Buna göre 15 °C sıcaklık koşulunda çiftleşmeyen ergin bireyler, hayat tablosu takımlarındaki ergin bireylerden daha uzun süre hayatta kalmışlardır. Çiftleşme

davranışı gösteren erkeklerde, genç bireylerde yüksek ölüm oranı gözlenirken, dişiler ile ayrı kafeslerde bulunan erkek bireylerde önce sabit bir ölüm oranı gözlenmiş, zamanla ölüm oranı artmıştır.

4.1.12. 20 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci ve İkinci Kuşak Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları

20 °C'de yetiştirilen larvalardan elde edilen ve ayrı kafeslerde yetiştirilen, 100 dişi ve 100 erkekten oluşan birinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.22.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler ortalama $85 \pm 3,38$ gün, erkek bireyler ise $71 \pm 1,99$ gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu hayat tablosu takımlarında dişiler için $57,1 \pm 35,5$, erkekler için $42,5 \pm 31,7$ gün olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.21**). Hayat tablosu takımındaki erginlerin hayatta kalma eğrileri, yaşa bağlı mortalite takımındaki erginlerin hayatta kalma eğrilerine oranla daha yüksek ölüm oranı göstermiştir.



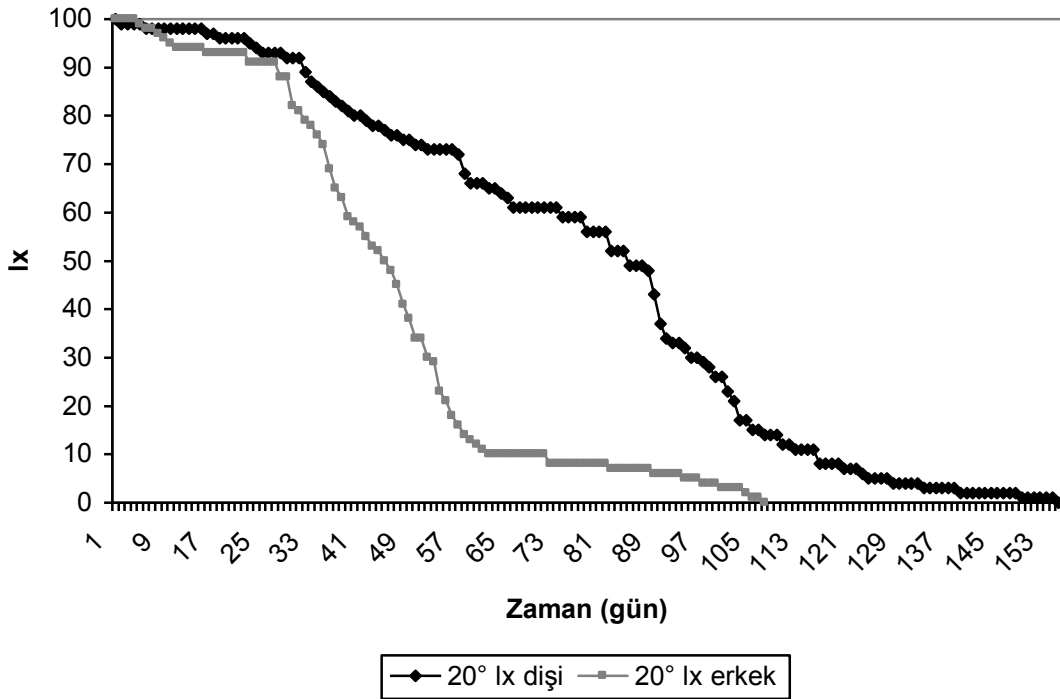
Şekil 4.22. 20 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.

İkinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri ise **Şekil 4.23.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler ortalama $76 \pm 3,31$ gün, erkek bireyler

ise $45 \pm 2,04$ gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu hayat tablosu takımlarında dişiler için $51,7 \pm 39,3$ erkekler için $23,5 \pm 22,5$ gün olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.21**).

Elde edilen sonuçlara göre $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşulunda çiftleşmeyen ergin bireyler, hayat tablosu takımlarındaki ergin bireylerden daha uzun süre hayatta kalmışlardır. Yaşa bağlı mortalite deneyleri birbiri ile karşılaştırılacak olursa, $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşulunda yetiştirilen takımlar $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşulundaki erginlerden daha kısa süre hayatta kalmışlardır.

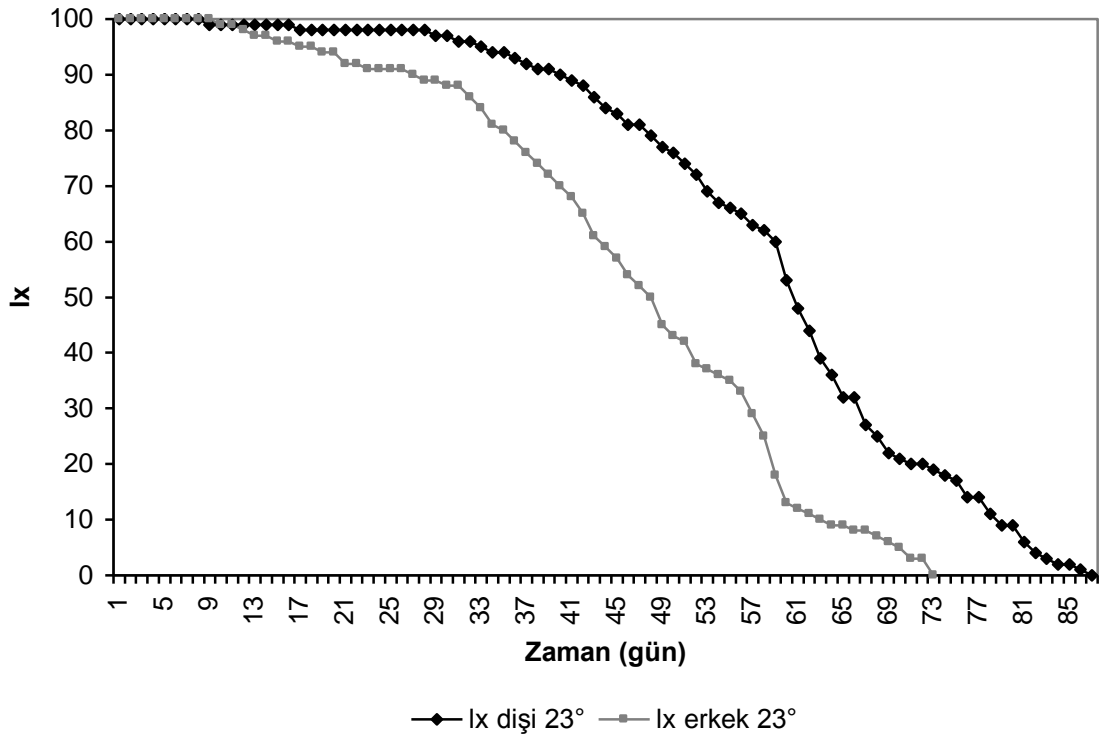
$20\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşulunda yetiştirilen birinci ve ikinci kuşaklar arasında ise ortalama ömür uzunlukları açısından anlamlı bir fark bulunmasa da, ölüm oranlarındaki artışlar arasında belirgin bir fark bulunmaktadır.



Şekil 4.23. $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.

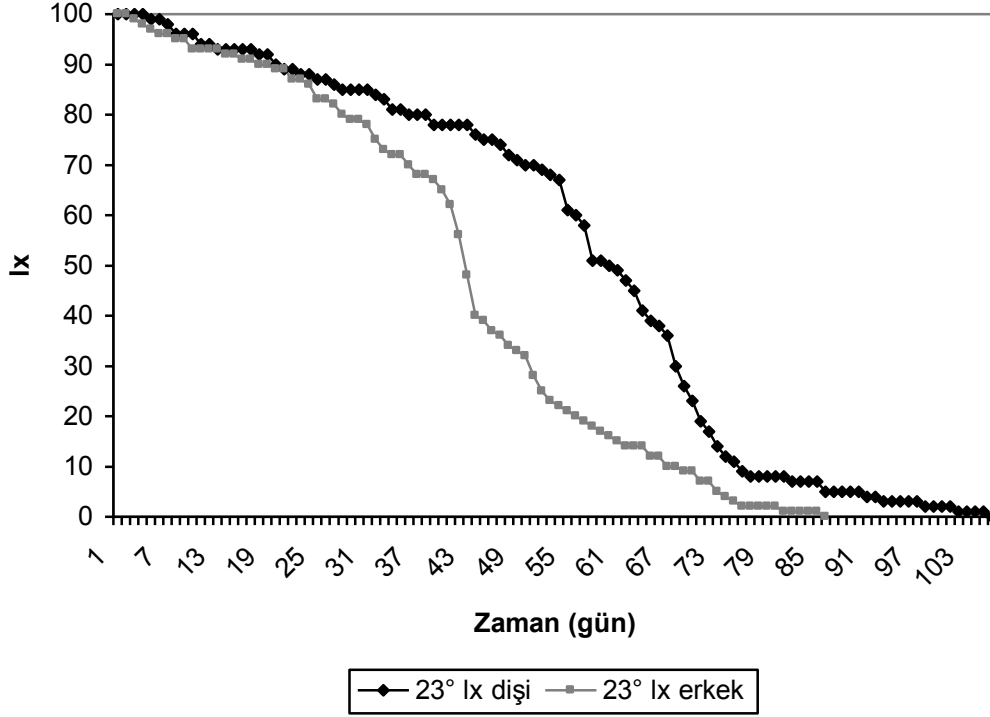
4.1.13. 23 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci ve İkinci Kuşak Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları

23 °C'de yetiştirilen larvalardan elde edilen ve ayrı kafeslerde yetiştirilen, 100 dişi ve 100 erkekten oluşan birinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.24.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler ortalama $59 \pm 1,49$ gün, erkek bireyler ise $46 \pm 1,46$ gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu hayat tablosu takımlarında dişiler için $34,8 \pm 24,9$, erkekler için $29,9 \pm 22,7$ gün olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.21**).



Şekil 4.24. 23 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.

İkinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri ise **Şekil 4.25.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler ortalama $55 \pm 2,18$ gün, erkek bireyler ise $42 \pm 1,79$ gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu hayat tablosu takımlarında dişiler için $37,8 \pm 26,7$, erkekler için $36,1 \pm 25,1$ gün olarak bulunmuştur. Dişi bireylerin hayatta kalma eğrileri arasında biçimsel açıdan önemli bir fark gözlenmemiş, erkek bireylerde ise hayat tablosu erginlerinde gözlenen yüksek ölüm oranının yerini sabit bir ölüm oranının aldığı tespit edilmiştir.



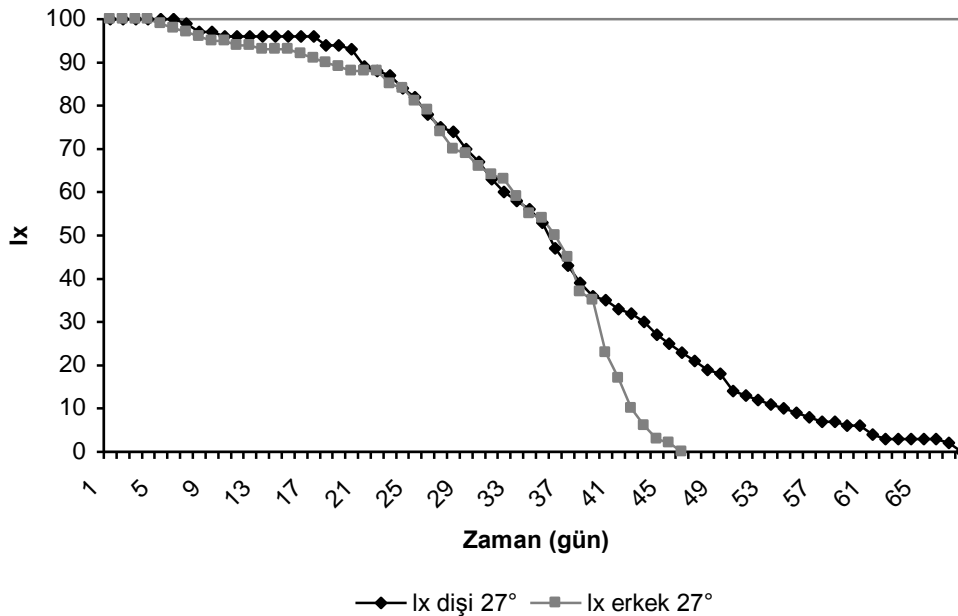
Şekil 4.25. 23 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.

Buna göre 23 °C sıcaklık koşulunda çiftleşmeyen ergin bireyler, hayat tablosu takımlarındaki ergin bireylerden daha uzun süre hayatta kalmışlardır. Çiftleşme davranışı gösteren erkeklerde, genç bireylerde yüksek ölüm oranı gözlenirken, dişiler ile ayrı kafeslerde bulunan erkek bireylerde önce sabit bir ölüm oranı gözlenmiş, zamanla ölüm oranı artmıştır.

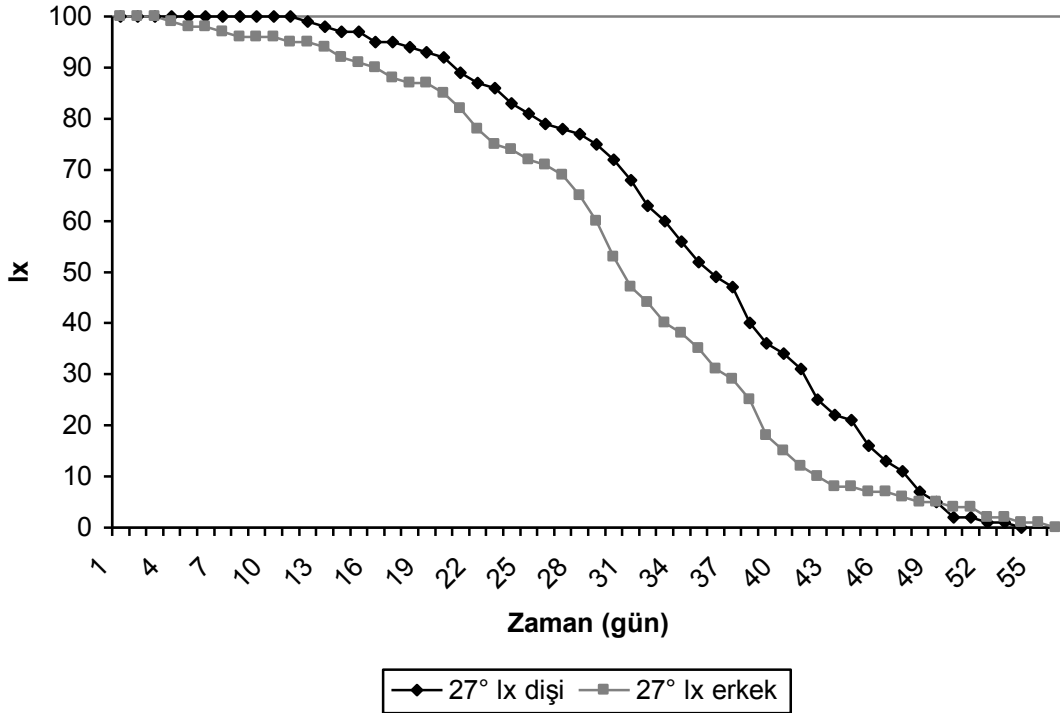
Yaşa bağlı mortalite deneyleri birbiri ile karşılaştırılacak olursa, 23 °C sıcaklık koşulunda yetiştirilen takımlar 20 °C ve 15 °C sıcaklık koşulundaki erginlerden daha kısa süre hayatta kalmışlardır ve ortalama ömür uzunlukları birbirlerinden anlamlı şekilde farklıdır.

4.1.14. 27 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci ve İkinci Kuşak Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları

27 °C'de yetiştirilen larvalardan elde edilen ve ayrı kafeslerde yetiştirilen, 100 dişi ve 100 erkekten oluşan birinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri Şekil 4.26.'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler ortalama $36 \pm 1,31$ gün, erkek bireyler ise $32 \pm 0,98$ gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu hayat tablosu takımlarında dişiler için $35,3 \pm 23,9$, erkekler için $32,5 \pm 23,7$ gün olarak bulunmuştur. Bu sıcaklık koşullarında ilk kez hayat tablosu deneylerinde kullanılan erginler ile yaşa bağlı mortalite deneylerinde kullanılan erginlerin yaşam uzunlukları birbirine benzerlik göstermiştir. Dişi ve erkek bireylerde hayat tablosu erginlerinde gözlenen yüksek ölüm oranının yerini sabit bir ölüm oranının aldığı tespit edilmiştir. Yaşa bağlı mortalite, birinci kuşak takımında diğer sıcaklık koşullarından farklı olarak, dişi ve erkek hayatta kalma eğrileri önce benzer ölüm oranları göstermiş, daha sonra erkek bireylerde gözlenen yüksek ölüm oranı nedeniyle dişi bireylerden ayrılmışlardır.



Şekil 4.26. 27 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.



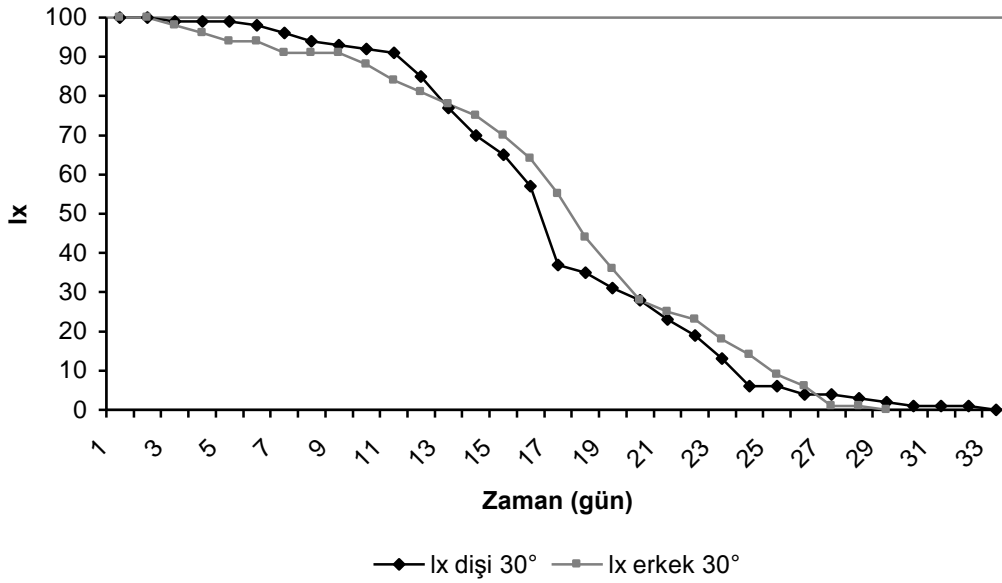
Şekil 4.27. 27 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.

İkinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri ise **Şekil 4.27.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler ortalama $30 \pm 1,06$ gün, erkek bireyler ise $34 \pm 0,98$ gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu hayat tablosu takımlarında dişiler için $29,8 \pm 17,6$, erkekler için $22,8 \pm 16,8$ gün olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.21**). Bu kuşakta ise dişi ve erkek bireyler birbirlerine benzer ölüm oranları göstermiş, sonuçta erkek bireylerin ortalama hayatta kalma süresi, dişi bireylerinkinden yüksek bulunmuştur.

Buna göre 27 °C sıcaklık koşulunda çiftleşmeyen ergin bireyler, hayat tablosu takımlarındaki ergin bireylerden daha uzun süre hayatta kalmışlardır. Çiftleşme davranışı gösteren erkek ve dişilerde, genç bireylerde yüksek ölüm oranı gözlenirken, ayrı kafeslerde bulunan dişi ve erkek bireylerde önce sabit bir ölüm oranı gözlenmiş, zamanla ölüm oranı artmıştır.

4.1.15. 30 °C Sıcaklık Koşulu İçin Birinci ve İkinci Kuşak Yaşa Bağlı Mortalite Bulguları

30 °C'de yetiştirilen larvalardan elde edilen ve ayrı kafeslerde yetiştirilen, 100 dişi ve 100 erkekten oluşan birinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri **Şekil 4.28.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler ortalama $16\pm0,53$ gün, erkek bireyler de $16\pm0,59$ gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu hayat tablosu takımlarında dişiler için $22,6\pm15,7$, erkekler için $21,2\pm14,4$ gün olarak bulunmuştur. Yaşa bağlı mortalite takımları dişi ve erkek bireylerinde, hayat tablosu erginlerinde gözlenen yüksek ölüm oranının yerini önce sabit bir ölüm oranının aldığı, daha sonra ölüm oranlarının birlikte azaldığı ve aynı gün sona erdiği tespit edilmiştir.

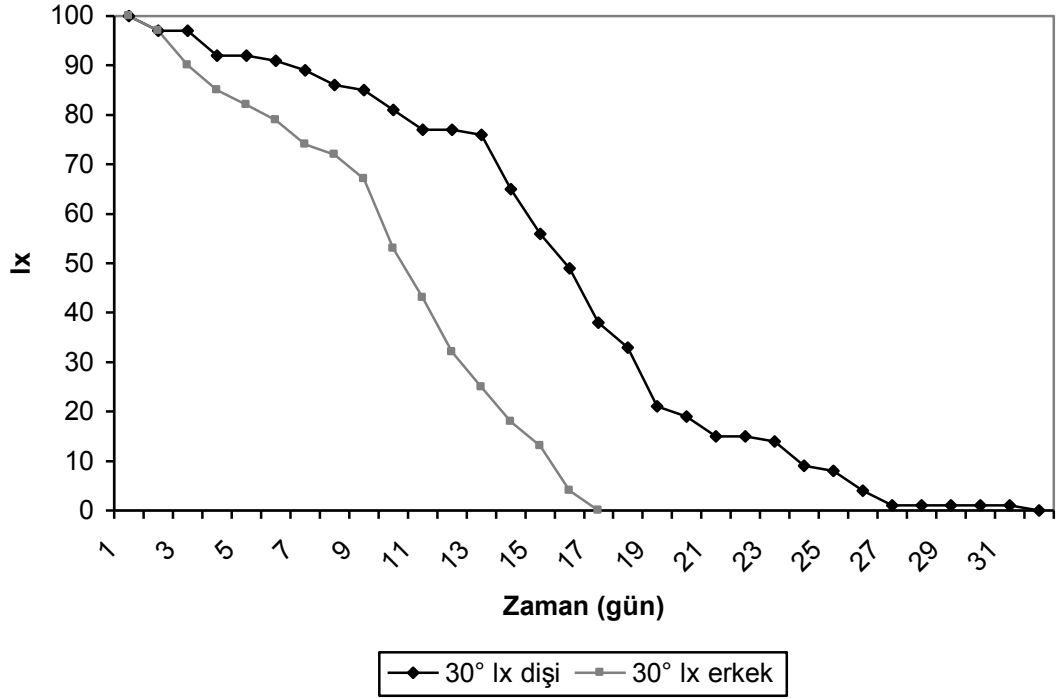


Şekil 4.28. 30 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.

İkinci kuşak *Culex quinquefasciatus* takımına ait hayatta kalma eğrileri ise **Şekil 4.29.**'de gösterilmiştir. Buna göre dişi bireyler ortalama $15\pm0,62$ gün, erkek bireyler ise $9\pm0,42$ gün hayatta kalabilmişlerdir. Ortalama ömür uzunluğu hayat tablosu takımlarında dişiler için $21,7\pm14,1$, erkekler için $22,3\pm13,9$ gün olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.21**).

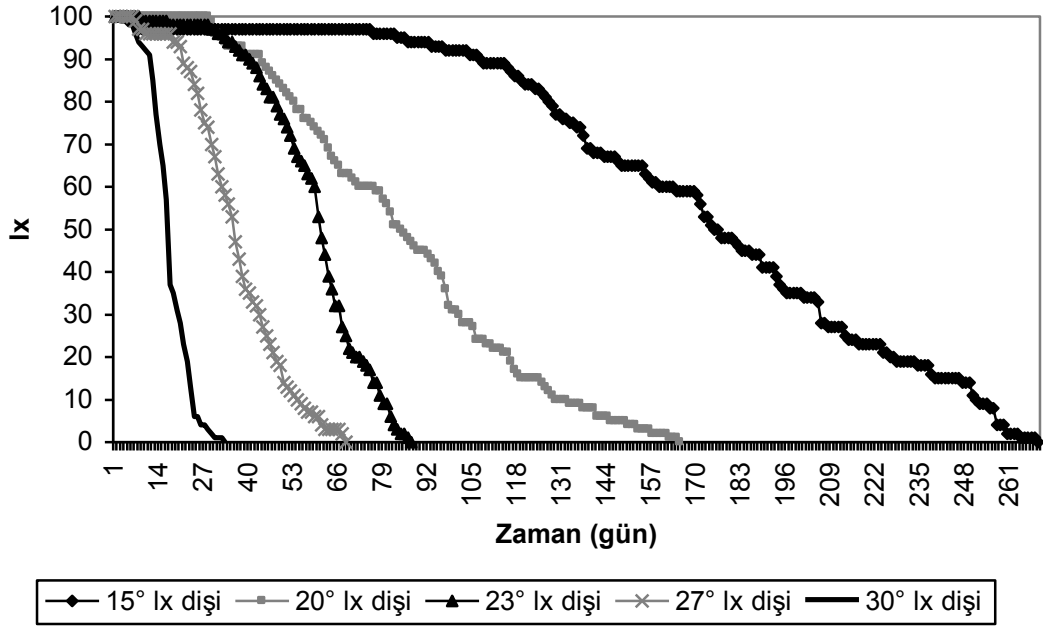
Buna göre 30 °C sıcaklık koşulunda çiftleşmeyen ergin bireyler, hayat tablosu

takımlarındaki ergin bireylerden ve tüm diğer sıcaklık koşullarındaki takımlardan daha kısa süre hayatta kalmışlardır.

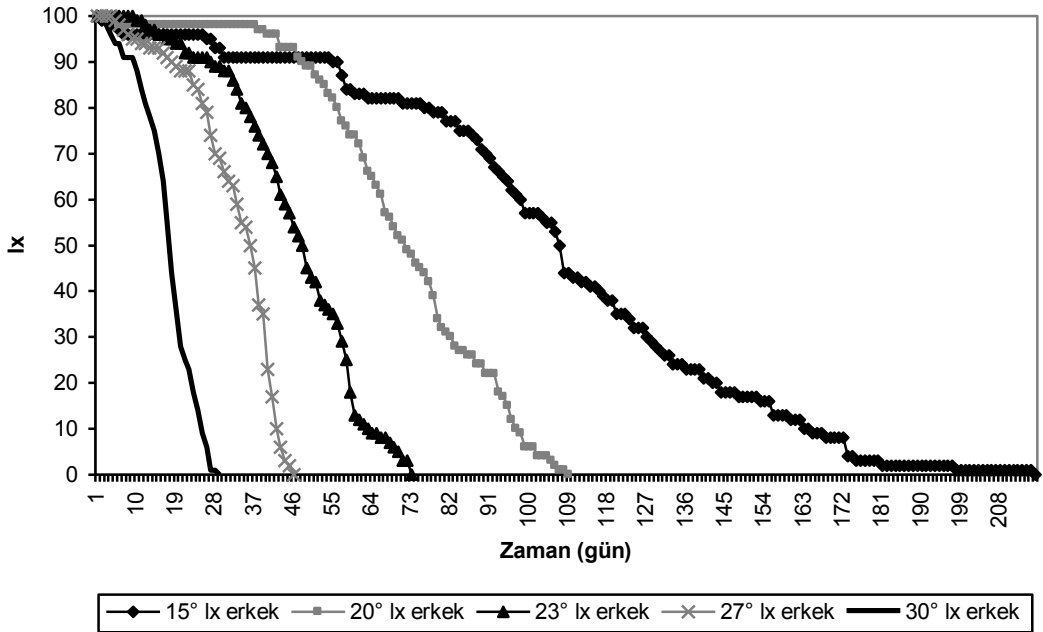


Şekil 4.29. 30 °C sıcaklık koşulunda ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkek ve dişilerin hayatta kalma eğrileri.

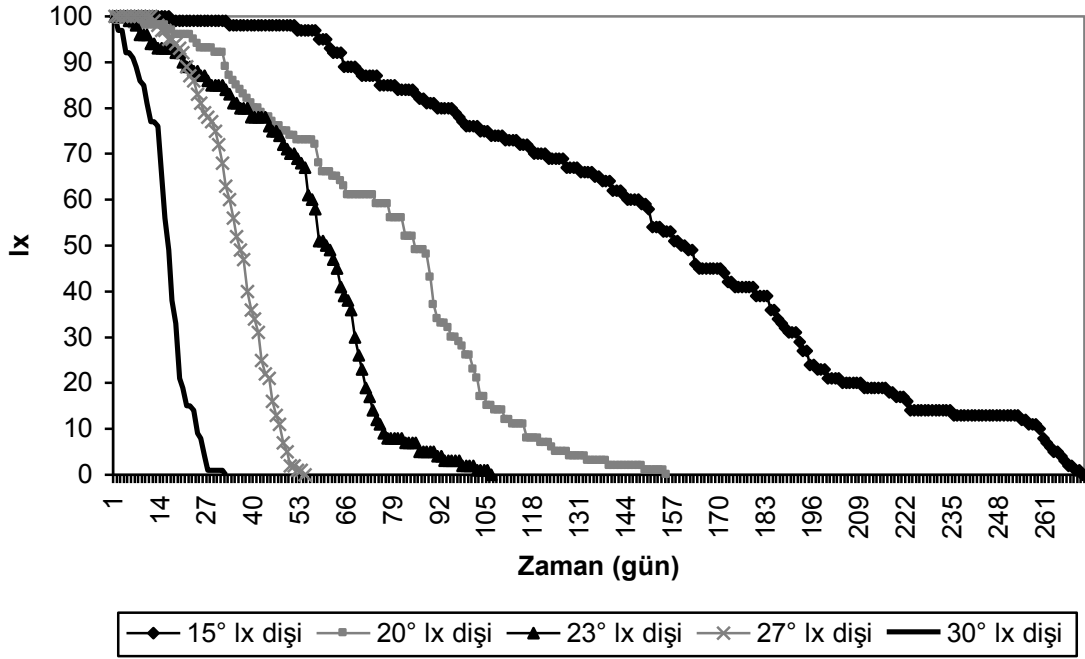
30 °C sıcaklık koşulunda ilk kez erkek bireylerin ortalama ömür uzunlukları dişi bireylerden düşük değerler elde etmiştir. Yaşa bağlı mortalitenin birinci kuşak takımlarında eşit ömür uzunlukları gözlenmiş, hayat tablosu deneylerinde ise ikinci kuşak takımında erkek bireylerin ortalama ömür uzunluklarının dişilerden bir gün daha uzun olduğu tespit edilmiştir.



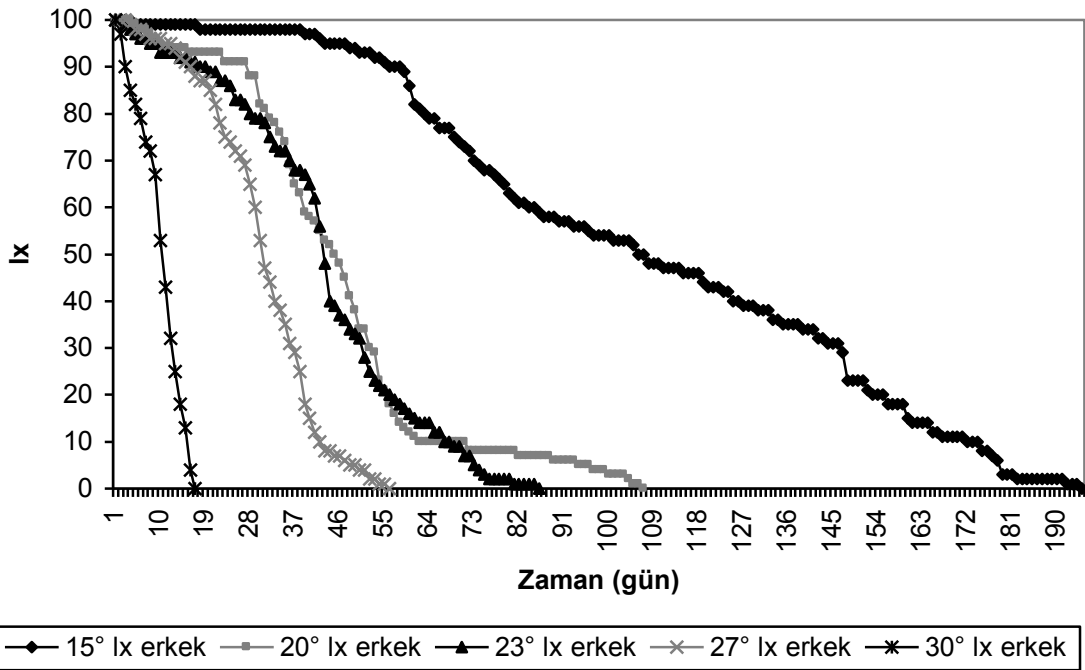
Şekil 4.30. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak dişilerin hayatta kalma eğrileri.



Şekil 4.31. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci kuşak erkeklerin hayatta kalma eğrileri.

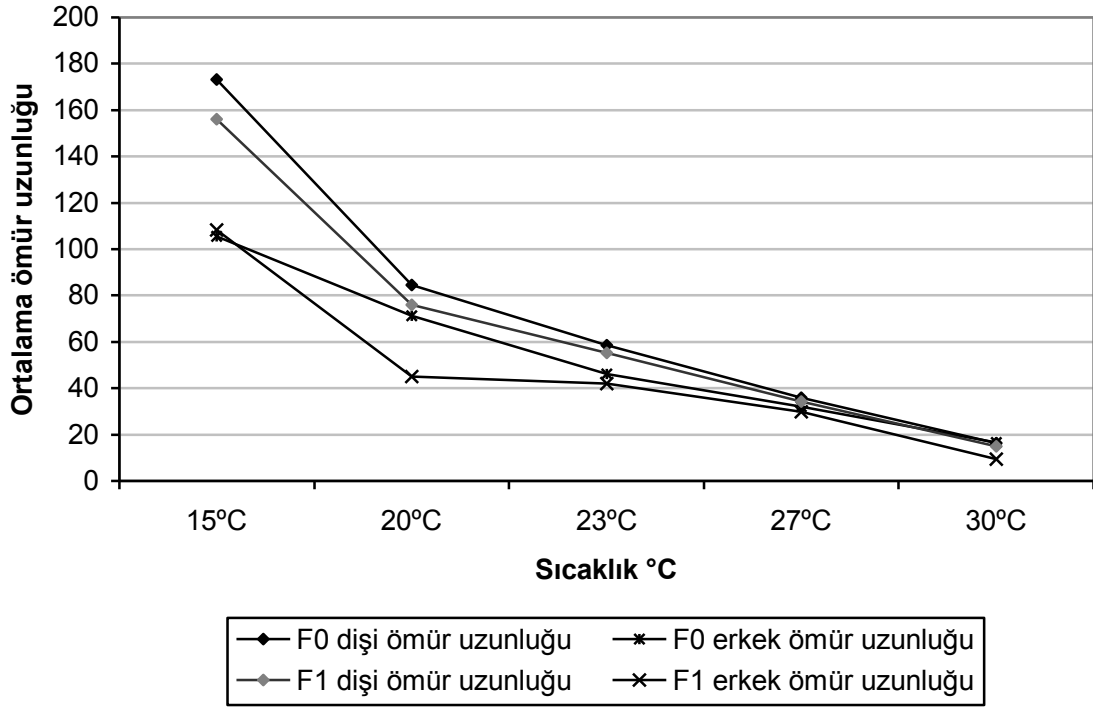


Şekil 4.32. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak dişilerin hayatta kalma eğrileri.



Şekil 4.33. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen ikinci kuşak erkeklerin hayatta kalma eğrileri.

Birinci ve ikinci kuşak dişi ve erkek bireylerinde farklı sıcaklık koşullarında elde edilen ortalama ömür uzunluğu değerleri **Şekil 4.34**'de verilmiştir. Birinci kuşak takımlarında, sıcaklık ile ortalama dişi ve erkek yaşam uzunlukları arasında negatif korelasyon ($p= 0,01$; $p=0,01$) anlamlı bulunmuştur. Yine ikinci kuşak takımlarında da, sıcaklık ile ortalama dişi ve erkek yaşam uzunlukları arasında negatif korelasyon ($p= 0,01$; $p=0,05$) saptanmıştır.

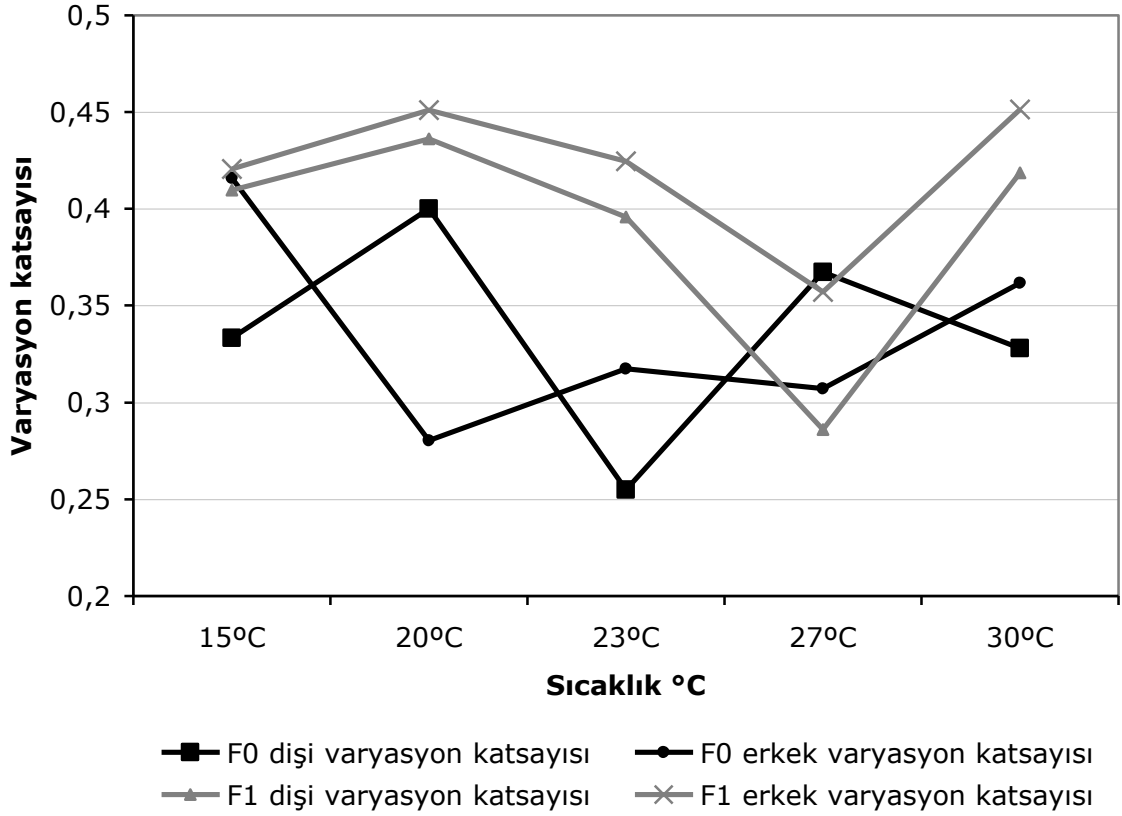


Şekil 4.34. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci ve ikinci kuşak, dişi ve erkeklerin yaşam uzunlukları.

Yaşa bağlı mortalite deneylerinden elde edilen yaşam uzunlukları, hayat tablosu deneylerinden elde edilen yaşam uzunluğu verileriyle karşılaştırıldığında, 15 °C, 20 °C ve 23 °C sıcaklık koşullarında, virjin bireylerin çiftleşen ve kan emen bireylerden daha uzun süre yaşadıkları tespit edilmiştir. Optimum sıcaklık koşullarında ise birinci kuşak erkek bireylerinin, ikinci kuşak dişi bireylerinin ortalama ömür uzunlukları arasında fark görülmemiştir. En yüksek sıcaklık derecesinde ise iki kuşak için de virjin bireylerin çiftleşen ve kan emen bireylerden daha kısa süre yaşadıkları ortaya çıkmıştır.

Yaşa bağlı mortalitenin artış oranları karşılaştırıldığında ise birinci kuşakta sıcaklık

ile dişi ve erkek b değerleri arasında pozitif korelasyon ($p= 0,05$; $p= 0,01$) saptanmıştır. Varyasyon katsayıları ile sıcaklık arasında korelasyon olmadığı görülmüştür. İkinci kuşakta ise sıcaklık ile b değerleri arasında anlamlı bir korelasyon olmadığı halde, sıcaklık ile varyasyon katsayıları arasında pozitif korelasyon ($p= 0,01$; $p=0,05$) bulunmuştur.

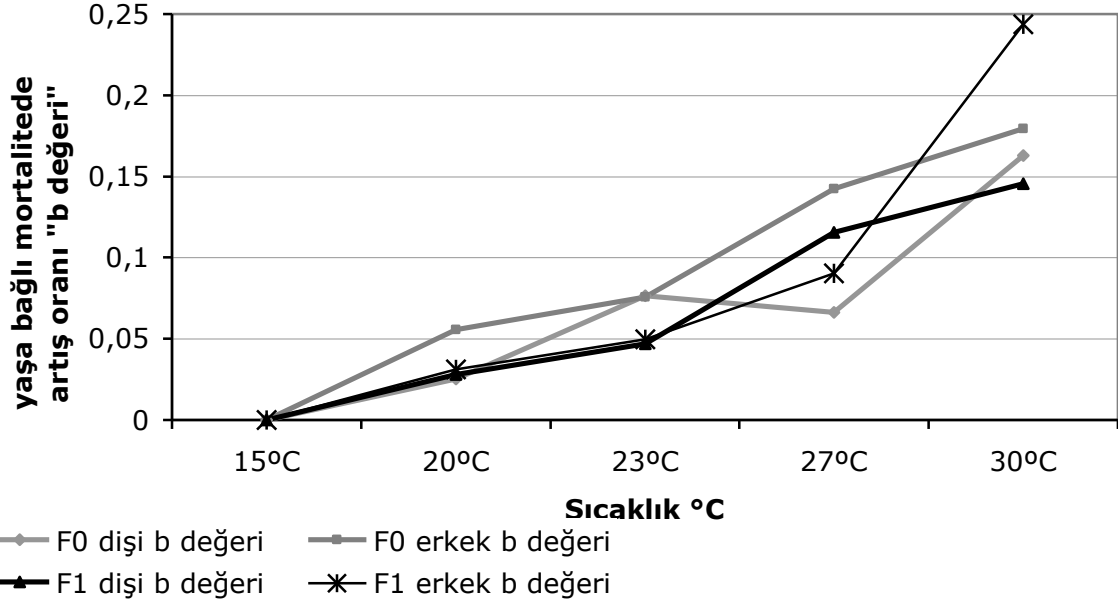


Şekil 4.35. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci ve ikinci kuşak, dişi ve erkeklerin varyasyon katsayıları.

Birinci kuşak dişi ve erkek bireylerde görülen varyasyon her sıcaklık derecesi için farklı sonuçlar vermiştir. 20 °C ile 23 °C erkek bireylerinde ve 15 °C ile 23 °C dişi bireylerinde beklenenden oldukça düşük varyasyon görülmüştür.

İkinci kuşak erginlerde ise dişi ve erkek bireylerin varyasyon katsayıları tüm sıcaklık derecelerinde birbirine yakınlık göstermiştir. Tüm sıcaklıklarda dişi bireylerin varyasyon katsayıları erkek bireylerinkinden düşük değerler almıştır. 27 °C sıcaklık koşullarına adapte olmuş koloniye ait erginler kullanılarak hazırlanan

deneylerde beklendiği gibi varyasyon en düşük oranda 27 °C'de gözlenmiştir. 30 °C'de artış gösteren varyasyon, sıcaklık düştükçe de artış göstermiştir. 15 °C sıcaklık koşulunda dişi bireylerin varyasyon katsayısı düşüş göstererek 20 °C ve 23 °C'de görülen değerlerin arasında bir değer almıştır. Erkek bireyler ise 23 °C'de görülen varyasyondan da düşük bir değer almıştır.

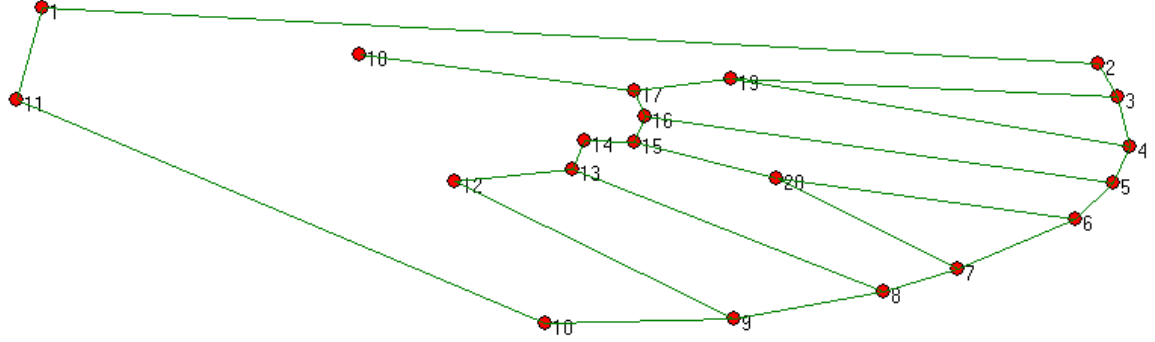


Şekil 4.36. 15 °C, 20 °C, 23 °C, 27 °C ve 30 °C sabit sıcaklık koşullarında ayrı kafeslerde yetiştirilen birinci ve ikinci kuşak, dişi ve erkeklerin yaşa bağlı mortalite artış oranları ("b" değerleri).

Sıcaklığın artışına bağlı olarak, birinci neslin 27 °C sıcaklık derecesi dişi bireyleri dışında, tüm takımlar ve eşeylerde yaşa bağlı mortalite artış oranlarının (b değeri) arttığı belirlenmiştir. Birinci kuşak takımları 15 °C ve 23 °C sıcaklık koşullarında, ikinci kuşak takımları ise 15 °C, 20 °C ve 23 °C sıcaklık koşullarında, b değerleri açısından eşeyler arasında fark görülmemiştir. İki kuşak için de 27 °C'de ölüm artış oranlarında farklar görülmeye başlanmış, en yüksek sıcaklık değerine ulaşıldığında ise özellikle ikinci kuşak için elde edilen b değerleri arasında büyük fark olduğu belirlenmiştir.

4.2. *Culex quinquefasciatus*'ta Morfometrik Bulgular

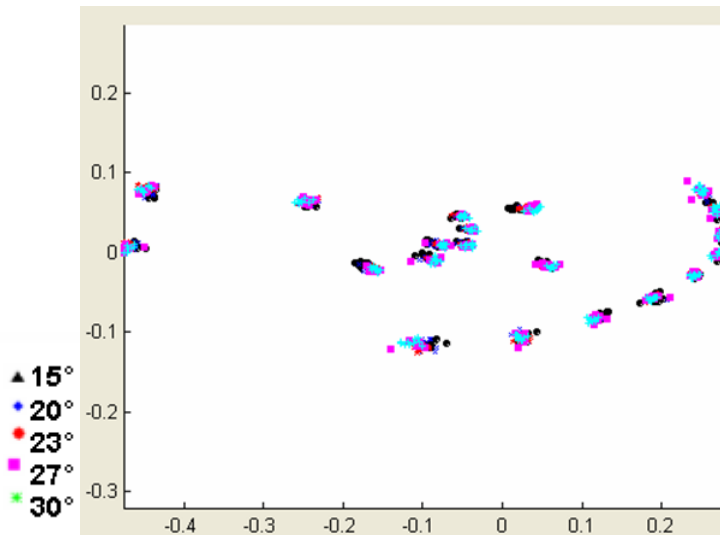
Geometrik morfometri çalışmaları sol ön kanattan tespit edilen 20 landmark kullanılarak birinci kuşak dişi ve erkek bireylerde ayrı analizler yapılmıştır.



Şekil 4.37. Dişi ve erkek bireyler için ortalama örnek üzerinde 20 landmarkın kanat üzerindeki dağılımı.

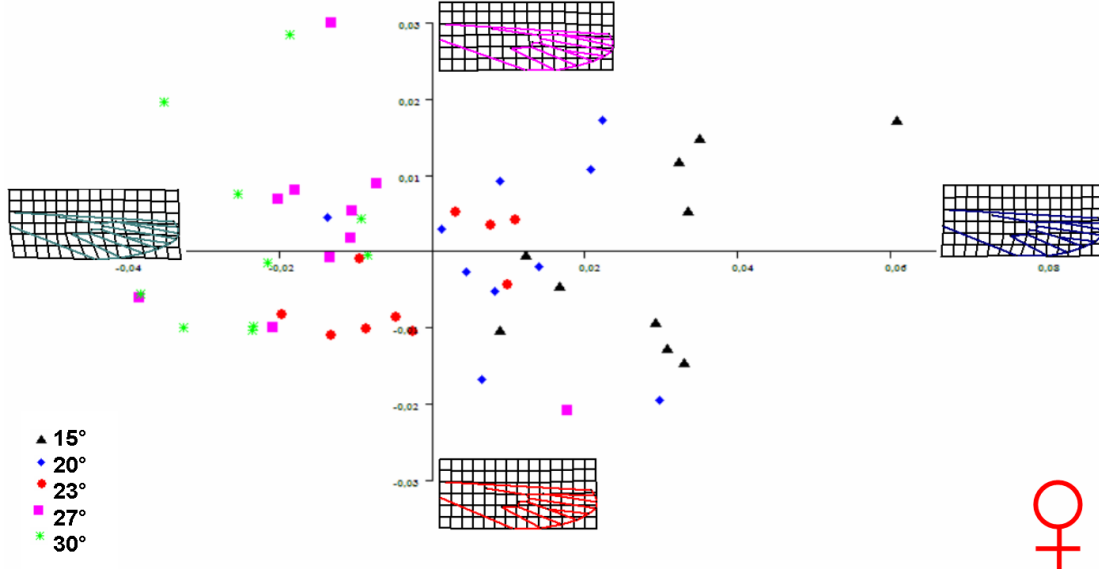
4.2.1. Dişi Bireylere Ait Morfometrik Bulgular

Dişi bireylerde yapılan çalışmada toplam 50 örnek analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Her grubun ortalaması ve bu ortalamaya göre landmarkların dağılımı tespit edilerek anormallikler kontrol edilmiş ve geometrik morfometride sıklıkla karşılaşılan sapmaların ortaya çıkmadığından emin olunmuştur (**Şekil 4.38**).



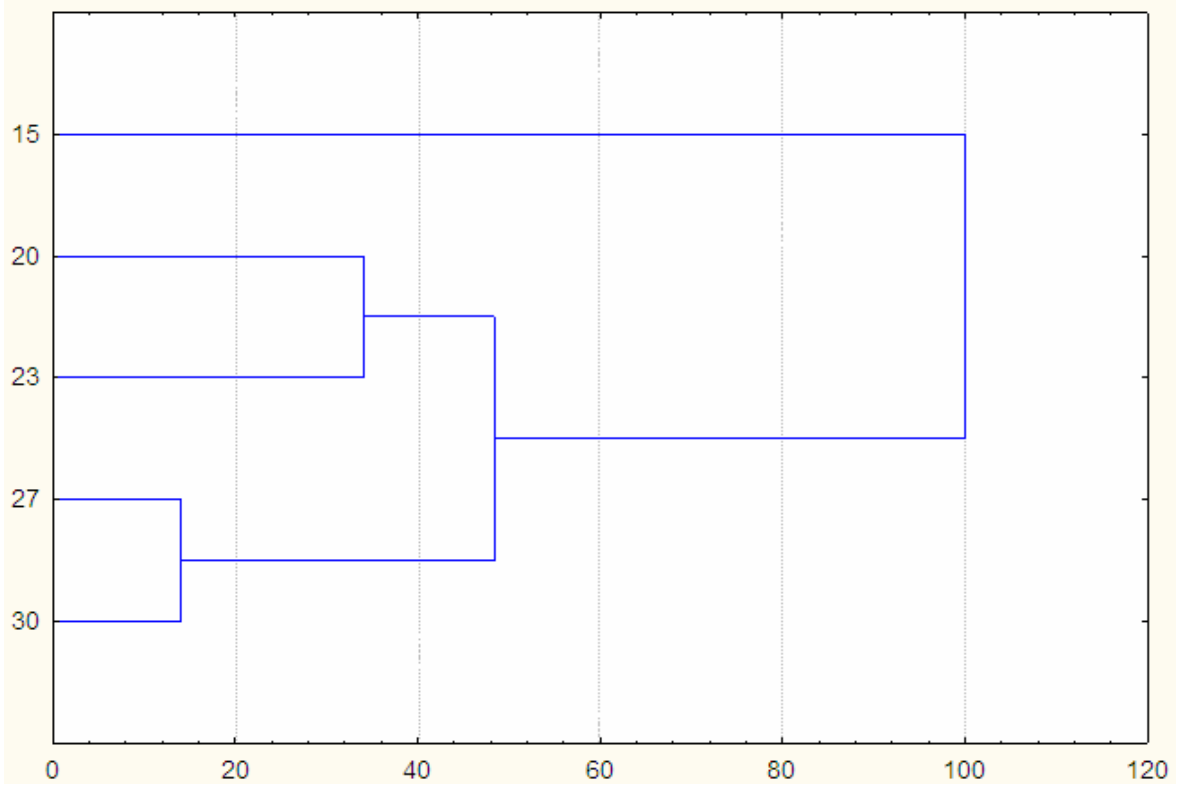
Şekil 4.38. Dişi ve erkek bireylerde 50 örnek üzerinde 20 landmarkın kanat üzerindeki ortalama dağılımı.

Yapılan çalışmada ilk iki temel ögenin %55 varyansı açıkladığı özellikle ilk ögenin % 43.74 varyansı açıklaması nedeni ile temel belirleyici özellikte olduğu tespit edilmiştir (**Şekil 4.39.**).



Şekil 4.39. *Culex quinquefasciatus* türünde dişi bireylerde kanat üzerinde tespit edilen 20 landmark oluşturduğu biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı. x eksenini PC1 (birinci temel öge), y eksenini PC2 (ikinci temel öge).

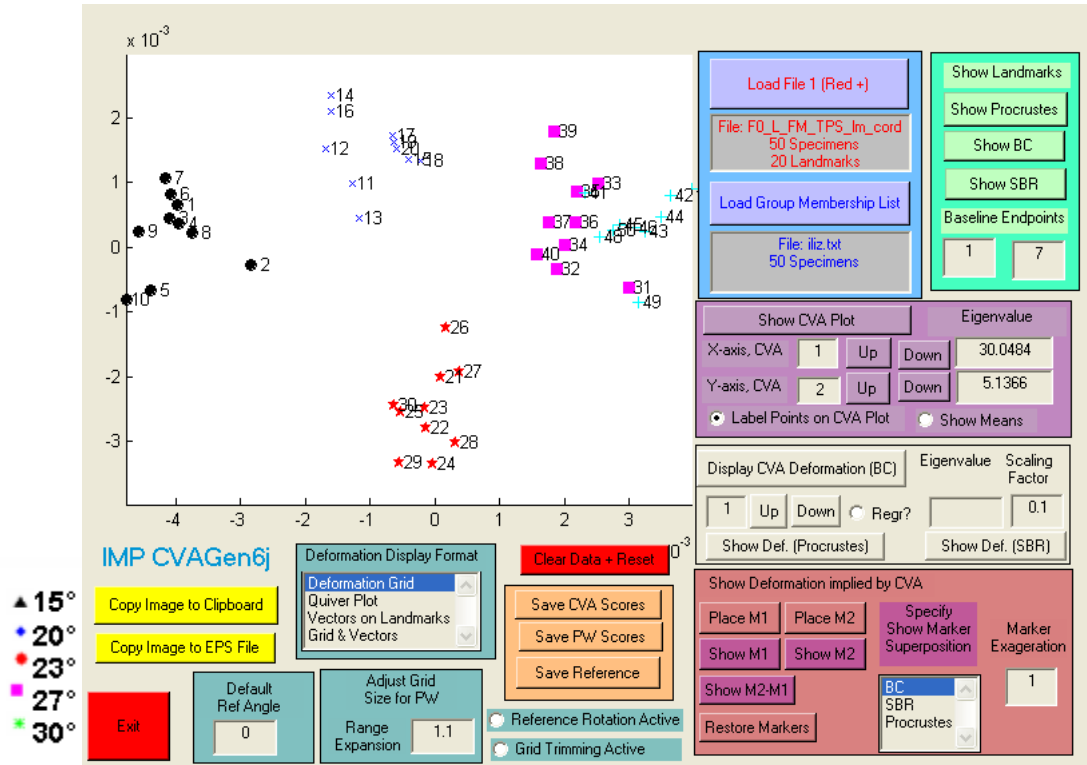
Birinci temel ögenin pozitif yönde sıcaklık arttıkça kanat yapısında dorso-ventral yönde bir daralma gözlenmiştir. Bu daralma yalnız marjinal landmarklardan değil, medialde yer alan landmarkların da değişime uğraması sonucu gerçekleşmiştir. **Er (2007)**, farklı sabit sıcaklıklarda yetiştirdiği *Anopheles superpictus* türü dişileri ile yaptığı geometrik morfometrik çalışmada hem marjinalde bulunan hem de medialdeki landmarkların olduğu bölgelerde, sıcaklığın artması ile dorsoventral yönde bir daralma tespit etmiştir. Bu çalışmada dişi bireylerde en etkili landmarklar 3, 4, 13 ve 14 numaralı landmarklar olarak belirlenmiştir. Bu landmarklarda sıcaklık arttıkça apikale doğru bir yaklaşma gözlenmiştir. Farklı sıcaklık derecelerine ait gruplar, belirgin biçimde farklı kümelenmeler göstermiştir.



Şekil 4.40. Dişi bireylerde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen gruplar arasındaki morfolojik farklılıklar (UPGMA-SAHN kümeleme yöntemi).

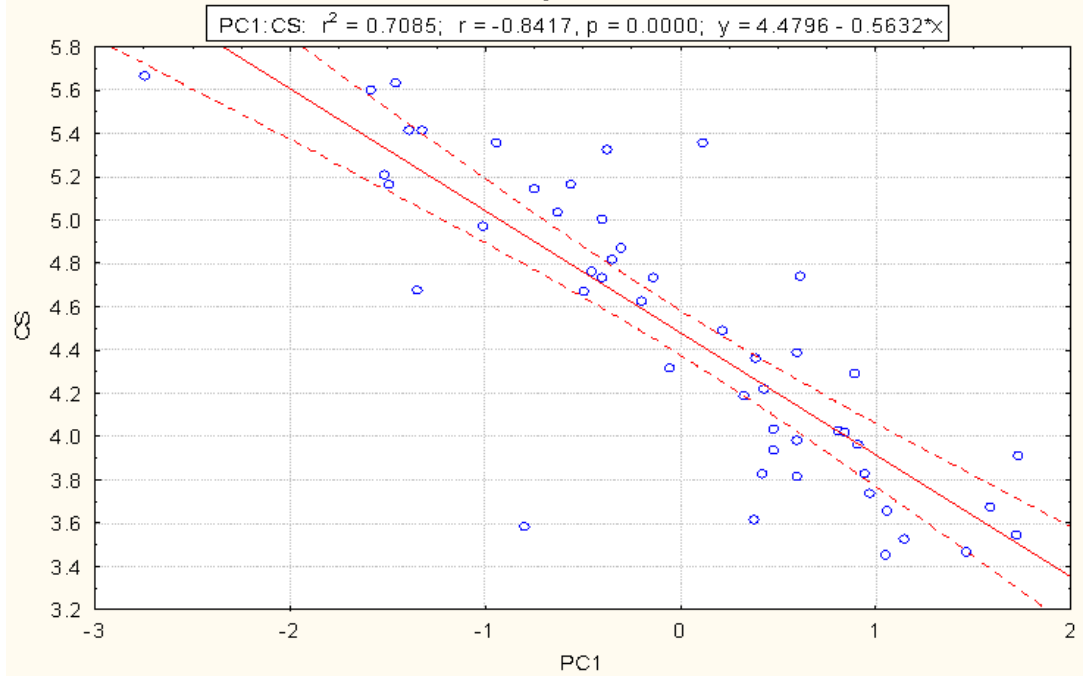
Her sıcaklık değeri için tespit edilen ortalama değerler Euclid mesafesi kullanılarak SAHN kümeleme yöntemi ile gruplandırılmış ve sonuçlar ağırlıklı olmayan çift grup ortalamaları analizi (UPGMA) kullanılarak, **Şekil 4.40.**'de ağaç biçiminde özetlenmiştir. Yüksek sıcaklık değerlerinin ayrı kümelendiği ve diğer sıcaklıklara oranla birbirlerine daha yakın oldukları tespit edilmiştir. *An superpictus* türü sivrisineklerin dişileri için de aynı sonuca ulaşılmış, en yüksek iki sıcaklık değeri olan 30°C ile 35°C'de diğer sıcaklıklardan ayrılarak kümelendiği (Er, 2007).

Gruplanmalar ayrıca kanonik varyans analizi ile grafik halinde sunulmuştur (Eksen 1 $\Lambda = 0,0007$ $X^2 = 207,0482$ $df = 144$ $p = 0,000453797$) (**Şekil 4.41.**).



Şekil 4.41. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen dişi bireyler arasındaki morfolojik farklılıklara ait Kanonik Varyans Analizi.

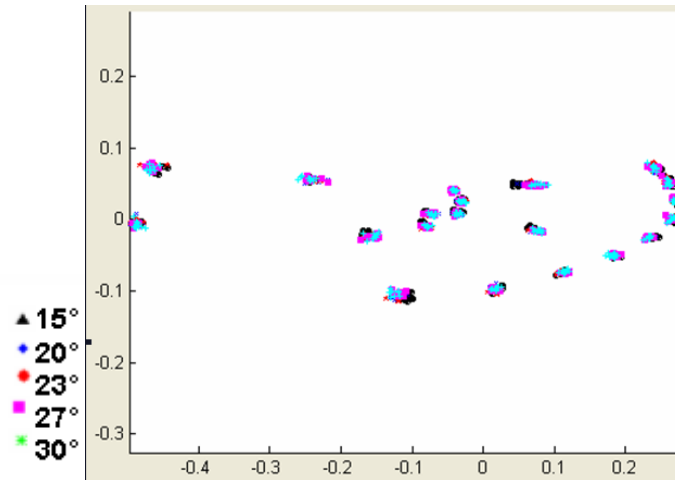
Geometrik morfolojik yöntemler kullanılarak yapılan çalışmada ayrıca büyüklük ile biçim arasında bir ilişki olup olmadığını test etmek amacıyla büyüklük göstergesi olarak ağırlık merkezi büyüklüğü, biçim göstergesi olarak da birinci temel öge kullanılmış ve çizilen regresyon eğrisi üzerindeki dağılımları izlenmiştir. Sonuçta büyüklük ile biçimin paralel bir değişim gösterdiği saptanmıştır (**Şekil 4.42.**).



Şekil 4.42. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen dişi bireylerde büyüklük (Ağırlık merkezi Büyüklüğü) ve biçimi açıklayan İlk Temel Öge (PC1) arasında regresyon.

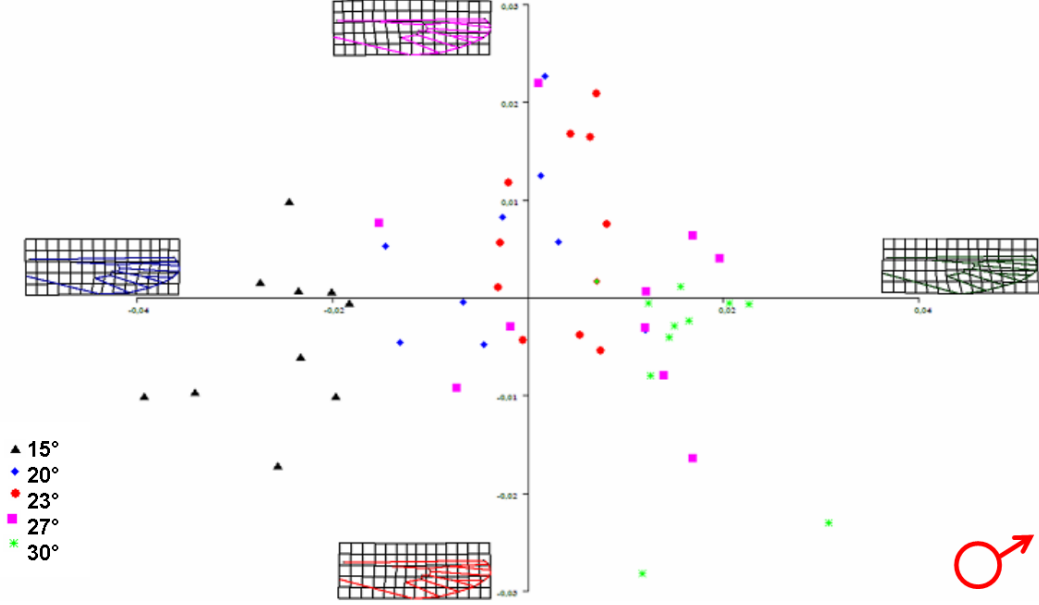
4.2.2. Erkek Bireylere Ait Morfometrik Bulgular

Erkek bireylerde yapılan çalışmada toplam 50 örnek analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Her grubun ortalaması ve bu ortalamaya göre landmarkların dağılımı tespit edilerek anormallikler kontrol edilmiş ve geometrik morfometride sıklıkla karşılaşılan sapmaların ortaya çıkmadığından emin olunmuştur (**Şekil 4.43**).



Şekil 4.43. Erkek bireylerde 50 örnek üzerinde 20 landmarkın kanat üzerinde ortalama dağılımı.

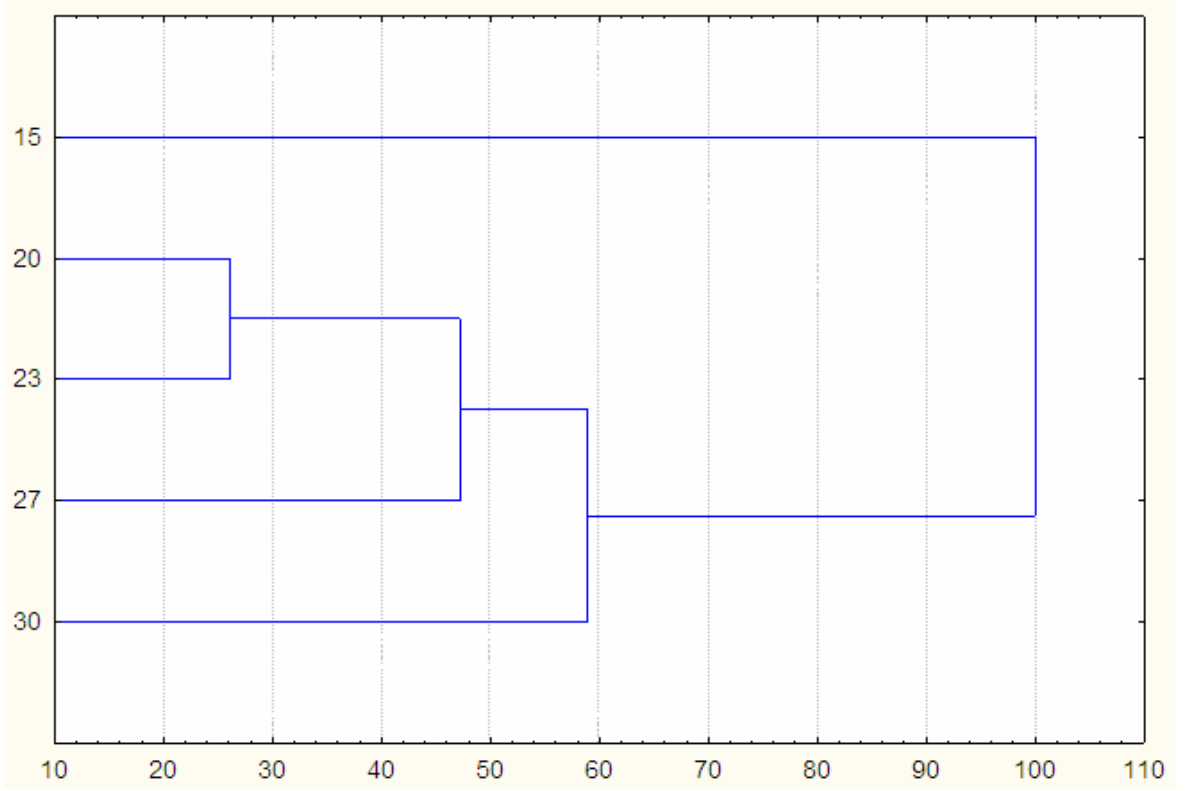
Yapılan çalışmada ilk iki temel ögenin % 46 varyansı açıkladığı özellikle ilk ögenin % 33 varyansı açıklaması nedeniyle temel belirleyici özellikte olduğu tespit edilmiştir (**Şekil 4.44.**).



Şekil 4.44. *Culex quinquefasciatus* türünde erkek bireylerde kanat üzerinde tespit edilen 20 landmarkın oluşturduğu biçim farklılıklarının ilk iki temel öge üzerindeki dağılımı. x eksenini PC1 (birinci temel öge), y eksenini PC2 (ikinci temel öge).

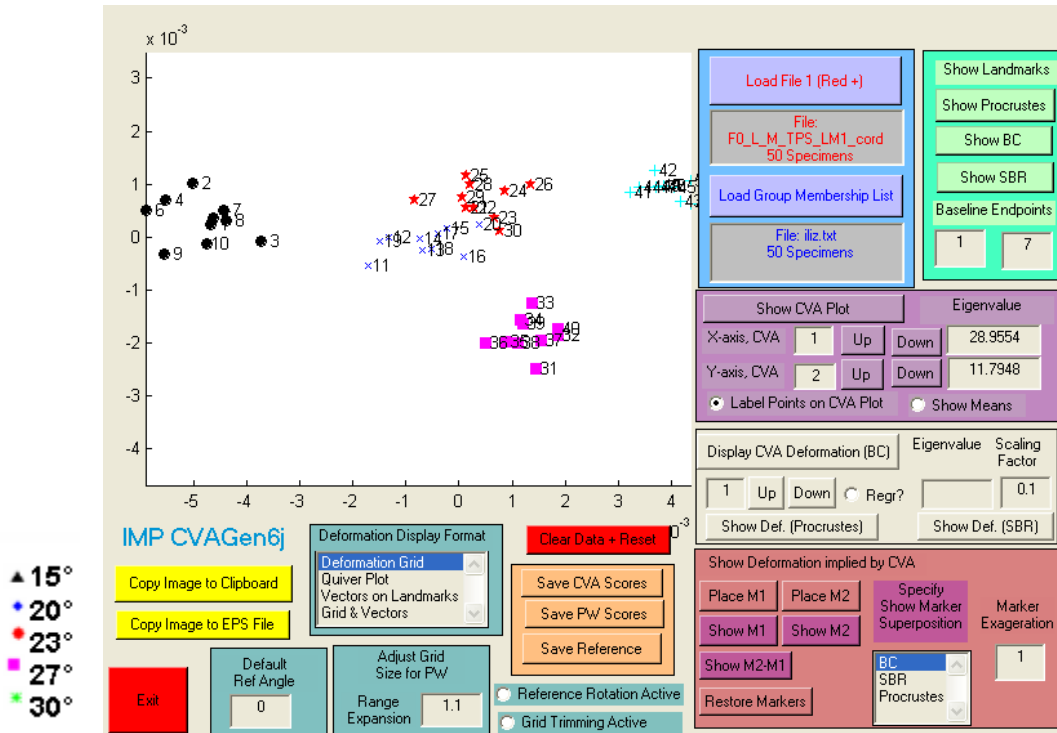
Sıcaklık arttıkça, kanat yapısında erkek bireylerde de dişilerde olduğu gibi dorso-ventral yönde bir daralma gözlenmiştir. Bu daralmada marjinalde 4, medialde ise 14, 15 ve özellikle 16 numaralı landmarkların etkisi oldukça yüksektir. Gruplar belirgin biçimde kümelenmiştir. *An. superpictus* türü sivrisineklerin erkekleri için ise sıcaklık düştükçe kanatlarda dorso-ventral bir daralma gözlenmiştir.

Her sıcaklık değeri için tespit edilen ortalama değerler Euclid mesafesi kullanılarak SAHN kümeleme yöntemi ile guruplandırılmış ve sonuçlar ağırlıklı olmayan çift grup ortalamaları analizi (UPGMA) kullanılarak, **Şekil 4.45.**'de ağaç biçiminde özetlenmiştir. Bu kez en yüksek sıcaklık derecesinde yaşatılan bireyler optimum sıcaklık derecesinden uzaklaşmış, en düşük sıcaklıkta yine önemli ölçüde fark gözlemlendiği, 20 °C ve 23 °C'lerin ise ayrıca kümelendiği tespit edilmiştir.



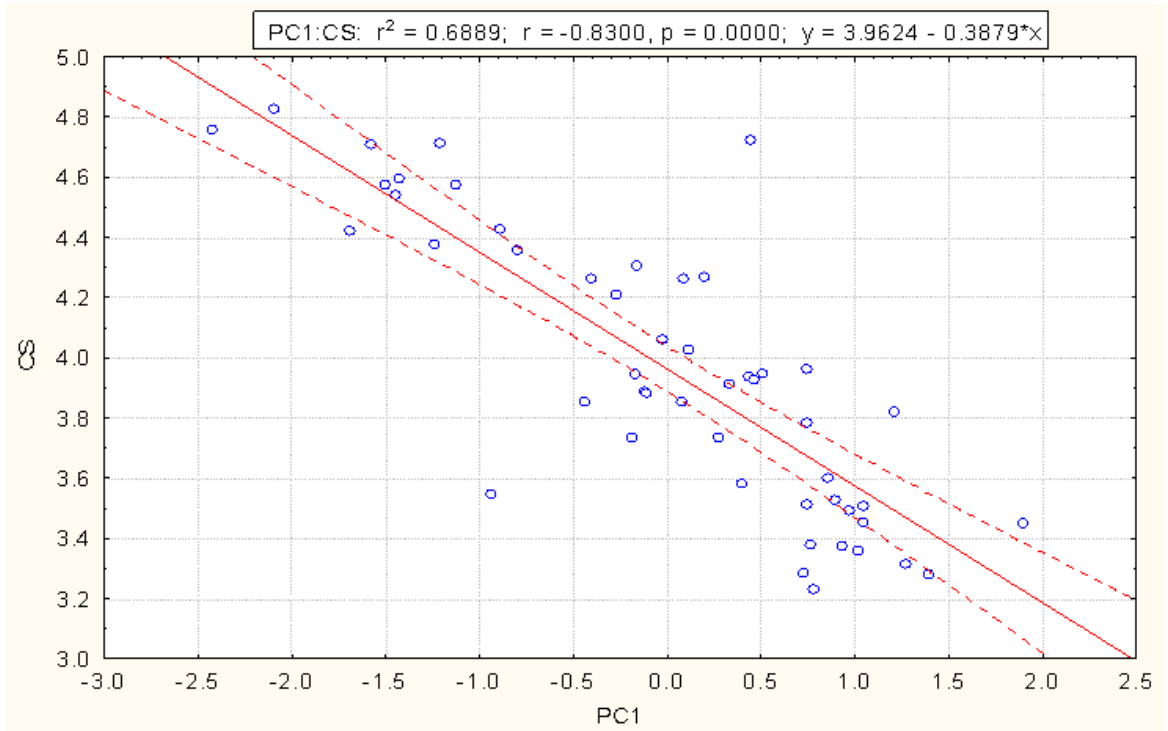
Şekil 4.45. Erkek bireylerde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen gruplar arasındaki morfometrik farklılıklar (UPGMA-SAHN kümeleme yöntemi).

Gruplanmalar ayrıca kanonik varyans analizi ile grafik halinde sunulmuştur (Eksen 1 $\Lambda = 0,0002$ $X^2 = 246,0327$ $df = 144$ $p < 2,48775e-007$ ve Eksen 2 $\Lambda = 0,0053$ $X^2 = 149,1411$ $df = 105$ $p = 0,00302387$) (**Şekil 4.46.**).



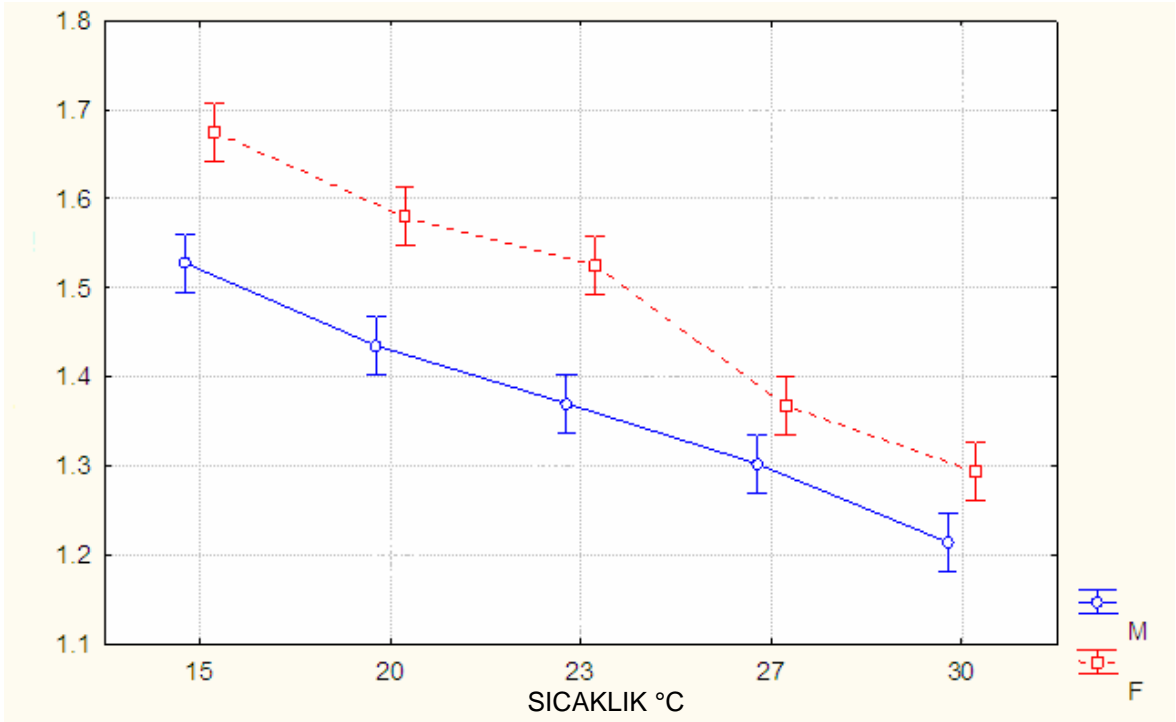
Şekil 4.46. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen erkek bireyler arasındaki morfometrik farklılıklara ait Kanonik Varyans Analizi.

Geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak yapılan çalışmada, ayrıca büyüklük ile biçim arasında bir ilgi olup olmadığını test etmek amacıyla büyüklük göstergesi olarak ağırlık merkezi 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 4.47.**).



Şekil 4.47. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen erkek bireylerde büyüklük (Ağırlık merkezi Büyüklüğü) ve biçimi açıklayan İlk Temel Öge (PC1) arasında regresyon.

Son olarak dişi ve erkek bireylerde ve her sıcaklık aralığındaki ağırlık merkezi büyüklüğü değerleri tek yönlü varyans analizi kullanılarak karşılaştırılmış ($F(4,90) = 3,4413$, $p = 0,01153$) ve grafiği çizilmiştir (**Şekil 4.48**). Sıcaklık derecesi arttıkça kanat büyüklüğünde belirgin bir küçülme gözlenmiştir.



Şekil 4.48. Farklı sıcaklıklarda yetiştirilen dişi ve erkek bireylerde ağırlık merkezi büyüklüğü farklılıkları. $F(4,90)=3,4413$, $p=0,1153$, (F dişi, M erkek).

Bu çalışmada hayat tabloları ve morfometrik çalışmalardan elde edilen veriler birbiriyle karşılaştırılabilir düzeydedir. **Şekil 4.19**'da UPGMA kümeleneşinde de özetlenen hayat tablosu değerlerinin ve r_m-R_0 , r_m-T_c , T_c-R_0 (**Şekil 4.17.**) diyagramlarının gösterdiği dağılım biçimi ile morfometrik verilerden elde edilen UPGMA benzerlik ağaçlarının (**Şekil 4.40 ve Şekil 4.45**) sonuçları özellikle en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinde çok büyük paralellik göstermektedir. Yaz sıcaklarında erişkin büyüklüklerindeki azalma ile kışın yakalanan sivrisineklerde yazın toplananlara göre daha uzun kanatların görüldüğü, kanat uzunluğu ile vücut büyüklüğü arasında korelasyonun bulunduğu da bilindiğinden (**Clements, 1963**), bu çalışmada da sıcaklık faktörünün canlının farklı yaşam evrelerindeki oranları ve genel vücut yapısındaki değişimleri etkilediği düşünülmektedir. Ayrıca vücut büyüklüğü ve dişi fekonditesi arasındaki pozitif korelasyonun Insecta takımı üyelerinde yapılan çalışmalarda dişilerin kuru ağırlığında %1'lik artış gözleendiğinde fekonditede %0,95 artışın gerçekleştiği tespit edilmiştir. Fekondite / vücut büyüklüğü eğimi, birçok tür için bire yakın çıkmaktadır. Bu sonuç dişi vücut

büyükliğünün böceklerde potansiyel fekondite için temel sınırlayıcı faktör olduğunu göstermektedir (**Honek, 1993**). Bu çalışmada dişi bireylerin kanat büyüklükleri arasındaki benzerlik, 20 °C ve 23 °C sıcaklık koşullarında gözlenen R_0 değerlerindeki benzerliği açıklamaktadır. Ayrıca bu sıcaklıklarda yetiştirilen dişilerde dişi başına düşen yumurta sayıları birbirine oldukça yakın ve yüksek değerler almışlardır (96,25 ve 95,5). Kanat büyüklüğü bakımından düşük sıcaklıklardan ayrılan 27°C'de ise dişi başına düşen yumurta sayısı 20 °C ve 23 °C'de olduğundan daha düşük bulunmuş (65,09), bu düşüş 30 °C'de devam etmiştir (17,58). Kanat büyüklüğü bakımından diğer sıcaklık koşullarına göre en ayrı grup olan 15 °C'de dişi başına düşen yumurta sayısı 63,19 bulunması, sıcaklık stresi nedeniyle düşük sayıda yumurta alınmasından kaynaklanmıştır.

Culex quinquefasciatus türünde farklı sıcaklıklarda yetiştirilen larvalardan elde edilen erginlere ait kanat yapıları belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılıklar dişi ve erkek bireyler için aynı karakterlerden kaynaklanmıştır. Sıcaklıklar arasındaki farklar istatistiksel güven aralığı içinde belirgin gruplanmalar da göstermektedir. Dişi bireylerde 27 °C ve 30 °C arasında yakınlık gözlenirse de 23 °C, 20 °C ve 15 °C gruplarının birbirinden ayrı olduğu açıkça görölmektedir. Erkek bireylerde ise 20 °C ve 23 °C gruplarının birbirine olan yakınlığı göze çarpsa da, tüm sıcaklık gruplarının ayrı gruplar halinde olduğu gösterilmiştir. Bu durum morfometrik farklılıklara dayalı benzerlik ağaçlarında da aynı şekilde bulunmuştur.

Er (2007)'e göre, kanatlarda gözlenen dorso-ventral daralmanın sıcaklığa bağlı olarak meydana geldiğini destekleyen bulgular, bu değişikliğin sıcaklıkla ilişkili biçimde devamlılık göstermesi ve sıcaklık derecesi arttıkça farklılık oranının da aynı ölçüde artarak devam etmesidir. Sıcaklık dereceleri arttıkça yapısal farklılık oranının bir miktar daha ve aynı yöne değişim gösterdiğinin tespit edilmesi bu yorumu doğrulamıştır. Yapısal farklılıklar ile birlikte kanadın büyüklüğünün de farklılaşması, sıcaklık faktörünün bu canlı türünün doğal ortamdaki gelişimini ve davranışlarını etkileyebileceği, böylece popülasyonların evrimsel gelişimini etkileyebilecek önemli bir etken olduğunu göstermektedir. *Drosophila* türleri ile yapılan bazı çalışmalar sıcaklığın, kanat büyüklüğü, biçimi ve canlının gelişim süresi üzerinde etkili olduğunu açıklamıştır (**Griffiths et al., 2004**). Bu çalışmada da şimdiye kadar, *Culex quinquefasciatus* türünün farklı sıcaklık derecelerine

verdiği tepkiler izlenmiş; sıcaklığın yaşam uzunluğu, fekondite ve kanat yapısı ile büyük oranda ilişkili olduğu açıkça gösterilmiştir. Son olarak canlının kanat uzunluğu ve kanat nitelik oranları temel alınarak, gözlenen farklılıkların ne kadarının genetik olduğu test edilecektir.

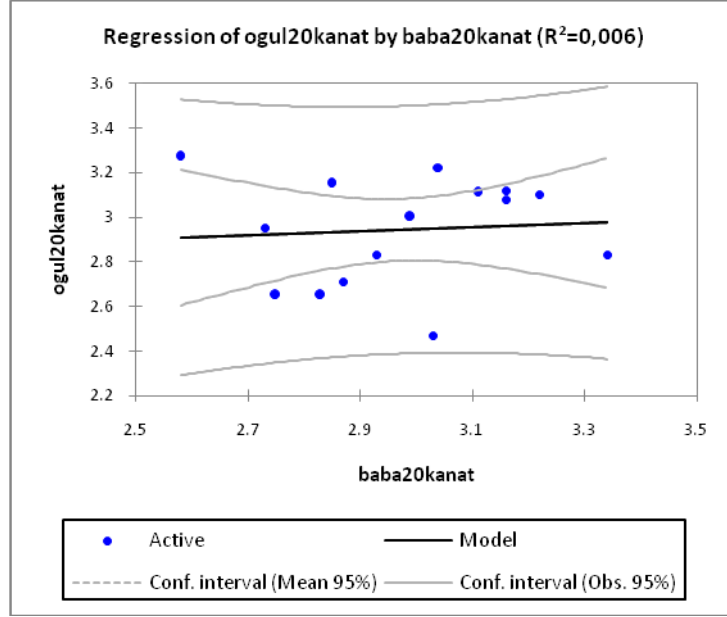
4.3. *Culex quinquefasciatus*'ta Kalıtsallık

Kalıtsallık deneylerinde üç farklı sıcaklık derecesi için, üçüncü kuşak ebeveynler (15 dişi 15 erkek) ile, her çaprazdan bir yavru olmak üzere dördüncü kuşak yavru döllerin, kanat uzunlukları ve kanat nitelik oranı karakterleri değerlendirilmiştir.

Üç sıcaklık derecesi için baba ve oğullarından elde edilen kanat uzunluklarından hesaplanan regresyon katsayısı (b) ve kalıtsallık ($h^2 = 2b$) değerleri **Çizelge 4.24**'de gösterilmiştir. Sıcaklık arttıkça regresyon katsayısı ve kalıtsallık değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. Ebeveyn ile yavru döl arasındaki, kanat uzunlukları için çizilen regresyon eğrileri **Şekil 4.49**, **Şekil 4.50** ve **Şekil 4.51**'de gösterilmiştir.

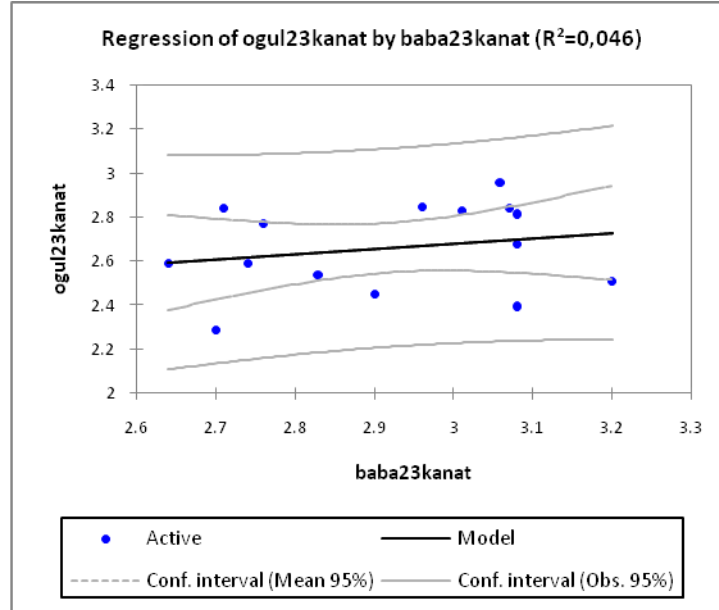
Çizelge 4.24. 20 °C, 23 °C ve 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen baba ve oğulların kanat uzunlukları için regresyon katsayıları (b) ve kalıtsallık (h^2) değerleri.

	b	h^2
oğul-baba27 kanat uzunluğu	0,060	0,120
oğul-baba23 kanat uzunluğu	0,104	0,208
oğul-baba20 kanat uzunluğu	0,215	0,430



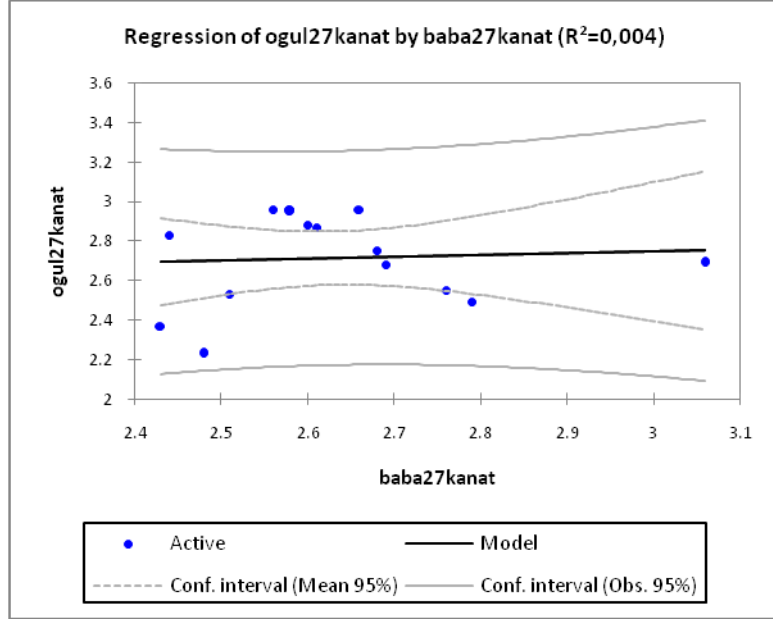
$$Y(\text{oğul}) = ab + X(\text{baba}) : \text{ogul20kanat} = 2,68713695695386 + 8,59597588179437E-02 * \text{baba20kanat}$$

Şekil 4.49. 20 °C sıcaklık koşulu, kanat uzunluğu için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.



$$Y(\text{oğul}) = ab + X(\text{baba}) : \text{ogul23kanat} = 1,95893632981277 + 0,240893542966875 * \text{baba23kanat}$$

Şekil 4.50. 23 °C sıcaklık koşulu, kanat uzunluğu için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.



$$Y(\text{oğul}) = ab + X(\text{baba}) : \text{ogul27kanat} = 2,48118804149779 + 0,088312943888744 * \text{baba27kanat}$$

Şekil 4.51. 27 °C sıcaklık koşulu, kanat uzunluğu için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.

Kalıtıllığın yanısıra tüm sıcaklıklardaki ebeveyn ve yavru dölleri için varyasyon katsayıları (CVa) da hesaplanmıştır. **Çizelge 4.25'**de örneklem ortalamaları (\bar{X}), fenotipik varyans (Vp) ve varyasyon katsayıları (CVa) gösterilmektedir. Kanat uzunluklarına göre varyasyon, 20 °C sıcaklıkta en yüksek oranda görülmekte ve sıcaklık arttıkça da azalmaktadır.

Çizelge 4.25. 20 °C, 23 °C ve 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen baba ve oğulların kanat uzunlukları için örneklem ortalamaları (\bar{X}), fenotipik varyans (Vp) ve varyasyon katsayıları (CVa).

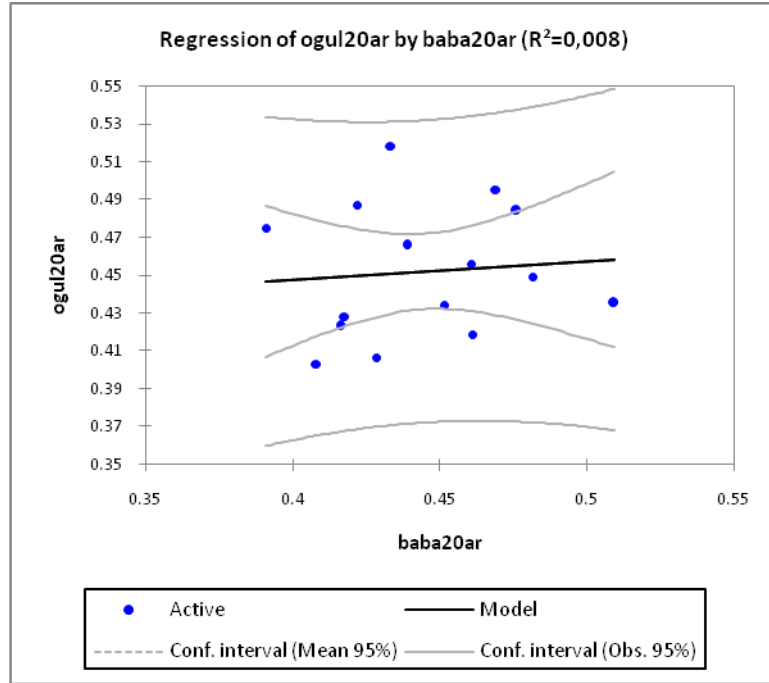
	x ort	Va	Vp	CVa
baba27 kanat uzunluğu	2,628667		0,025612	
oğul27 kanat uzunluğu	2,713333	0,3256	0,054938	34,6412
baba23 kanat uzunluğu	2,921333		0,031741	
oğul23 kanat uzunluğu	2,662667	0,5538	0,039664	45,6053
baba20 kanat uzunluğu	2,972667		0,043121	
oğul20 kanat uzunluğu	2,942667	1,2653	0,057692	65,5728

Aynı zamanda baba ve oğullarından kanat nitelik oranı hesaplanan regresyon katsayısı (b) ve kalıtsallık ($h^2 = 2b$) değerleri **Çizelge 4.26'**da gösterilmiştir. Bu kez de en yüksek sıcaklık derecesi dışında, yine kanat uzunluklarında olduğu gibi

sıcaklığın artışı ile birlikte regresyon katsayısı ve kalıtsallık değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. Ebeveyn ile yavru döl arasındaki, kanat uzunlukları için X^2 bağlamında çizilen regresyon eğrileri **Şekil 4.52**, **Şekil 4.53** ve **Şekil 4.54**'de gösterilmiştir.

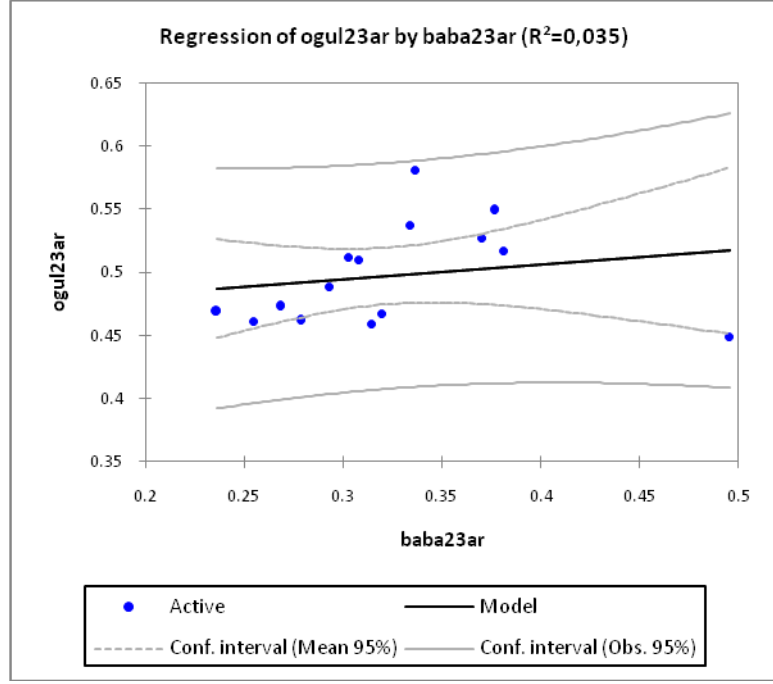
Çizelge 4.26. 20 °C, 23 °C ve 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen baba ve oğulların kanat nitelik oranlarının regresyon katsayıları (b) ve kalıtsallık (h^2) değerleri.

	b	h^2
Oğul-baba27 kanat nitelik oranı	0,188	0,376
Oğul-baba23 kanat nitelik oranı	0,074	0,148
Oğul-baba20 kanat nitelik oranı	0,090	0,180



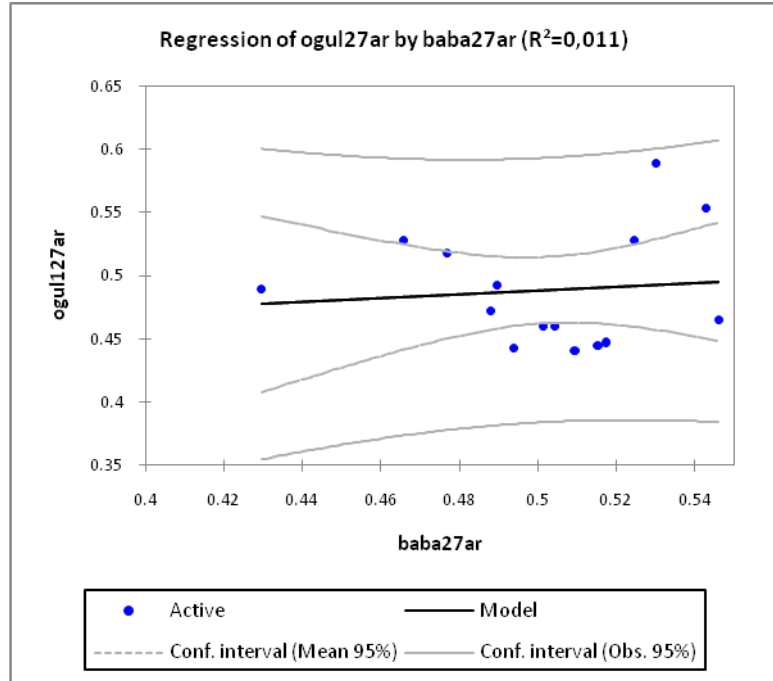
$$Y(\text{oğul}) = ab + X(\text{baba}) : \text{ogul20ar} = 0.408549610040849 + 9.76919271246306E-02 * \text{baba20ar}$$

Şekil 4.52. 20 °C sıcaklık koşulu, kanat nitelik oranı için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.



$$Y(\text{oğul}) = ab + X(\text{baba}) : \text{ogul23ar} = 0,459774628060412 + 0,115809477327365 * \text{baba23ar}$$

Şekil 4.53. 23 °C sıcaklık koşulu, kanat nitelik oranı için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.



$$Y(\text{oğul}) = ab + X(\text{baba}) : \text{ogul127ar} = 0,410504313896601 + 0,155704563378962 * \text{baba27ar}$$

Şekil 4.54. 27 °C sıcaklık koşulu, kanat nitelik oranı için regresyon eğrisi ve regresyon denklemi.

Kalıtısallığın yanısıra tüm sıcaklıklardaki ebeveyn ve yavru dölleri için varyasyon katsayıları (CVa) da hesaplanmıştır. **Çizelge 4.27**'de örneklem ortalamaları (\bar{x}), fenotipik varyans (Vp) ve varyasyon katsayıları (CVa) gösterilmektedir. Kanat nitelik oranlarına göre varyasyon, en yüksek sıcaklık derecesi olan 27 °C sıcaklıkta en yüksek oranda görülmektedir. En düşük varyasyon ise 23 °C sıcaklık koşullarında gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.27. 20 °C, 23 °C ve 27 °C sıcaklık koşullarında yetiştirilen baba ve oğulların kanat nitelik oranları için örneklem ortalamaları (\bar{x}), fenotipik varyans (Vp) ve varyasyon katsayıları (CVa).

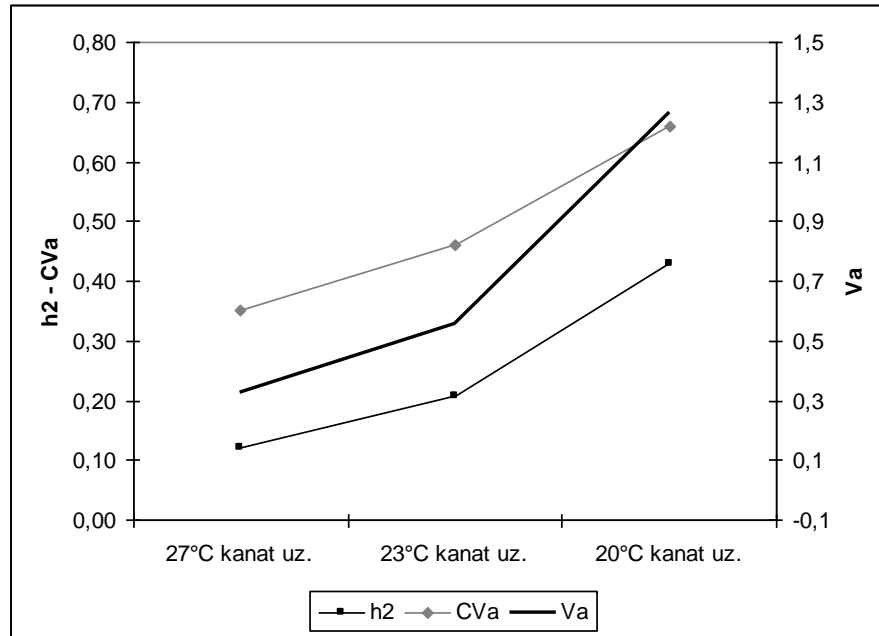
	x ort	Va	Vp	CVa
baba27 kanat nitelik oranı	0,502391		0,00093	
oğul27 kanat nitelik oranı	0,488729	0,1838	0,00206	61,327
baba23 kanat nitelik oranı	0,324581		0,00409	
oğul23 kanat nitelik oranı	0,497364	0,0736	0,00155	38,4668
baba20 kanat nitelik oranı	0,444483		0,00103	
oğul20 kanat nitelik oranı	0,451972	0,0814	0,00120	42,4368

Kanat uzunluğu ve ayrıca kanat nitelik oranı ile ifade edilen vücut büyüklüğündeki değişkenliğin sıcaklığa verdiği yanıt dar anlamlı-kalıtısallık (h^2) ile incelenmiştir. Bu analizde, bir fenotipik varyasyondaki genetik varyasyon miktarını tahminlemeyi sağlayan dar anlamlı kalıtısallık (h^2) ve onunla ilişkili bir genetik varyasyon katsayısı (CVa) (**Houle, 1992**) hesaplanmıştır. Dar-anlamlı kalıtısallığın saptanması, her bir sıcaklıkta yetiştirilen sineklerden baba ve oğul regresyon çiftleri oluşturulmasıyla gerçekleştirilmiş olup yavru döl- tek ebeveyn regresyonu adı verilen tekniğe dayanmaktadır (**Falconer and Mackay, 1996**). Genetik varyasyon katsayısı (CVa) ise, eklemeli genetik varyansın (Va) ve populasyon ortalamasının bir fonksiyonu olarak, kalıtısallık analizinde kullanılan yavru dölleri üzerinden hesaplanmıştır. Ayrıca, dar-anlamlı kalıtısallık (h^2), genetik varyasyon katsayısı (CVa) ve eklemeli genetik varyans (Va) kullanılarak, sıcaklık değişimiyle ortaya çıkan değişimleri ifade eden reaksiyon normu grafikleri de çizilmiştir.

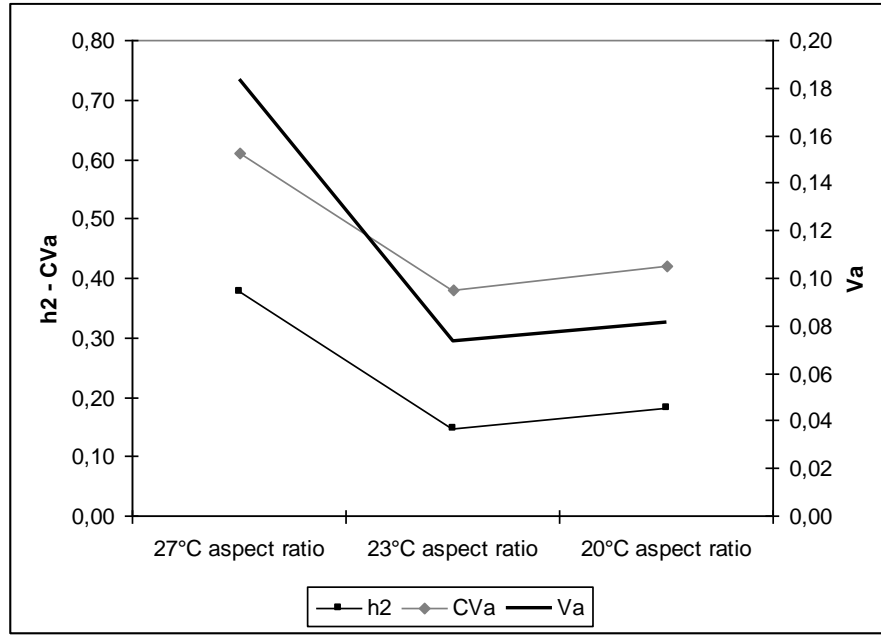
Kanat uzunluğunun kalıtısallığına bakıldığında (**Çizelge 4.24**), sıcaklık artışına bağlı olan bir kalıtısallık düşüşü gözlenmektedir. Bu örüntü, hem genetik varyasyon katsayısı hem de eklemeli genetik varyans için geçerlidir (**Çizelge 4.25**). Sıcaklık değişimine göre ortaya çıkan kalıtısallık, genetik varyasyon katsayısı ve eklemeli

genetik varyans değişimlerini görsel olarak ifade eden reaksiyon normu ise **Şekil 4.55**'de gösterilmektedir.

Vücut büyüklüğünü daha iyi tahminlediği düşünölen kanat nitelik oranlarına bakıldığında, en yüksek sıcaklık olan 27 °C dışında, azalmayı ifade eden benzer bir örüntü olduğu gözlenmektedir (**Çizelge 4.26**). Kanat nitelik oranı hesaplanmasında kullanılan ağırlık merkezi büyüklüğünün 27 °C'daki artışı bu sapmayı veriyor gözökmektedir. Bununla birlikte, dar-anlamlı kalıtsallığın kanat uzunluğuna oranla daha düşük olması, kanat nitelik oranının vücut büyüklüğünü daha iyi biçimde tahminlediğini göstermektedir. Bu yargıya varılmasının temel nedeni ise, vücut büyüklüğünün eşleşme başarısını etkilemesiyle uyum başarısını belirleyen bileşenlerden biri olması ve uyum başarısının etkileyen özelliklerin de genellikle düşük kalıtsallık göstermeleridir. **Şekil 4.56**'da kanat nitelik oranına ait dar-anlamlı kalıtsallık (h^2), genetik varyasyon katsayısı (CVa) ve eklemeli genetik varyansın (Va) sıcaklık değişimine verdiği yanıtı gösteren reaksiyon normu bulunmaktadır.



Şekil 4.55. Sıcaklık değişimine göre ortaya çıkan kanat uzunluğuna ait kalıtsallık, genetik varyasyon katsayısı ve eklemeli genetik varyans değişimlerini ifade eden reaksiyon normu.



Şekil 4.56. Sıcaklık değişimine göre ortaya çıkan kanat nitelik oranına ait kalıtsallık, genetik varyasyon katsayısı ve eklemeli genetik varyans değişimlerini ifade eden reaksiyon normu.

Sonuç olarak, hem kanat uzunluğuna hem de kanat nitelik oranına ait olan kalıtsallıkların sıcaklık arttıkça genel olarak azalması, genel dar-anlamlı kalıtsallık bağıntısı, $h^2 = \frac{V_a}{V_p}$, göz önüne alındığında, poligenik bir özellik olan vücut büyüklüğündeki fenotipik varyansın (varyasyonun) sıcaklık ile artışına işaret etmektedir. Fenotipik varyansın artışı ise, **Çizelge 4.25** ve **Çizelge 4.27**'de kanat uzunluğu ve kanat nitelik açısından açıkça görülmektedir (her iki çizelgede, V_p değerleri). Fenotipik varyansın artışı ile gerçekleşen kalıtsallık azalması vücut büyüklüğünün, etkileri küçük olan çok sayıda genlerin kümülatif etkisi altında olduğuna işaret etmektedir zira böyle küçük etkili genlerin çevresel varyans artışı ile etkilerinin değişeceği iyi bilinmektedir (**Falconer and Mackay, 1996; Futuyma, 2008**). Bununla birlikte, bu etki hem eklemeli etkilerden hem de genler arasında bir ilişkilene (epistasi) olup bu alelik ilişkilene biçiminin çevresel varyans artışı ile birlikte belirgin bir yönde değişmesinden de kaynaklanıyor olabilir. Dar-anlamlı kalıtsallığın sıcaklık artışına bağlı olarak azalması şeklinde bir örüntünün ortaya çıkması böyle bir epistatik durumun var olabileceğine ilişkin bir kanıt sunuyor olabilir.

Vücut büyüklüğünün fekonditeyi sınırlayan temel karakterlerden biri olduğu

bilinmektedir (**Honek, 1993**). Genel olarak bakıldığında, *Culex quinquefasciatus* türü için, dar-anlamalı kalıtsallık değerlerinin hem kanat uzunluğu hem de kanat nitelik oranı açısından görece düşük (bir başka deyişle, 0,5 altı) oldukları söylenebilir. Bu durum, hem kanat uzunluğu hem de -daha belirgin olarak- kanat nitelik oranı şeklinde ifade edilebilen vücut büyüklüğünün uyum başarısı açısından olan önemine işaret etmektedir.

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.

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, 299 – 316.

Alten, S.B. ve Çağlar, S.S., 1998, Vektör ekolojisi ve mücadelesi, Sağlık Bakanlığı Yayınları, 242s.

Arnqvist, G. and Martensson, T., 1998, Measurement error in geometric morphometrics: Empirical strategies to assess and reduce its impact on measures of shape, Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 44, 73 – 96.

Aytekin, A.M., Terzo, M., Rasmont, P., Çağatay, N., 2007, Landmark based geometric morphometric analysis of wing shape in *Sibiricobombus* Vogt (Hymenoptera: Apidea), Annales de la Societe entomologique de France, 43, 95 – 102.

Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Dahl, C., Lane, J., Kaiser, A., 2003, Mosquitoes and Their Control, Plenum Publishers, ISBN: 0-306-47360-7, New York, 497p.

Birch, L.C., 1948, The intrinsic rate of natural increase of an insect population, J. Anim. Ecol., 17, 15 – 26.

Bonhomme, R., 2000, Bases and limits to using “degree day” units, European Journal of Agronomy, 13, 1 – 10.

Bookstein, F.L., 1991, Morphometric tools for landmark data, Cambridge University Press, 435p.

Bourguet, D., Fonseca, D., Vourch, G., Dubois, M.P., Chandre, F., Severin, C., Raymond, M., 1998, The Acetylcholinesterase gene ACE: A diagnostic marker for

the *pipiens* and *quinquefasciatus* forms of the *Culex pipiens* complex, Journal of the American Mosquito Control Association, 14, 390 - 396.

Bursell, E., 1964, The Physiology of Insecta Environmental Aspects: Temperature (Edt: M. Rockstein) 283-321, Academic Press, New York, 640p.

Campbell, N.A. and Reece, J.B., 2008, Biology, Benjamin Cummings, ISBN 978-0-321-53-616-9, San Francisco, Eighth Edition, 1267p.

Cardenas, E., Ferro, C., Corredor, D., Martinez, O., Munsremann, L.E., 1999, Reproductive biology of *Lutzomyia shannoni* (Dyar) (Diptera: Psychodidae) under laboratory conditions, J. Med. Ent., 4, 221 – 233.

Chapman, R.F., 1998, Cambridge University Press, Fourth Edition, 403 - 408.

Clements, A.N., 1963, The physiology of mosquitoes, Pergamon Press, 17, 392p.

Cornel, A.J., Mcabee, R.D., Rasgon, J., Matthew, A., Stanich, M.A., Scott, T.W., Coetzee, M., 2003, Differences in extent of genetic introgression between sympatric *Culex pipiens* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) in California and South Africa, Journal of Medical Entomology, 40, 36-51.

Crovello T.J. and 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., David, J.R., 2003, Allometric and nonallometric components of *Drosophila* wing shape respond differently to developmental temperature, Evolution, 57, 2773 – 2284.

Dobzansky, T., Ayala, F.J., Stebbins, G.L., Valentine, J.W., 1977, Evolution, W.H: Freeman and Company, San Fransisco, 572p.

Dryden, I.L. and Mardin, K.V., 1998, Statistical shape analysis, John Wiley and Sons, UK, 347p.

Eldridge, B.F., 2005, Biology of disease vectors: Mosquitoes, the Culicidae (Edt: W.C. Marquardt), Elsevier Academic Press, Second Edition, 785p.

Endris, R.G., Young, D.G., Bulter, J.F., 1984, the laboratory biology of the sand fly *Lutzomyia anthophara* (Diptera: psychodidae), J. Med. Entomol., 21, 656 – 684.

Epstein, P.R., 2000, Is global warming harmful to health?, Scientific American, 283, 36 - 43.

Er, S., 2007, Farklı sabit sıcaklıkların *Anopheles superpictus* (Diptera: Culicidae)'nin biyolojisi ve morfolojisi üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 106s.

Erişöz, Ö., 2004, Farklı sıcaklıkların *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae)'nin biyolojisi üzerine etkileri, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilim Uzmanlığı Tezi, 84s.

Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C., 1996, Quantitative genetics, Pearson Education, fourth edition, England, 464p.

Futuyma, D.J., 2008, Evrim, (çev: Aykut Kence, Nihat Bozcuk), Palme yayınları, 611s.

Gillooly, J.F., Brown, J.H., West, G.B., Savage, V.M., Charnov, E.L., 2001, Effects of size and temperature on metabolic rate, Science, 293, 2248 – 2251.

Gomez, C., Rabinovich J.E., Machado-Allison C.E., 1977, Population analysis of *Culex pipiens fatigans* Wied. (Diptera: Culicidae) under laboratory conditions, J. Med. Entomol., 13, 453 – 463.

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, 18, 2113 – 2222.

Gubler, D.J., Reiter, P., Ebi, K.L., Yap, W., Nasci, R., Patz, J.A., 2001, Climate variability and change in the United States: potential impacts on vector- and rodent-borne diseases, Environmental Health Perspectives, 109, 223 – 233.

Hayes, E.B., Komar, N., Nasci, R.S., Montgomery, S.P., O'Leary, D.R., Campbell, G.L., 2005, Epidemiology and transmission dynamics of West Nile virus disease,

Emerging Infectious Diseases, 11, 1167 – 1173.

Honek, A., 1993, Intraspecific variation in body size and fecundity in Insects: a general relationship, *Oikos*, Blackwell Publishing, 66, 483 – 492.

Horsfall, W.R., 1955, Mosquitoes Their Bionomics and Relation to Disease, The Ronald Press Company, 723p.

Houle, D., 1992, Comparing evolvability and variability of quantitative traits, *Genetics*, 130, 195 – 204.

Hunter, P.R., 2003, Climate change and waterborne and vector-borne disease, *Journal of Applied Microbiology*, 94, 37S–46S.

Jozan, M., Evans, R., McLean, R., Hall, R., Tangredi, B., Reed, L., Scott, J., 2003, Detection of West Nile virus infection in birds in the United States by blocking Elisa and Immunohistochemistry, *Vector-borne and Zoonotic diseases*, 3, 99 - 110.

Kasap, H., Alptekin, D., Kasap, M., Güzel, A.İ., Lüleyap, Ü., 2003, Artificial bloodfeeding of *Anopheles sacharovi* on a membrane apparatus, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 19, 367 – 370.

Kerkut, G.A., 1963, The Physiology of Mosquitoes, Pergamon Press, Great Britain, 392p.

Kilpatrick, A.M., Gluzberg, Y., Burgett, J., Dazsak, P., 2004, Quantitative risk assessment of the pathways by which West Nile virus could reach Hawaii, *EcoHealth*, 1, 205 – 209.

Kilpatrick, A.M., LaDeau, S.L., Marra P.P., 2007, Ecology of West Nile virus transmission and its impact on birds in the western hemisphere, *The Auk*, 124, 1121 – 1136.

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.

Krebs, C.J., 1985, Ecology the experimental analysis of distribution and abundance, Harber & Row, Publishers, Inc., Third Edition, 800p.

Kruppa, T.V., 1988, Vergleichende Untersuchungen zur Morphologie und Biologie von drei Arten des *Culex pipiens*-Komplexes, Ph.D. thesis, University of Hamburg, 140p.

Lansdowne, C., and 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.

Lewis, D.J., 1933, Observations on *Aedes aegypti*, L. (Dipt. Culic.) under controlled atmospheric conditions, Bull. Ent. Res., 24, 363 – 372.

Mahmood, F., 1997, Life table of *Anopheles albimanus* (Wiedemann) under controlled laboratory conditions, Journal of Vector Ecology, 22, 103 – 108.

Martens, P., Kovats, R.S., Nijhol, S., de Vries, P., Livermore, M.T.J., Bradley, D.J., Cox, J., McMichael, A.J., 1999, Climate change and future populations at risk of malaria, Global Environmental Change, 9, S89 – S107.

Mead, S.S. and Conner, G.H., 1987, Temperature-related growth and mortality rates of four mosquito species, Proc. Pap. 55th Annu. Conf. Calif. Mosq. Vect. Control Assoc., 133 – 137.

Meço, O., 1977, Güneydoğu Anadolu bölgesi hakkında Batı Nil ateşi hemaglutinasyon-önlenim antikorlarının araştırılması, Mikrobiyoloji Bülteni, 11, 3 - 17.

Merdivenci, A., 1984, Türkiye Sivrisinekleri (Yurdumuzda varlığı bilinen sivrisineklerin biyo-morfolojisi, biyo-ekolojisi, yayılışı ve sağlık önerileri), İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, No:3215, Taş Matbaası, İstanbul, 340s.

Michod, r.e., 1979, Evolution of life histories in response to age – specific mortality factors, The American Naturalist, 113, 531 – 550.

Miller, B.R., Crabtree, M.B., Savage, H.M., 1996, Phylogeny of fourteen *Culex*

mosquito species, including the *Culex pipiens* complex, inferred from the internal transcribed spacers of ribosomal DNA, *Insect Molecular Biol.*, 5, 93 – 107.

Nasirian, H., Ladonni, H., 2006, Artificial bloodfeeding of *Anopheles stephensi* on a membrane apparatus with human whole blood, *Journal of American Mosquito Association*, 22, 54 – 56.

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.

Odum, E.P. and Barrett, G.W., 2008, *Ekoloji'nin Temel İlkeleri*, (çev: Kani Işık) Palme Yayıncılık, Beşinci Baskı, 598s.

Özer, N., Ergünay, K., Şimşek, F., Kaynaş, S., Alten, B., Çağlar, S.S., Ustaçelebi, S., 2007, West Nile virus studies in the Sanliurfa province of Turkey, *Journal of Vector Ecology*, 32, 202 – 206.

Özkul, A., Yıldırım, Y., Pınar, D., Akcalı, A., Yılmaz, V., Colak, D., 2005, Serological evidence of West Nile virus (WNV) in mammalian species in Turkey, *Epidemiol Infect*, 1 – 4. doi: 10.1017/S0950268805005492

Pasotti, L., Maroli, M., Giannetto, S., Brianti, E., 2006, Agrometeorology and models for the parasite cycle forecast, *Parassitologia*, 48, 81 - 83.

Pavlinov, I.Y., 2001, Geometric morphometrics, a new analytical approach to comparison of digitized images. *Information Technology in Biodiversity Research*, Abstracts of the 2nd International Symposium, St Petersburg, 41 – 90.

Petavy, G., David, J.R., Debat, V., Pertoldi, C., Moreteau, B., 2006, Phenotypic and genetic variability of sternopleural bristle number in *Drosophila melanogaster* under daily thermal stress: developmental instability and anti-asymmetry, *Evolutionary Ecology Research*, 8, 149 – 167.

Peterson, A.T., Robbins, A., Restifo, R., Howell, J., Nasci, R., 2008, Predictable ecology and geography of West Nile virus transmission in the central United

States, *Journal of Vector Ecology*, 33, 342 – 352.

Petney, T.N., 2001, Environmental, cultural and social changes and their influence on parasite infections, *International Journal of Parasitology*, 31, 919 - 932.

Pianka, E.P., 1988, *Evolutionary ecology*, Harper&Row, Publishers, Inc., New York, 468p.

Pletcher, S.D., 1999, Model fitting and hypothesis testing for age-specific data, *Journal of Evolutionary Biology*, 12, 430 – 439.

Pothikasikorn, J., Bangs, M.J., Boonplueang, R., Chareonviriyaphap, T., 2008, Susceptibility of various mosquitoes of Thailand to nocturnal subperiodic *Wuchereria bancrofti*, *Journal of Vector Ecology*, 33, 313 – 320.

Ramsdale, C.D., Alten, B., Çağlar, S.S., Özer, N., 2001, A revised annotated checklist of mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Turkey, *Journal of the European Bulletin*, 9, 18 – 28.

Reeve, E.C.R. and Robertson, F.W., 1954, *Studies in quantitative inheritance*, Z. Indukt. Abstamm. Ver., 86, 269 – 288.

Reeve, M.W., Fowler, K. and Partridge, L., 2000, Increased body size confers greater fitness at lower experimental temperature in male *Drosophila melanogaster*, *J. Evol. Biol.* 13, 836 – 844.

Rohlf F.J., 1999, Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces, *Journal of Classification*, 16, 197 – 223.

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.

Rueda, L.M., Patel, K.J., Axtell, R.C., Stinner, R.E., 1990, Temperature-dependent

development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), Journal of Medical Entomology, 27, 892-898.

Service, M.W., 1993, Mosquitoes (Culicidae). In: Lane R.P. and Crosskey R.W. (eds.) Medical Insects and Arachnids, Chapman and Hall, 120-240.

Sgro, C.M., 1999, A delayed wave of death from reproduction in *Drosophila*, Science, 286, 2521 - 2524.

Shelton, R.M., 1973, The effect of temperatures on development of eight mosquito species, Mosquito News, 33, 1 - 12.

Şimşek, F.M., Kaynaş, S., Alten, B., Çağlar, S.S., 2005, Laboratory colonization of the vector *Anopheles (Cellia) superpictus* from Sanliurfa, Turkey, Journal of the European Mosquito Control Association, 19.

Sinha, V.P., 1976, Further observations on the physico-chemical factors of the breeding places of *Culex quinquefasciatus* Say = *fatigans* Wied, Mosquito News, 36, 358 – 360.

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

Slice, D.E., 2007, Morphueus, Software for morphometric research, Department Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York.

Snow, K.R., 1990, Mosquitoes, Naturalists's Handbook 14, The Richmond Publishing, Great Britain, 66p.

Southwood, T.R.E., 1968, Ecological methods with particular reference to the study of insect populations, Chapman and Hall, London, 391p.

Subra R., 1981, Biology and control of *Culex pipiensquinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera, Culicidae) with special reference to Africa, Insect Science and Its Application, 1, 319 - 338.

Suleman, M. and Reisen, W.K., 1979, *Culex quinquefasciatus* say: Life table characteristics of adults reared from wild-caught pupae from north west frontier province, Pakistan, Mosquito News, 39, 756-762.

Sunahara, T., Mogi, M., Selomo, M., 1998, Factors limiting the density of *Culex quinquefasciatus* Say immatures in open drains in an urban area of South Sulawesi, Indonesia, *Medical Entomology and Zoology*, 49, 93 – 98.

Uchikawa, K., 1976, a membrane feeding method for *Argas japonicus*, (Ixodoidae: Argacidae) and applications of this method for culturing the tick and for oral infection of Japanese encephalitis virus. *Jap. J. Sanit. Zool.*, 27, 207 – 216.

Van Riper, C., Van Riper, S.G., Goff, M.L., Laird, M., 1986, The epizootiology and ecological significance of Malaria in Hawaiian (USA) land birds, *Ecological Monographs*, 56, 327 – 344.

Volkman, S.K., Barry, A.E., Lyons, E.J., Nielsen, K.M., Thomas, S.M., Choi, M., Thakore, S.S., Day, K.P., Wirth, D.F., Hartl, D.L., 2001, Recent origin of *Plasmodium falciparum* from a single progenitor, *Science*, 293, 482 - 484.

Vythilingam, I., Huat, T.C., Ahmad, N.W., 2005, Transmission potential of *Wuchereria bancrofti* by *Culex quinquefasciatus* in urban areas of Malaysia, *Tropical Biomedicine*, 22, 83 – 85.

Walter, N.M. and Hacker, C.S., 1974, Variation in life table characteristics among three geographic strains of *Culex pipiensquinquefasciatus*, *J. Med. Ent.*, 11, 541 – 550.

Wargas, R.I., Walsh, W.A., Kanahisa, D., Stark, J.D., Nisida, T., 2000, Comparative demography of three Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae) at alternating temperatures, *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 93, 1, 75 – 81.

WHO, 2000, Preparing and implementing a national plan to eliminate lymphatic filariasis (in countries where onchocerciasis is not co-endemic), Geneva, Switzerland: World Health organization, 1 – 67p.

WHO, 2006, World Health Report - working together for health, 237s.

Yılmaz, M., Özsoy, E.D., Bozcuk, A.N., 2008, Maternal age effects on longevity in *Drosophila melanogaster* populations of different origin, *Biogerontology*, 9, 163 – 168.

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 : Filiz Günay

Doğum Yeri : Adana

Doğum Yılı : 24/03/1985

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1998-2001 Gazi Anadolu Lisesi - Ankara

Lisans : 2002-2006 Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce