

***Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830)  
(DIPTERA: SARCOPHAGIDAE) TÜRÜNÜN FARKLI  
MORFOLOJİK PARAMETRELERLE LARVAL  
DÖNEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE BU VERİLERİN  
ADLİ ENTOMOLOJİYE UYGULANMASI**

**RESEARCH ON LARVAL PERIODS OF *Sarcophaga  
argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830) (DIPTERA:  
SARCOPHAGIDAE) WITHIN DIFFERENT  
MORPHOLOGICAL PARAMETERS AND THE  
APPLICATION OF THESE PARAMETERS TO FORENSIC  
ENTOMOLOGY**

**SEDA ÖN**

**PROF. DR. OSMAN SERT**

**Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Adli Bilimler Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ Olarak Hazırlanmıştır.

2018

Seda ÖN'ün hazırladığı "*Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Sarcophagidae) Türünün Farklı Morfolojik Parametrelerle Larval Dönemlerinin Araştırılması Ve Bu Verilerin Adli Entomolojiye Uygulanması" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

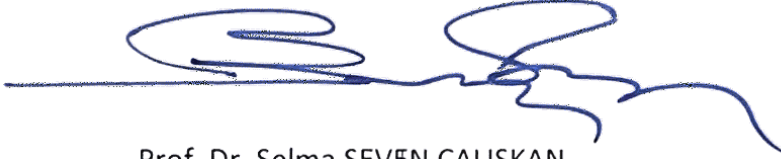
Prof. Dr. Ertunç GÜNDÜZ

Başkan



Prof. Dr. Osman SERT

Danışman



Prof. Dr. Selma SEVEN ÇALIŞKAN

Üye



Doç. Dr. Ferhat ALTUNSOY

Üye



Doç. Dr. Mahmut KABALAK

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

- Tezimin/Raporumun 21/01/2020 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- Tezimin/Raporumun ..... tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**

- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

21. / 01. / 2020.

  
(İmza)

Öğrencinin Adı Soyadı  
Seda Ön

## ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

04 / 01 / 2018

SEDA ÖN



## ÖZET

***Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830) (DIPTERA:  
SARCOPHAGIDAE) TÜRÜNÜN FARKLI MORFOLOJİK  
PARAMETRELERLE LARVAL DÖNEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI  
VE BU VERİLERİN ADLİ ENTOMOLOJİYE UYGULANMASI**

**Seda ÖN**

**Yüksek Lisans, Adli Bilimler Bölümü  
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Osman SERT**

**Ocak 2018, 60 sayfa**

Bu Tez kapsamında, adli entomolojik çalışmalarda kullanılan *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Sarcophagidae) türünün larval gelişim süreleri ile uzunluk, genişlik ve ağırlık olmak üzere morfolojik parametreleri 25°C ve 30°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta incelenmiştir. Türkiye popülasyonu için bazal gelişim sıcaklıkları ile birlikte Toplam Derece Gün (TDG) ve Toplam Derece Saat (TDS) değerleri hesaplanmıştır. *S. argyrostoma* türünün larvası için morfolojik gelişim parametrelerinin ölçümleri saatlik olarak yapılmıştır. Bu çalışmayla her ülkenin kendi popülasyonuna bağlı değişiklikler göz önünde bulundurulmuş, Türkiye popülasyonu için bir veri seti oluşturulması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Adli Entomoloji, *Sarcophaga argyrostoma*, Larva, Bazal Sıcaklık, TDG, TDS, Larval Gelişim Parametreleri, ÖSZ

## ABSTRACT

**RESEARCH ON LARVAL PERIODS OF *Sarcophaga argyrostoma*  
(Robineau-Desvoidy, 1830) (DIPTERA: SARCOPHAGIDAE)  
WITHIN DIFFERENT MORPHOLOGICAL PARAMETERS AND THE  
APPLICATION OF THESE PARAMETERS TO FORENSIC  
ENTOMOLOGY**

**Seda ÖN**

**Master, Department of Forensic Sciences**

**Supervisor: Prof. Dr. Osman SERT**

**January 2018, 60 pages**

In the scope of thesis, together with the morphologic parameters such as length, width and weight, the larval development process and parameters of the species *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Sarcophagidae) used in the forensic entomologic studies has been analysed in two different temperatures as 25°C and 30°C. For the Turkey population, together with the base development temperatures Accumulative Degree Day (ADD) and Accumulative Degree Hour (ADH) have been calculated. Calculation of morphologic development parameters of *S. argyrostoma* larvae have been done in hour bases. With this study, taking into consideration of the differences of each country's own population, it is aimed to establish a data set for Turkey population.

**Key Words:** Forensic Entomology, *Sarcophaga argyrostoma*, Larvae, Base Temperature, ADD, ADH, Larval Development Parameters, PMI

## TEŞEKKÜR

Lisans ve lisansüstü öğrenimim süresince bana değerli düşünceleri ve tecrübesi ile yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Osman SERT'e,

Tez deneylerini sürecinde her zaman yanımda olan, benimle bilgilerini, dostluğunu paylaşan, yardımlarını ve desteğini esirmeyen, çok değerli arkadaşım Gülşah Merve ÖRSEL'e,

Yüksek lisans öğrenimim boyunca her zaman yardıma koşan, bilgilerini benimle paylaşan ve tecrübeleri ile yol gösteren değerli hocalarım Doç. Dr. Mahmut KABALAK, Araş. Gör. Dr. Senem ÖZDEMİR, Araş. Gör. Dr. Burcu ŞABANOĞLU ve Dr. Yavuz TURAN'a,

Deneylerim sırasında beni asla yalnız bırakmayan, her zaman destekleyen arkadaşlarım Miray KOÇ, Zülal KAYA, Ömer ŞAHİN, Şebnem ŞAHİN, Ahmet Cemil ÖZTURHAN, Hüseyin Ali BOLAT, Melike TOPÇULAR, Merve DİNAR, Gökçe KIRCA ve canım yol arkadaşım Yasemen SARIKAYA'ya,

Küçük yaşlarımdan itibaren her an yanımda duran ve beni ben yapan arkadaşlarım Ceren GÜRÇAY YILMAZ, Işkın YILMAZ ve Efecan YILMAZ'a,

Hayatımın her anında arkamda olduklarından emin olduğum ve koşulsuz desteklerini her zaman hissettiğim annem, babam ve canım kızkardeşime,

En içten dileklerle teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER.....	v
ŞEKİLLER .....	vi,vii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Adli Entomoloji.....	1
1.2. Adli Entomolojinin Tarihi.....	2
1.3. Ölüm Sonrası Zaman Tahmini .....	4
1.4. Larvadaki Morfolojik Değişikliklerin Yaş Tahmininde Kullanılması .....	6
1.5. Sarcophagidae Familyasına Ait Genel Bilgiler.....	8
1.5.1. <i>Sarcophaga (Liopygia) argyrostoma</i> (Robineau-Desvoidy, 1830) .....	12
2. MATERYAL VE METOD .....	21
3. BULGULAR .....	26
3.1. <i>Sarcophaga argyrostoma</i> Türünün Larval Dönem Gelişim Süreleri .....	26
3.1.1. 25°C İçin Gelişim Süreleri.....	26
3.1.2. <i>Sarcophaga argyrostoma</i> 'nın 25°C İçin Larval Gelişim Parametreleri .....	26
3.1.3. 30°C İçin Gelişim Süreleri.....	29
3.1.4. <i>Sarcophaga argyrostoma</i> 'nın 30°C İçin Larval Gelişim Parametreleri.....	29
3.2. Posterior Spirakül Değişimleri .....	37
3.3. Anterior Spirakül Değişimleri .....	41
3.4. Dönemlik Pharyngeal İskelet Değişimleri .....	42
3.5. Bazal Gelişim Sıcaklıkları İle Toplam Derece Gün (TDG) ve Toplam Derece Saat (TDS) Hesaplamaları .....	44
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	45
KAYNAKLAR.....	50
ÖZGEÇMİŞ .....	60

## ÇİZELGELER

### Sayfa

Çizelge 3. 1. <i>Sarcophaga argyrostoma</i> larvalarının 25°C'deki uzunluk ölçümleri .	26
Çizelge 3. 2. <i>S. argyrostoma</i> larvalarının 25°C'deki genişlik ölçümleri .....	27
Çizelge 3. 3. <i>S. argyrostoma</i> larvalarının 25°C'deki ağırlık ölçümleri.....	28
Çizelge 3. 4. <i>S. argyrostoma</i> larvalarının 30°C'deki uzunluk ölçümleri .....	30
Çizelge 3. 5. <i>S. argyrostoma</i> larvalarının 30°C'deki genişlik ölçümleri .....	30
Çizelge 3. 6. <i>S. argyrostoma</i> larvalarının 30°C'deki ağırlık ölçümleri.....	31
Çizelge 3. 7. Aynı sıcaklıklarda yürütülen Grassberger ve Reiter'in verileri ile mevcut çalışmada tespit edilen larval gelişim sürelerinin karşılaştırılması .....	33
Çizelge 3. 8. TDS Değerleri .....	44
Çizelge 3. 9. TDG Değerleri.....	44

# ŞEKİLLER

## Sayfa

Şekil 1. 1. Ergin <i>Sarcophaga argyrosotma</i> .....	9
Şekil 1. 2. <i>Sarcophaga argyrostoma</i> larvası .....	11
Şekil 1. 3. <i>Sarcophaga argyrostoma</i> 'nın baş morfolojisi .....	14
Şekil 1. 4. <i>Sarcophaga argyrostoma</i> 'da beyaz renkteki alt kaliptra .....	15
Şekil 1. 5. Erkek bireylerde kırmızı renkte olan epandrium .....	15
Şekil 1. 6. Pharyngeal iskeletin yapısı .....	16
Şekil 1. 7. Birinci dönem posteriyör spiraküller .....	17
Şekil 1. 8. İkinci dönem posteriyör spiraküller ve peritrem yapısı .....	18
Şekil 1. 9. Yelpaze şeklindeki anterior spirakül .....	19
Şekil 1. 10. Üçüncü dönem posteriyör spiraküller ve peritrem yapısı .....	19
Şekil 1. 11. <i>Sarcophaga argyrostoma</i> pupasının genel görünümü .....	20
Şekil 2. 1. Memmert IPP260Plus Marka İnkübatör .....	22
Şekil 2. 2. Sineklerin beslenmesi amacı ile hazırlanan süt tozu .....	22
Şekil 2. 3. Sartorius marka hassas terazi .....	24
Şekil 2. 4. Leica MZ16A stereoskopik mikroskop sistemi .....	24
Şekil 2. 5. Larva uzunluk ve genişlik ölçümü .....	25
Şekil 3. 1. <i>Sarcophaga argyrostoma</i> 'nın 25°C'de larva büyüme grafiği (uzunluk) .....	27
Şekil 3. 2. <i>S. argyrostoma</i> 'nın 25°C'de larva büyüme grafiği (genişlik) .....	28
Şekil 3. 3. <i>S. argyrostoma</i> 'nın 25°C'de larva büyüme grafiği (ağırlık) .....	29
Şekil 3. 4. <i>S. argyrostoma</i> 'nın 30°C'de larva büyüme grafiği (uzunluk) .....	30
Şekil 3. 5. <i>S. argyrostoma</i> 'nın 30°C'de larva büyüme grafiği (genişlik) .....	31

<b>Şekil 3. 6.</b> <i>S. argyrostoma</i> 'nın 30°C'de larva büyüme grafiği (ağırlık) .....	31
<b>Şekil 3. 7.</b> <i>S. argyrostoma</i> 'nın 25°C ve 30°C sıcaklıklarda elde edilen uzunluk verilerinin karşılaştırılması .....	32
<b>Şekil 3. 8.</b> <i>S. argyrostoma</i> 'nın 25°C ve 30°C sıcaklıklarda elde edilen genişlik verilerinin karşılaştırılması .....	32
<b>Şekil 3. 9.</b> <i>S. argyrostoma</i> 'nın 25°C ve 30°C sıcaklıklarda elde edilen ağırlık verilerinin karşılaştırılması .....	33
<b>Şekil 3. 10.</b> <i>Sarcophaga argyrostoma</i> türünün 25°C ve 30°C için gelişim dönemlerinin karşılaştırılması .....	34
<b>Şekil 3. 11.</b> 25°C ve 30°C için dönemlere göre uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması .....	35
<b>Şekil 3. 12.</b> 25°C ve 30°C için dönemlere göre genişlik ortalamalarının karşılaştırılması .....	35
<b>Şekil 3. 13.</b> 25°C ve 30°C için dönemlere göre ağırlık ortalamalarının karşılaştırılması .....	36
<b>Şekil 3. 14.</b> a, b, c, d ve e: Birinci döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri f: İkinci döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri .....	37
<b>Şekil 3. 15.</b> a, b ve c: İkinci döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri d, e ve f: Üçüncü döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri .....	38
<b>Şekil 3. 16.</b> a, b, c, d, e, f: Üçüncü döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri .....	39
<b>Şekil 3. 17.</b> a, b, c, d: Üçüncü döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri .....	40
<b>Şekil 3. 18.</b> a, b, c, d ve e: Anteriör spirakül görüntüleri .....	41
<b>Şekil 3. 19.</b> Pharyngeal iskelette altı saatte bir gözlenen değişiklikler (a, b ve c: Birinci dönem larvaya ait pharyngeal iskelet d, e ve f: İkinci dönem larvaya ait pharyngeal iskelet g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, r, s, t, v, x, y ve z: Üçüncü dönem larvaya ait pharyngeal iskelet) .....	43

## SİMGELER VE KISALTMALAR

ÖSZ: Ölüm Sonrası Zaman

PMI: Post Mortem Interval

TDG: Toplam Derece Gün

TDS: Toplam Derece Saat

ADH: Accumulated Degree Hour

ADD: Accumulated Degree Day

A.K.: Ağız kancası

D.K.: Dorsal köprü

D.P.: Dorsal plaka

V.P.: Ventral plaka

D.S.: Dental sklerit

A.S.: Ara sklerit

P.: Peritrem

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Adli Entomoloji

Böcekler, yeryüzünde en fazla sayıda bulunan ve çeşitlilik gösteren organizmalardır. Günümüze kadar bir milyondan az tür tanımlanıp isimlendirilmiş olsa da, çalışmalar gerçekte 3 ile 30 milyon arası türün varlığına işaret etmektedir. Böcekler, neredeyse bütün karasal habitatlarda ve tuzlu su hariç birçok sucul ortamda bulunmaktadır [1]. Bu habitatların en önemlilerinden biri de omurgalı cesetleri olarak karşımıza çıkmaktadır [2]. Nekrofaj böcekler kadavranın ayrışması için gereklidir. Böcekler ve ceset arasındaki bu yakın ilişki sayesinde böceklerin medikokriminal araştırmalarda kullanımı adli entomolojinin temel konusunu oluşturmaktadır [3].

Ayrışma sürecindeki ekolojik önemlerine ek olarak böcekler adli araştırmalarda da etkin şekilde yer almaktadırlar [4]. Adli entomolojinin başlıca uygulanma yöntemi, şüpheli ölüm olaylarında, ölümün ardından geçen minimum sürenin, ceset üzerinde gelişimine devam eden en yaşlı böcek örneği sayesinde bulmak ya da cesette yer alan böcek türlerini tespit etmek veya incelemektir [5].

Adli araştırmalarda en önemli talep böcekler kullanılarak ölümden itibaren geçen minimum sürenin tahmin edilmesidir [6]. Bu amaçla yakın zamanlarda geliştirilen yöntemler, araştırmacıların entomolojik delilleri sahadan daha düzgün biçimde toplayabilmesinin yolunu açmıştır. Bu sayede ölüme takip eden zamanda cesedin taşındığı ya da bir yerde bekletildiği, suda kalma süresi, travma bölgelerinin nereler olduğu, ölümden sonra ceset üzerinde meydana gelen yaralar, uyuşturucu kullanımı, şüpheliyi ölüm yeri ile eşleştirme, cinsel saldırı ve şüphelinin kimliğinin saptanması gibi sorulara cevap bulunabilecektir [7].

Çevresel etkilere ve cesede ulaşılabilirlik durumuna bağlı olarak, nekrofaj böcekler taze cesette hızlı bir şekilde kolonize olurlar [5]. Cesedin içinde ve dışındaki böcek aktivitesinin sonucu olan çürüme, ölçülebilir, aralıksız bir süreçtir ve koşullara bağlı olarak ölümün üzerinden birkaç ay geçmiş olsa bile minimum ölüm zamanı tahminini doğru bir biçimde yapabilmeye olanak sağlar [8]. Bu tahminlerin esası cesede gelerek yumurta bırakan ve gelişimini ceset üzerinde sürdüren böceklerin yaşının hesaplanmasıdır [6].

Nekrofaj ve çürükçül böceklerin yararlılıkları ve adli olayların tespitlerindeki başarıları, entomoloji literatüründe yapılan pek çok çalışma sayesinde iyi bir şekilde kanıtlanmıştır [4].

## 1.2. Adli Entomolojinin Tarihi

Arthropodlar, Dünya üzerindeki en büyük ve en önemli biyolojik grup olmalarından dolayı, cinayet mahali de dâhil çok çeşitli alanlarda bulunabilmektedirler. Bu da, adli entomolojideki kullanımları için çok geniş bir olanak sağlamaktadır [9].

Adli entomolojiye dair ilk kanıt, 1235 yılında Çinli bir avukat tarafından elde edilmiştir. Yazdığı "Yanlışıları Yıkamak (Washing Away of Wrongs)" isimli mediko-adli kitabında pirinç tarlaları yakınında öldürülen bir kişinin katilinin, kan lekesi bulunmamasına rağmen orağın üzerine konan sinekler sayesinde bulunduğunu belirtmiştir [4].

Medikal ve adli uzmanların yanı sıra heykeltıraşlar, ressamlar ve şairler de insan vücudunun çürümesini tespit ederek, özellikle beslenmekte olan larvaların etkilerini yakından incelemişler ve bunları eserlerinde göstermişlerdir [9].

Francesco Redi 1668 yılında, o zamana kadar sanılanın aksine kurtçukların etin üzerinde kendiliğinden oluşmadığını, bunların aslında sinek yumurtaları olduğunu keşfetmiştir [1].

1767 yılında bir doğa bilimci olan Carl Von Linnaeus, üç sineğin bir at cesedini bir aslan kadar hızlı yok edebileceğini öne sürmüştür [10].

1775'de Linnaeus böceklerin tanımlanması ile ilgili çalışmalar yürütmüştür ve bu tanımladığı türler arasında *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758) gibi adli açıdan önemi olan sinekler de bulunmaktadır. Bu çalışmalar böcek yaşam döngüsünün sürelerini araştırmaya ve ölümden sonra geçen sürenin belirlenmesine olanak sağlamıştır [11].

18. ve 19. yüzyılda Almanya ve Fransa'da gerçekleştirilen toplu mezar kazılarında, mediko-adli doktorlar gömülü cesetlerin çok çeşitli Arthropodlar tarafından kolonize edildiğini gözlemlemişlerdir. 1831 yılında ünlü Fransız doktorlar Orfila ve Lesueur (1831,1835) çok sayıda mezar kazısı gözlemleyerek cesetlerin çürümesinde larvaların önemli bir rol oynadığını keşfetmişlerdir [10].

1855 yılında Fransız Doktor Marcel Bergeret'nin yazdığı ilk modern adli entomoloji dava raporu, böcekler kullanılarak yapılmış bir ölüm sonrası zaman tahminini içermektedir. Ancak şişe sineği pupaları ve güve larvalarının gözlemlendiği olayda Bergeret, sineklerin metamorfozunun bir yıl olduğunu düşünerek yanlış bir zaman tahmini gerçekleştirmiştir [9].

1881 yılında Reinhard'ın yayınladığı adli entomolojideki ilk sistematik çalışma, 1886 yılında Hofmann'ın yayınladığı kazılan mezarlardan tespit edilen türlerle ilgili çalışma, Megnin'in 1883 ve 1896 yılları arasında yayınlamış olduğu 14 çalışma ile, 1894 yılında yayınladığı "Le Faune des Cadavres" isimli ve adli entomoloji tarihinde önemli yer kaplayan kitabı, 19. yüzyılda adli entomoloji açısından atılan en büyük adımlar olarak karşımıza çıkmaktadır [9].

20. yüzyılın başlarında Klingelhöffer, Maschka ve Horoskiewiez otopsiler esnasında böceklerin cesetlerde neden olduğu değişiklikleri incelemişlerdir. Niezabotowski; Calliphoridae, Sarcophagidae, Piophilidae ve nekrofaj Coleoptera türleri ile yaptığı çalışmalarda insan cesetlerindeki fauna ile omurgalı - omurgasız hayvan cesetlerindeki faunayı karşılaştırmıştır. Alfred Brehm'in "Life of the Animals" ve Jean Henri Fabre'in "Souvenirs of the Insect Life" kitaplarında böcekler ve Calliphoridae türleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir [10].

1960 ve 1980 yılları arasında adli entomoloji çalışmaları Leclercq ile Nuorteva ve arkadaşları öncülüğünde yürütülmüştür. Reiter, *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) ile ilgili çalışmalarını 1984 yılında yayınlamıştır. Nuorteva ve arkadaşlarının 1974 yılında yazdığı adli entomoloji el kitabı birçok araştırmacıya kaynak olmuştur. Smith'in 1985 yılında yayınladığı "Manual of Forensic Entomology" isimli ders kitabı adli entomoloji çalışmaları için başlıca kaynaklar arasında gösterilmektedir [10].

Türkiye'de adli entomoloji ile ilgili çalışmalar son 15 yılda görülmeye başlamıştır. İlk çalışmalardan biri 2002 yılında Hacettepe Üniversitesi'nde gerçekleştirilmiş ve köpek leşinin çürüme aşamaları ile cesede gelen böcek faunası incelenmiştir [12]. 2007 yılında Ankara ilinde 12 domuz leşi kullanarak yapılan araştırmalar sonucu "Ankara İli'nde (Merkez İlçe) Leş Üzerindeki Calliphoridae (Diptera) Faunasının Belirlenmesi ve Morfolojilerinin Sistematik Yönden İncelenmesi" [13] ve "Ankara İli'nde (Merkez İlçe) Leş Üzerindeki Coleoptera Faunasının Belirlenmesi ve

Morfolojilerinin Sistematik Yönden İncelenmesi" [14] adlı iki tez çalışması yayınlanmıştır. 2012 yılında "Adli Bakımdan Önemli Olan Böcek Gruplarından Calliphoridae Familyasına Ait *Calliphora vomitoria* (Linnaeus,1758) ve *Chrysomya albiceps* (Wiedemann 1819) Türlerinin Pupa Dönemindeki Gelişimlerinin İncelenmesi" [15] ve "Adli Bakımdan Önemli Olan Böcek Türlerinden *Lucilia sericata*'nın (Diptera: Calliphoridae) Pupa Gelişim Sürecinin İncelenmesi" [16], 2014 yılında "Adli Önemi Olan Böcek Türlerinden *Calliphora vomitoria* (Linnaeus,1758) (Diptera: Calliphoridae)'nın Farklı Sıcaklıklarda Gelişim Sürelerinin Araştırılması" [17] ve "Adli Önemi Olan Böcek Türlerinden *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Calliphoridae)'nın Farklı Sıcaklıklarda Gelişim Dönemlerinin Sürelerinin Araştırılması" [18], 2016 yılında ise "Adli Önemi Olan Böcek Türlerinden *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy,1830)(Diptera: Sarcophagidae)'nın Farklı Sıcaklıklardaki Larva ve Pupa Dönemlerinin İncelenmesi" [19] başlıklı tezler Prof. Dr. Osman SERT'in danışmanlığında Hacettepe Üniversitesi'nde, 2014 yılında "Kütahya İli Merkez İlçesinin Adli Açısından Önemli Olan Sarcophagidae (Diptera) Faunasının Belirlenmesi" [20] başlıklı tez Yrd. Doç. Dr. Yakup ŞENYÜZ'ün danışmanlığında Dumlupınar Üniversitesi'nde yayınlanmıştır.

### 1.3. Ölüm Sonrası Zaman Tahmini

Ölümden sonra geçen zaman, pataloglar tarafından genellikle katılık (rigor mortis), kan oturması (livor mortis), vücut sıcaklığının düşmesi (algor mortis) ve çürümenin dereceleri gibi erken dönem değişiklikler kullanılarak tespit edilir. Ancak, bu yöntemler kişinin öldüğü zamana kabaca yaklaşmaktadır çünkü çoğu güvenilir değildir ve bu sebeple yanlış sonuçlar doğurmaktadırlar [21].

Adli sistemde entomolojinin kullanımı, çürümekte olan hayvan kalıntılarında kolonize olmaya evrimleşmiş böceklerden ve bu kalıntılardan beslenen Athropodlar'dan elde edilen veriler sayesinde olmaktadır [1]. Arthropodlar'ın tahmin edilebilir hayat döngülerine, habitatlara, bilinen yayılışlara, davranışlara ve gelişim hızlarına sahip olmalarının yanı sıra belirli türlerin cinayet mahalinde bulunması sebebiyle suçun ne zaman, nerede ve nasıl olduğuna dair önemli bilgiler sağlamaktadır [22].

Ölüm sonrası zaman (ÖSZ) (Post mortem interval – PMI) tahmini; ölüm ile cesedin bulunması arasında geçen süreyi ifade etmektedir. ÖSZ tahminleri yapılırken en yüksek ve en düşük günlük sıcaklıklar saatlik kayıtlarla takip edilmeli, güneşin vücut sıcaklığına etkisi göz önüne alınmalı ve sabit sıcaklığa dayanan gelişim hızları, dalgalı (doğal) sıcaklıklarla karşılaştırılmalıdır [23].

ÖSZ tahmini iki yöntem ile uygulanabilmektedir; bunlardan ilki ölüm sonrası sürecin erken dönemlerinde, ceset üzerinde gelişen bireylerden en yaşlı olanın yaşının ölçümüne bağlı olan minimum ÖSZ'nin, diğeri ise ölüm sonrası sürecin geç dönemlerinde, ceset üzerinde belirgin süksesyon kalıplarına sahip olan Arthropod komünitelerinin düzenlerinin belirlenmesidir [21].

Entomolojik zaman tahminleri ile ilgili bir diğere önemli nokta ise, böceklerin soğukkanlı olmaları nedeniyle, çevre sıcaklığının metabolik hızları üzerinde önemli bir etkisinin olmasıdır. Ölümcül olmayan limitler içerisinde, çevresel sıcaklık daha yüksek olduğunda böcek metabolizması ve aktivitesi daha hızlı olmakta, bu yüzden hem gelişimsel [24] hem de ekolojik [25] süreçler deneyler sonucu elde edilen sürelerle göre daha hızlı gelişmektedir. Böcek biyolojisindeki saat benzeri özellikler fizyolojik zaman olarak adlandırılmaktadır [26]. Fizyolojik zaman genellikle derece-saat ( $^{\circ}\text{C-h}$ ) ya da derece-gün ( $^{\circ}\text{C-d}$ ) gibi toplam termal birimler olarak ölçülmektedir [24]. Sıcaklık birikimi ile belirli bir süre boyunca böceklerin gelişim miktarını tahmin etmek için kullanılan teknik, Toplam Derece Gün (TDG)(Accumulated Degree Days – ADD) ya da Toplam Derece Saattir (TDS)(Accumulated Degree Hours – ADH). Her böceğin, belirli bir döneme ulaşması için gereken TDG ya da TDS deneysel yöntemler sayesinde belirlenebilmektedir [21].

Yaş tayini, cesetten örneklenen ergin olmayan en büyük bireyin ve çevresel koşulların tespit edilmesi ile aynı zoocoğrafik alandan toplanmış, belirli sıcaklıklarda yetiştirilen sineklerden elde edilen gelişim verilerinin karşılaştırılması sayesinde yapılmaktadır. Gelişim oranlarının her türde genetik özelliklere ve coğrafi adaptasyonlara bağlı olması sebebiyle aynı türün deneysel olarak elde edilmiş verilerinin referans olarak kullanılması gerekmektedir [5].

#### 1.4. Larvadaki Morfolojik Değişikliklerin Yaş Tahmininde Kullanılması

Larva, gelişimi sırasında dışarıdan gözlemlenebilen değişiklikler geçirmektedir. Larva yaşının belirlenebilmesi için en önemli unsur, toplam vücut büyüklüğünün (uzunluk, genişlik ve ağırlık) zaman içindeki artışıdır. Ancak uzunluk ve ağırlık yaş için tek ölçüt değildir [27][21]. Catts'e [6] göre ağız parçaları ve posterior spiraküller her bir larval dönemi belirlemek için kullanılabilir. Bireyin yaşı, bu morfolojik karakterlerin ölçümü ve türden türe farklılıklar gösteren büyüme eğrilerinin karşılaştırılması ile hesaplanabilmektedir [27].

Larva yaşının farklı ölçüm parametreleri ile hesaplandığı birçok çalışma bulunmaktadır.

Greenberg [28] kursak içeriklerinin incelenmesi sayesinde de larval yaşın hesaplanabileceğini belirtmiştir. Kursak sayesinde üçüncü dönem larvanın beslenmeden kesilip kesilmediği de anlaşılabilir olup [21], kursak boyunun ölçülmesinin de yaş hesabına katkısı olacağı düşünülmektedir [29][30].

Levot ve ark. [31] 1979 yılında yaptıkları çalışmalarında, *Calliphora nociva* (Hardy, 1932), *C. augur* (Fabricius, 1775), *Parasarcophaga crassipalpis* (Macquart, 1939), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794), *C. rufifacies* (Macquart, 1843), *C. varipes* (Macquart, 1851) ve *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830) türlerinin larval gelişimlerini ağırlıklarını ölçerek incelemiş ve büyüme eğrilerini sigmoid olarak belirlemişlerdir. Buna göre gelişimi üç döneme bölmüşlerdir; lag evresinde larva çevreye adapte olmuş, log evresinde hızlı şekilde büyümüş ve sabit evrede maksimum büyüme değerine ulaşmış ve sabit kalmıştır. Her bir tür için ayrı ayrı elde edilen grafiklerin karşılaştırılmasıyla, türlerin büyüme farklılıklarının ortaya çıkartılabileceğini göstermişlerdir. Williams [32] benzer bir çalışmayı 1984 yılında *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830), *Calliphora vicina*, *C. stygia* (Fabricius, 1781) ve *C. hilli* (Patton, 1925) türleri ile gerçekleştirmiştir. Örnekleri sabit sıcaklıklarda yetiştirip ağırlıklarını ölçmüş ve aritmetik büyüme evreleri oluşturmuştur.

Davies ve Ratcliffe [33], *Calliphora vicina*, *C. alpina* (Zetterstedt, 1845), *C. vomitoria*, *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy, 1830) ve *Lucilia sericata* türlerinin düşük sıcaklıklarda gelişim hızlarını incelemek amacıyla ağırlık ölçümlerini kullanmıştır.

Wells ve ark. [34] 1995 yılında *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) türünün larvalarının ağırlık ölçümlerini ters tahmin yöntemi kullanarak, larva yaşı belirlemede kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

1998 yılında von Zuben ve ark. [35] larval gelişimin, ağırlık gibi nicel veriler ile ölçüldüğünde sonuçların matematiksel olarak modellenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Anderson 2000 [36] yılında *Phormia regina* (Meigen, 1826), *Phaenicia sericata* (Meigen, 1826), *Eucalliphora latifrons* (Hough, 1899), *Lucilia illustris* (Meigen, 1826) ve *Calliphora vicina* türlerini kullanarak, her bir larval dönem için minimum ve maksimum gelişim miktarlarını boy ölçümleri sayesinde elde etmiştir.

Byrd ve Butler, *Cochliomyia macellaria*, *Chrysomya rufifacies* ve *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallen, 1817) türlerinin larval uzunluklarını döngüsel ve sabit sıcaklıklarda ölçerek gelişim verileri elde etmişlerdir [37][38][39].

Byrd ve Allen da, *Phormia regina* türü ile 2001 [40] yılında benzer biçimde gerçekleştirdikleri çalışmalarından elde ettikleri verileri Kamal [41] ve Bishopp [42]'in daha önceki verileri ile karşılaştırmışlardır.

İsomegalen ve isomorphen diyagramlar, ölüm sonrası zaman tahmini için sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir. Grassberger ve Reiter, *Protophormia terraenovae* ve *Lucilia sericata* türlerinin larval uzunluk verileri ile isomegalen ve isomorphen diyagramlar oluşturmuşlardır [43][44]. Ayrıca *Sarcophaga argyrostoma* türünün larva uzunluğunu ölçerek gelişiminin sıcaklığa bağlı değişimlerini altı farklı sabit sıcaklıkta çalışmışlardır [45].

Donovan ve ark.[46], *Calliphora vicina* larvalarının uzunluk verilerini hesaplanmış TDS verileri ile karşılaştırarak isomegalen diyagramlar oluşturmuşlardır.

Day'in belirttiğine [47] göre Nishida 1984 ve 1986 yıllarında hem ağırlık hem de uzunluk ölçümlerini kullanarak çalışmalar yürüterek bu iki parametrenin birbiriyle uyumlu olduğunu belirtmiştir. Ancak Day kendi çalışma sonuçlarına göre uzunluk ölçümünün, larva başının kıvrılması nedeni ile verimli olmadığını, bununla birlikte larva genişliğinin de ölçülmesi gerektiğini belirterek ve *Calliphora augur* larvalarını

kullanarak yaptığı ölçümlerde genişliğin de yaş tayini için kullanılabileceğini öne sürmüştür.

Clark ve ark. [48], *Lucilia sericata*'nın farklı vücut dokularındaki gelişimlerini, larva uzunluğunu ölçerek karşılaştırmışlardır.

### **1.5. Sarcophagidae Familyasına Ait Genel Bilgiler**

**Şube:** Arthropoda

**Altşube:** Hexapoda

**Sınıf:** Insecta

**Takım:** Diptera

**Alttakım:** Brachycera

**Üstfamilya:** Oestroidae

**Familya:** Sarcophagidae

Sarcophagidae familyası dünyada bilinen 3094 türe sahip, Avrupa'da ise 309 tür ile temsil edilen bir familyadır [49]. Türkiye'de daha önceki çalışmalarda tespit edilmiş 85 tür bulunmaktadır [50][51]. Bu familya Sarcophaginae, Paramacronychiinae ve Miltogramminae olmak üzere üç ayrı altfamilya ile temsil edilir [52].

Çoğu Sarcophagidae türünün larval dönemleri nekrofaj olduğundan "et sinekleri" terimi bu familyayı tanımlamak için kullanılmaktadır [53]. Ergin öncesi dönemleri ile ilgili teşhis karakterleri ve gelişim verileri, ölüm sonrası zaman tahmini açısından oldukça elverişli bilgiler sağlamaktadır [54][55].

Ergin bireyler besin kaynağı olarak şekerli maddeler, nektar, bitki öz suları, bal içeren besinler ve kanalizasyon sularını tercih ederken, larvalar genellikle çürümekte olan hayvansal materyali tercih ederler. Bazı larvaların yarasa dışkıları, yengeç leşleri ve böcekçil bitkilerdeki böceklerle beslendiği bilinmektedir. Bazı türlerin larvalarında da kannibalizm görülür [52].

Sarcophagidae türleri genellikle karasaldır ve çoğu tür küçük-orta büyüklükteki omurgalı ya da omurgasız leşlerinde yetişmektedir. Çöllerden yağmur ormanlarına kadar çok geniş bir yayılım alanları mevcuttur. Yalnızca birkaç tür tatlı su habitatlarında bulunmaktadır [56].

Sarcophagidae familyasına ait sinekler miyasis potansiyelleri ve patojenlerin vektörü olmaları sebebi ile çok fazla ilgi çekmektedirler [45]. Son yıllarda *Sarcophaga argyrostoma* türünün birden fazla kez insanlarda kutanöz ve genitoürinal miyasis sebepleri olduğu raporlanmıştır [57]. Amoudi ve ark. [58] *Sarcophaga ruficornis* (Fabricius, 1794)'in köpeklerde, atlarda, eşeklerde ve cüzzam hastalarında miyasis sebepleri olduğunu belirtmişlerdir.

Bütün Sarcophagidler karakteristik olarak, thoraks'ta griden siyaha değişen renklerde boyuna çizgilere, dama ya da mozaik desenli abdomene, yoğun kıllara sahip vücuda ve her iki eşeyde de birbirinden oldukça ayırık gözlere sahiptirler [59]. (Şekil 1. 1.) Calliphoridae familyasına göre, adli açıdan kullanımı daha azdır, çünkü tür düzeyinde teşhisi oldukça zordur [60]. Kesin tür teşhisi erkek bireylerde genitalya karakterleri yardımıyla yapılabilmektedir [61].



**Şekil 1. 1.** Ergin *Sarcophaga argyrosotma*.

Sarcophagidae familyasına ait türler genellikle bahar ve yaz mevsimlerinde yaygın olarak görülürken, çoğunlukla gölgelik ya da yarı gölgelik alanları tercih ederler [61]. Sıklıkla kapalı ortamlardaki cesetlerde görülürler. Çürümenin hem erken hem de geç evrelerinde cesetler üzerinde bulunabilirler [1].

Sarcophagidae familyasına ait türler iyi uçucu olduklarından, yağmurlu ve rüzgarlı havalarda da cesetlere ulaşmakta zorluk çekmezler. Böyle hava koşullarında cesede diğer sinek türlerinden önce ulaşıp kolonize olabilmektedirler [1].

Bütün Diptera takımının üyeleri gibi Sarcophagidae familyası da holometabol başkalaşım göstermektedir [1]. Familyadaki türlerin çoğunda üreme larvipar şekildedir ve dişilerin yumurta kanallarında, döllenmiş yumurtaların gelişebilmesi için iki loblu bir kese bulunmaktadır [56]. Yumurtalar, larvanın bırakılmasından kısa bir süre önce uterusu açılır [62]. Bu üreme döngüsü, sarcophagidlerin diğer diptere göre ölüm sonrası zaman tayininde daha güvenilir olmasını sağlamaktadır. Sarcophagidlerde kaynağa bırakılan larvalar anında beslenmeye başlarken, calliphoridler ovipar olduklarından, besin kaynağı olarak ceset üzerine bırakılan yumurtalar yalnızca uygun çevresel koşullar sağlandığında açılacaktır [59].

Larvalar acephalic tiptedir (Şekil 1. 2.) ve baş kapsülü indirgenmiş bir şekilde thoraks içerisine çekilmiştir. Baş kapsülü içerisinde ağız parçaları ile birlikte cephalopharyngeal (pharyngeal) iskelet bulunmaktadır. Larva vücudu genellikle beyaz ya da açık krem renkte, ince ve yarı silindirik yapıdadır ve 11 segmentten meydana gelmiştir. Posterior ve anterior spiraküller larvanın solunum sistemini oluşturmaktadır. Posterior spiraküllerdeki yarı sayısı bulunduğu larva evresine göre 1, 2 ve 3 olmak üzere değişiklik göstermektedir [63]. Sarcophagidae larvaları, Calliphoridae larvalarına benzemelerine rağmen posterior spiraküllerinin bir girinti içerisinde gömülü olmalarıyla ayırt edilebilmektedirler [56]. Posterior spiraküllerin içinde bulunduğu anal girintinin etrafı etsi çıkıntılar ile çevrelenmiştir [1]. Larvanın vücudundaki segment çizgilerinde türe özgü değişiklikler gösteren çıkıntılar bulunmaktadır [64]. Larva üzerindeki bu karakterler üçüncü dönem larvada teşhis için kullanılmaktadır [65].



**Şekil 1. 2.** *Sarcophaga argyrostoma* larvası.

Larvalar üçüncü evreden sonra besinden uzaklaşarak post-feeding ismi verilen beslenmeden kesildikleri bir döneme girerler. Bu dönemde larvaların boyunda kısalma ve enlerinde artış meydana gelmektedir. Post-feeding evresinin ardından larvalar prepupa evresine girerek hareketsizleşirler. Bu evreyi takiben pupa dönemi başlar [64].

Sarcophagidae familyasında fıçı tipi pupa görülmektedir. Pupa dönemi puparium içerisinde gerçekleşmektedir. Puparium yuvarlaklaşmış ve kalınlaşmıştır ayrıca koyu bir renge sahiptir. Pupa döneminin sonunda, çıkmaya hazır olan ergin, başın üzerindeki ptilinum adındaki bir keseyi şişirerek, pupariumun anterior kısmını kırmaktadır. Pupadan yeni çıkan ergin bireyler henüz uçuş yeteneğine sahip değildir. Türe göre değişiklik göstermekle birlikte 8 ile 24 saat arasında kanatlar açılmakta ve ergin bireyler kanatlarını kullanabilmektedirler [63].

### 1.5.1. *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau - Desvoidy, 1830)

**Familya:** Sarcophagidae

**Altfamilya:** Sarcophaginae

**Cins:** *Sarcophaga*

**Altcins:** *Liopygia*

**Tür:** *argyrostoma*

#### **Sinonimler:**

*Sarcophaga barbata* Thomson, 1869

*Sarcophaga falculata* Pandelle, 1869

*Sarcophaga argentina* Brethes, 1916

*Sarcophaga persicae* Senior - White, 1924

*Mesothrsia henschiana* Enderlain, 1928

*Mesothrsia henseliana* Enderlain, 1928

*Ptilocnema henseliana* Enderlain, 1928

*Sarcophaga chivensis* Zimin, 1928

*Sarcophaga argyrostoma* türü genellikle kentsel alanları tercih eden [66], gölgelik alanlarda bulunan bir türdür [61]. İlkbahar ve sonbahar arasında [60] görülmekle birlikte, en yaygın buldukları zaman Temmuz ve Ağustos aylarıdır [67].

Oldukça bilinen bir tür olan *Sarcophaga argyrostoma*, neredeyse kozmopolit bir yayılışa sahiptir [61]. Dünyada: Afganistan, Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Azerbaycan, Azor, Belçika, Bulgaristan, Büyük Britanya, Çekoslovakya, Çin, Danimarka, Ermenistan, Fransa, Güney Afrika, Gürcistan, Hawaii Adaları, Hindistan, Irak, İran, İspanya, İsrail, İtalya, Kazakistan, Kıbrıs, Kırgızistan,

Macaristan, Marshall Adaları, Mısır, Moğolistan, Moldova, Özbekistan, Pakistan, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Sırbistan, Slovakya, Suriye, Suudi Arabistan, St. Helen, Tacikistan, Tunus, Türkmenistan, Ukrayna, Yunanistan, Wake Adası'nda dağılım göstermektedir [68].

Kara ve Pape [50], *Sarcophaga argyrostoma* türünün Türkiye'de bulunduğunu yer belirtmeden ifade etmişlerdir. Hayat ve ark. [51], Isparta ve Mersin, Pekbey ve Hayat [69] Erzurum, İzgördü [20] ise Kütahya illeri için lokalite belirtmişlerdir. Bu tez çalışması için kullanılan *S. argyrostoma* örnekleri Ankara ilinden toplanmıştır.

*Sarcophaga argyrostoma* erginleri sıklıkla çürüyen etlerde, kümes hayvanlarının dışkılarında, gübrede ve çiçeklerde bulunmaktadır [62]. Larvaları normalde çürümekte olan etlerde gelişmekte olsa da aynı zamanda bazı hayvanlar üzerinde parazitod olarak yaşayabilmektedirler [70]. Ayrıca bu türler insanlarda genito ürinal miyasis [71] sebep olmakla birlikte diğer dipter larvaları üzerinden de karnivor olarak beslenmektedir [62].

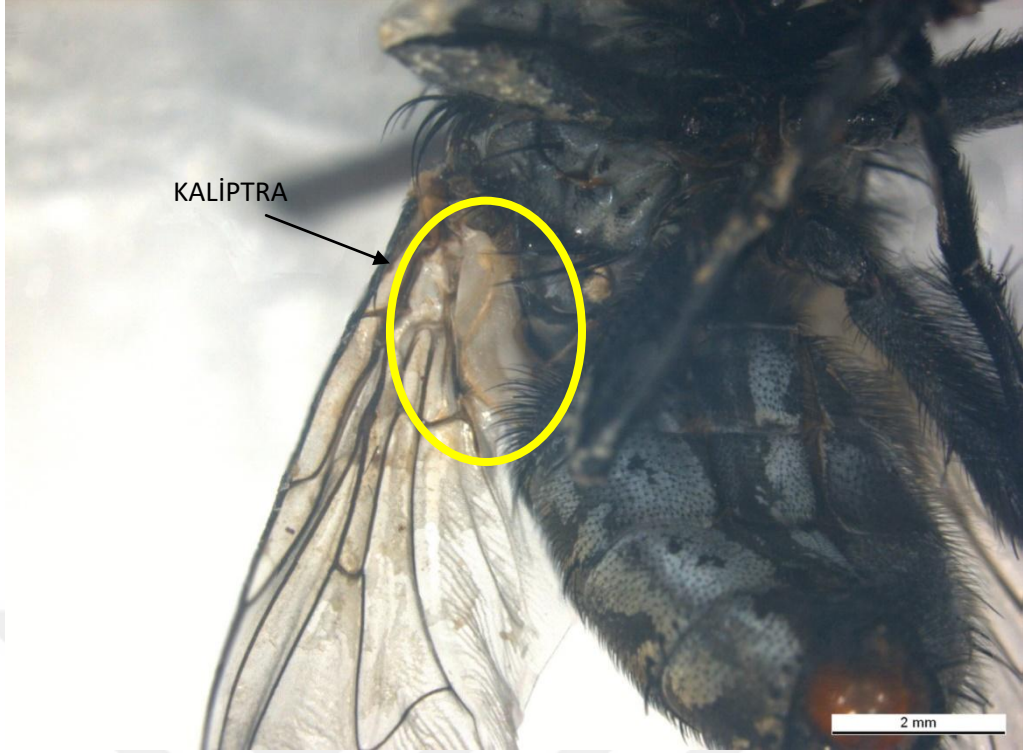
Vücut gümüş gri ya da sarımsı beyaz tozla kaplıymış gibi görünmektedir. Baş gümüş beyaz renktedir. Occiput, post gena ve genanın bazı bölgeleri beyaz kıllar ile kaplıyken genanın üst ön kısımları siyah kıllarla çevrelenmiştir. Anten ve palpuslar siyah renktedir [64] (Şekil 1. 3.).



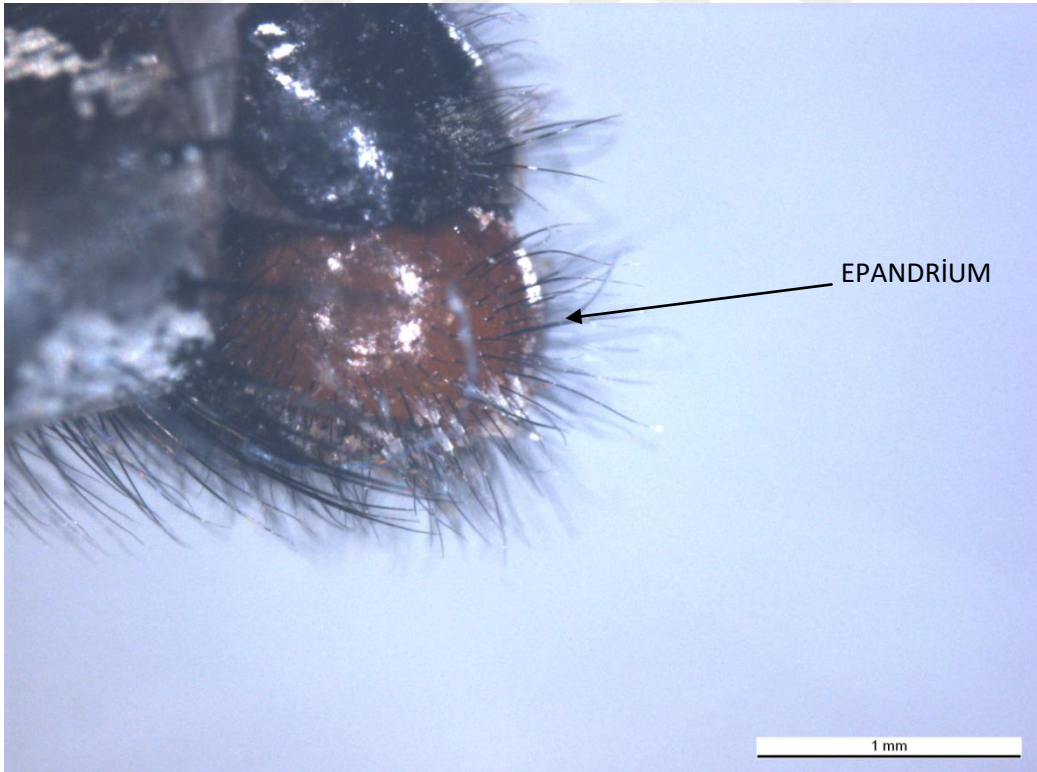
**Şekil 1. 3.** *Sarcophaga argyrostoma*'nın baş morfolojisi.

Thoraks yüzeyi gri renkte olup üzeri siyah ya da siyahımsı kahverengi boyuna çizgilerle kaplıdır. Bacaklar siyah olmasına rağmen gri tozlu bir görünüme sahiptir. Abdomen dama ya da mozaik desenlidir. Kanatta alt kaliptra beyaz renktedir [64] (Şekil 1. 4.).

Dişiler erkeklere göre daha açık renklenme gösterirler [64]. Erkek bireylerde frons bir göz genişliğinin yarısı genişliğinde iken dişilerde gözün üçte ikisi genişliğindedir [72]. Erkek bireylerin üreme organında bulunan epandrium türe özgü olarak parlak kırmızı renktedir [64] (Şekil 1. 5.).



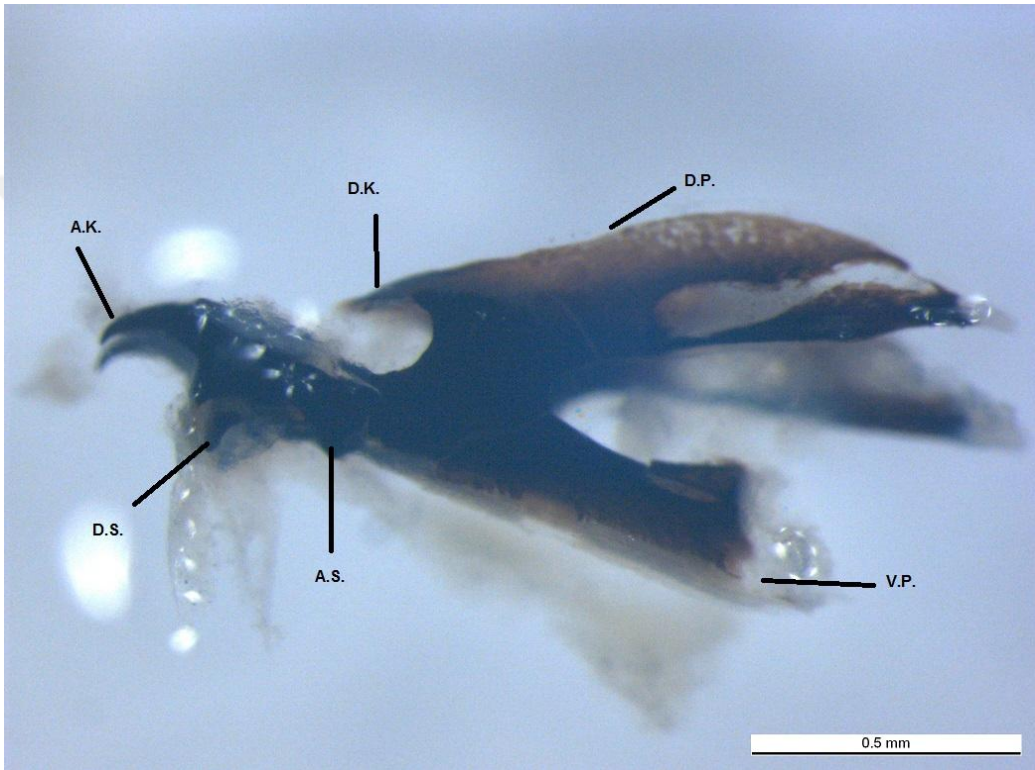
Şekil 1. 4. *Sarcophaga argyrostoma*'da beyaz renkteki alt kaliptra.



Şekil 1. 5. Erkek bireylerde kırmızı renkte olan epandrium.

*Sarcophaga argyrostoma* türünün birinci dönem larvası belirgin bir pseudocephalona, üç thorasic, yedi abdominal segmente ve posteriyör spirakülleri üzerinde bulunduran bir anal kısma sahiptir [64] (Şekil 1. 2.).

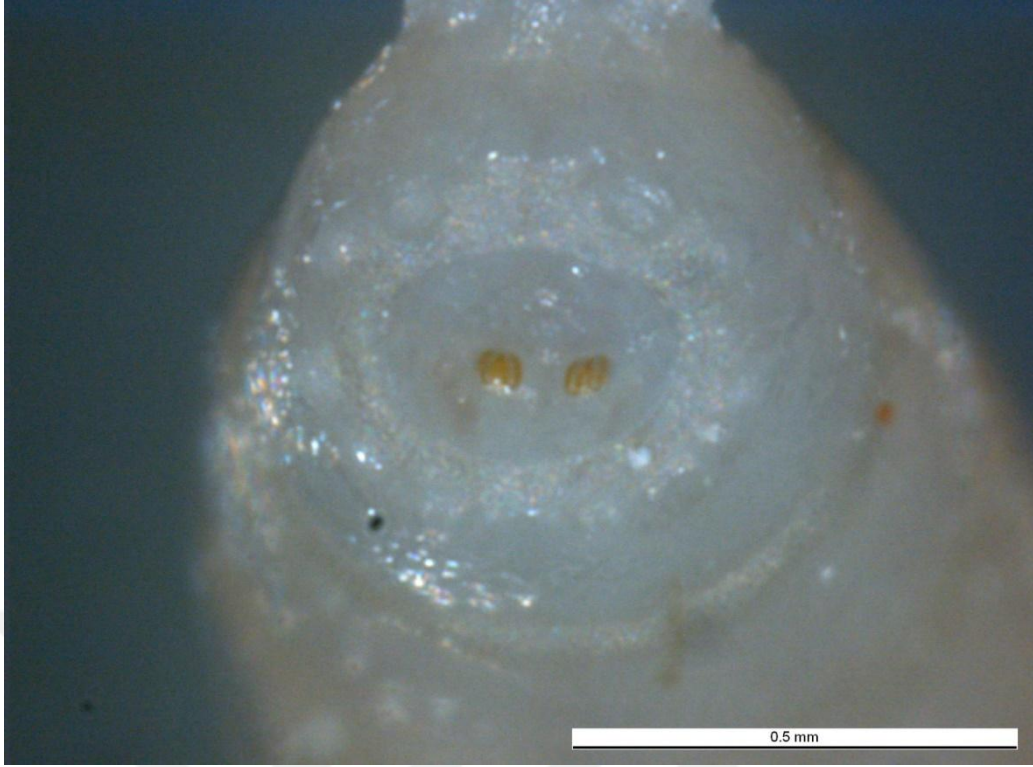
Pseudocephalon iki lobdan meydana gelmiştir. Pharyngeal iskelet (cephaloskeleton) bir çift kanca, bir ara sklerit ve bir çift dental sklerit ile dorsal ve ventral plakalar ve dorsal köprüden oluşmaktadır. Kancalar eşit boyutta ve sivri uçludur, uç kısımları aşağı doğru kıvrılmıştır [64](Şekil 1. 6.).



**Şekil 1. 6.** Pharyngeal iskeletin yapısı (A.K: Ağız kancası, D.S: Dental Sklerit, A.S: Ara Sklerit, D.K: Dorsal Köprü, D.P: Dorsal Plaka, V.P: Ventral Plaka).

Hem thorasic hem de abdomen segmentlerinin anterior kenarlarında larvayı çepeçevre saran diken taşıyan bantları bulunmaktadır [71].

Abdomende anal bölüm yedi çift papillaya sahiptir ve anterior-ventral yüzeyinde birkaç sıra diken vardır. İki çift halinde dikey yarıktan meydana gelen posteriyör spiraküller bir oyuk içerisine yerleşmiştir. Bu oyuk, kıl benzeri dikenlerin meydana getirdiği halka şeklinde, hafif kitinize olmuş bir alanla çevrelenmiştir [64] (Şekil 1. 7.).



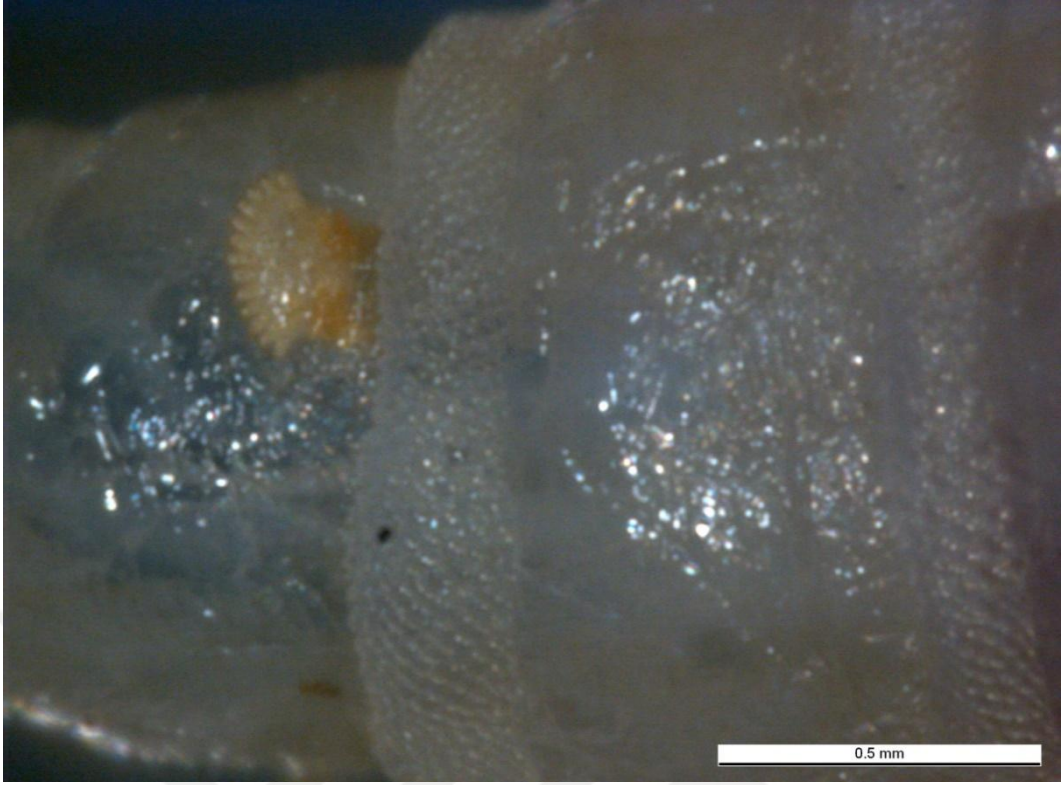
**Şekil 1. 7.** Birinci dönem posterior spiraküller.

İkinci dönem larva genel yapı itibariyle birinci dönem larva ile çok benzemekle birlikte, baş kısmı üçüncü dönem larvaya daha fazla benzemektedir. Anteriör spiraküller ilk defa bu evrede görülmeye başlar. Vücut üzerindeki dikenlerin sayısı artarken daha kitinize bir yapı kazanırlar [71]. Posterior spiraküllerin yarıkları genişleyerek birinci dönem larvaya göre daha belirgin hale gelir (Şekil 1. 8.). Yarıkların etrafını saran peritrem kalınlaşmıştır ancak henüz tamamını çevrelememiştir. Posterior spiraküllerin içinde yer aldığı oyuk birinci larva evresine göre daha belirgin bir hale gelmiştir [64]. Üçüncü dönem larva koyulaşarak kirli beyaz ve sarımsı bir renk alır. Bu dönemde vücut en geniş halini almıştır. Pharyngeal iskelet genel yapı itibariyle benzer bir şekilde olsa da büyüklüğü artmış ve daha kitinize bir yapı kazanmıştır. Skleritler neredeyse tamamen siyah renktedir. Anteriör spiraküller yelpaze şeklini almıştır [64] (Şekil 1. 9.).



**Şekil 1. 8.** İkinci dönem posteriyör spiraküller ve peritrem yapısı.

Thorasik ve abdominal segmentlerdeki diken bantlarının kalınlıkları ve diken sayıları artmıştır [71]. Posteriyör spiraküller iyi gelişerek üç dikey yarık şeklini almıştır. Koyu kahverengi bir renk alan peritrem, spiraküllerin etrafında homojen bir kalınlıkta değildir, tam bir daire oluşturmaz ve ventral kısımda açıktır [64] (Şekil 1. 10.).



**Şekil 1. 9.** Yelpaze şeklindeki anterior spirakül.



**Şekil 1. 10.** Üçüncü dönem posterör spiraküller ve peritrem yapısı.

Pupa, fıçı (coarctate) tiptedir (Şekil 1. 11.). Prepupa döneminde rengi açık sarımsı renkte iken, daha sonra parlak turuncuya ve daha da koyulaşarak en sonunda koyu kırmızımsı-kahverengi ya da siyahımsı renge dönüşmektedir. Larvada segmentlerde bulunan diken bantlar hala pupa kılıfı üzerinde de görülmektedir [64].



**Şekil 1. 11.** *Sarcophaga argyrostoma* pupasının genel görünümü.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında Sarcophagidae familyasına ait *Sarcophaga argyrostoma* türü ele alınmıştır. Deneyle, Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Biyokriminal Entomoloji Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışma kapsamında *S. argyrostoma* türünün larva dönemleri 25°C ve 30°C sıcaklıklarda gelişim süresi boyunca her saat başı incelenmiş, birer saatlik aralıklarla alınan bireylerin ağırlıkları ölçülmüş, fotoğrafları çekilmiş, boy ve en ölçümleri yapılmıştır.

Çalışma materyali olan *S. argyrostoma* türüne ait bireyler Hacettepe Üniversitesi Beytepe Yerleşkesi'nden toplanmıştır. Bireyleri toplamak için koyun akciğeri kullanılmıştır. Plastik kutular içine konulan 200g ağırlığındaki koyun akciğeri güneş alan ve sineklerin ilgisi olduğu bilinen yarı gölgelik alanlara bırakılmıştır. Ciğere gelen Sarcophagidae familyasına ait bireyler numune kapları ile yakalanmıştır.

Toplanan sinekler canlı olarak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda 5-10 damla etil asetat damlatılmış pamuk ile bayılmış ve sineklerin tür teşhisi yapılmıştır. Teşhisler Szpila (2014)'deki tür teşhis anahtarı kullanılarak gerçekleştirilmiştir [65]. Teşhisleri yapılan sinekler üremeleri amacıyla tül kafeslere alınmıştır. Kafeslere birey sayısının hızlı artması amacı ile dişi sinekler daha fazla sayıda konulmuştur.

Yetiştirme kafesleri Memmert IPP260plus markalı soğutmalı inkübatörde yerleştirilmiştir (Şekil 2. 1.). Yetiştirme 25°C ve 30°C sıcaklıklarda gerçekleştirilmiştir. Ergin sineklerin ihtiyacını karşılamak amacıyla eşit miktarda şeker ve süt tozu, su ile karıştırılarak pamuklara emdirilmiş, petri kapları içinde kafeslere yerleştirilmiş ve bu karışım her iki günde bir yenilenmiştir (Şekil 2. 2.). Bir hafta sonra hem dişilerin larva bırakmadan önceki protein ihtiyacını karşılamak hem de larvalarını bırakmaları ve larvaların beslenebileceği bir ortam oluşturmak amacıyla kafeslerin içerisine 150 g koyun akciğeri, zemini sargı bezi ile örtülmüş petri içinde yerleştirilmiştir. Bu andan itibaren kafesler gözlenmiş ve larvaların bırakıldığının tespit edilmesiyle akciğer petrieleri yetiştirilmek üzere kafeslerden alınmıştır.



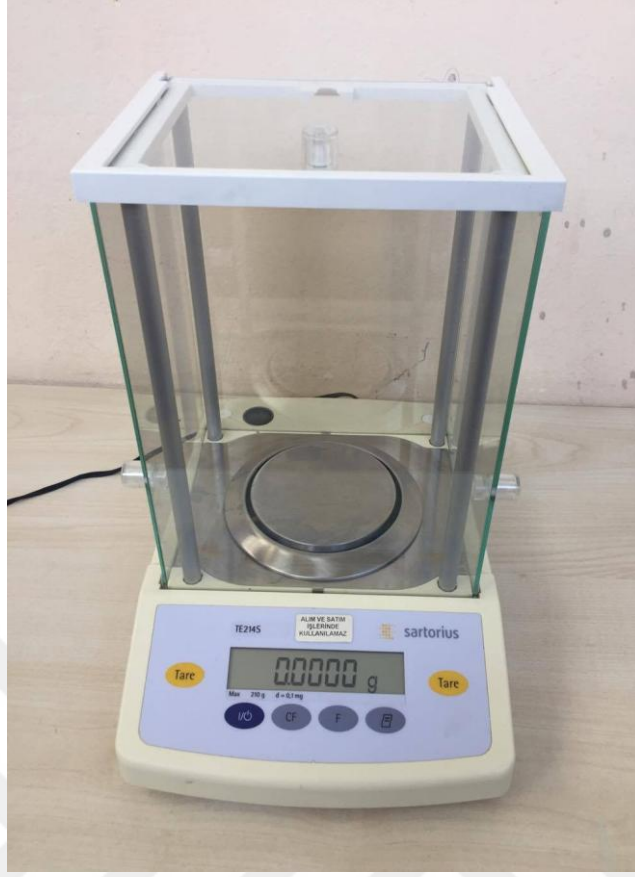
**Şekil 2. 1.** Memmert IPP260Plus Marka İnkübatör.



**Şekil 2. 2.** Sineklerin beslenmesi amacı ile hazırlanan süt tozu.

Üzerinde larvaların bulunduğu akciğer petripleri, kapağında hava girişi ve çıkışı sağlayan delikler ile tabanında talaş bulunan plastik kaplar içerisine yerleştirilmiştir. Talaş, hem bozulma sürecinde sıvılaştıran akciğerin suyunu emerek larvaların boğulmasını engellemek hem de post-feeding döneme geçerek besinden uzaklaşan larvaların saklanabileceği için uygun bir ortam oluşturması amacıyla kullanılmıştır.

İlk saatten itibaren incelenmeye başlanan larvalar her saat başı kaplardan alınarak kaynar su içerisinde yaklaşık 1 dakika bekletilerek öldürülmüştür. Öldürülen bireyler kurutma kâğıdının üzerine alınmış ve üzerindeki fazla su uzaklaştırılmıştır. Bu işlem tartım sırasında yanlış sonuç elde edilmesinin önüne geçilmesi amacıyla yapılmıştır. Kurutma kâğıdından alınan bireyler önce Sartorius marka hassas terazi (Şekil 2. 3.) ile tartılmıştır. Daha sonra Leica MZ16A stereoskopik mikroskop sistemi (Şekil 2. 4.) ve Canon D100 fotoğraf makinesi kullanılarak bu bireylerin fotoğrafları çekilmiş ve fotoğraflar üzerinde en ve boy ölçümleri yapılmıştır (Şekil 2. 5.). Bu işlemin ardından anterior ve posterior spireküllerin de fotoğrafları çekilmiş ve değişimleri gözlemlenmiştir. Her saat başı yapılan bu işlemlerde 1 birey kullanılmıştır. Buna ek olarak her altı saatte bir örneklerin pharyngeal iskeletleri çıkartılmış, %10'luk KOH çözeltisinde bekletilerek etrafındaki dokulardan arındırıldıktan sonra fotoğraflanmıştır. Fotoğraflanma işlemi biten larvalar %70'lik etil alkol ve 2 damla gliserin içeren ependorf tüplere konulup saklanmıştır.



**Şekil 2. 3.** Sartorius marka hassas terazi.



**Şekil 2. 4.** Leica MZ16A stereoskopik mikroskop sistemi.



**Şekil 2. 5.** Larva uzunluk ve genişlik ölçümü.

Yapılan bu tez çalışmasında iki farklı sıcaklık için gelişim evrelerinin süreleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu süreler ile bir böceğin gelişimi için gerekli fizyolojik zamanı belirten Toplam Derece Gün (TDG) ve Toplam Derece Saat (TDS) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda;

$$\text{TDG} = (T - T_{\text{min}})^{\circ}\text{C} \times \text{Süre (Gün)}$$

$$\text{TDS} = (T - T_{\text{min}})^{\circ}\text{C} \times \text{Süre (Saat)}$$

formülleri kullanılmıştır. 'T' araştırılan sıcaklığı, 'Tmin' ise türün gelişimini tamamlayabildiği en düşük sıcaklığı ifade etmektedir. 'Tmin' değeri hem bu çalışmadan hem de daha önce laboratuvarımız bünyesinde yürütülen *Sarcophaga argyrostoma* ile ilgili çalışmadan [19] elde edilen sıcaklık ve süre verileri kullanılarak lineer regresyon grafiği yöntemiyle hesaplanmıştır.

### 3. BULGULAR

#### 3. 1. *Sarcophaga argyrostoma* Türünün Larval Dönem Gelişim Süreleri

##### 3. 1. 1. 25°C İçin Gelişim Süreleri

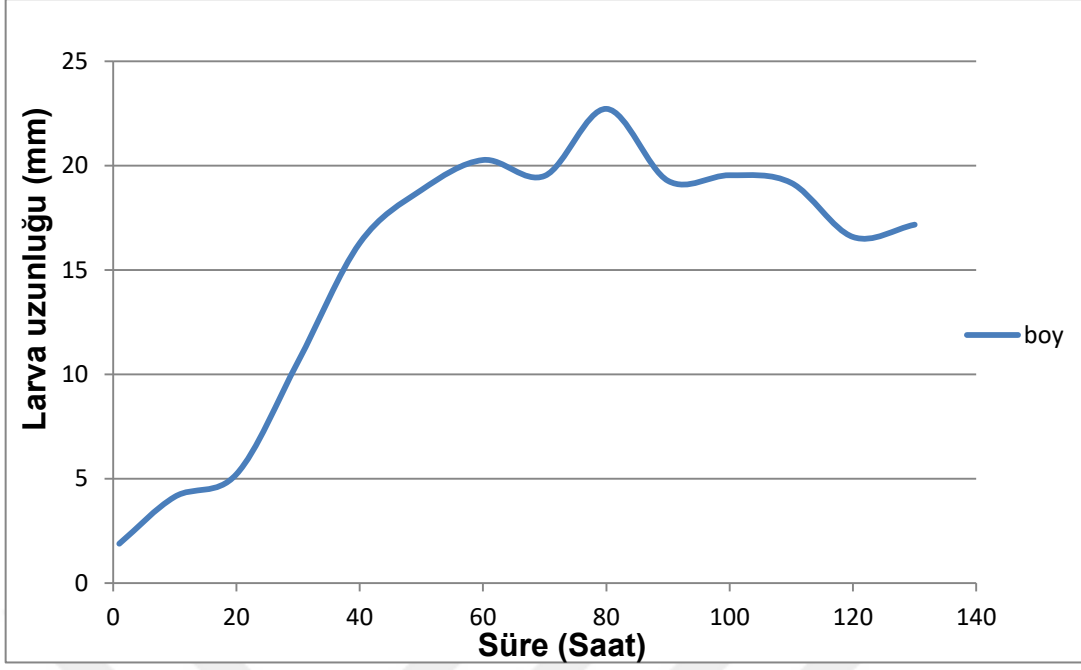
25°C sıcaklık için gelişim sürelerinin hesaplanması amacıyla 13 defa larva alınmış ve bütün larva grupları için pupa dönemine kadar yetiştirme yapılmıştır. Her bir dönem için gelişim süreleri belirlenerek ortalamaları alınmıştır. Buna göre 25°C sıcaklıkta 1. dönem larva süresinin 18 saat, 2. dönem larva süresinin 14 saat ve 3. dönem larva süresinin ise 100 saat sürdüğü belirlenmiştir.

##### 3. 1. 2. *Sarcophaga argyrostoma*'nın 25°C İçin Larval Gelişim Parametreleri

Bu sıcaklık için larva gelişimi uzunluk, genişlik ve ağırlık ölçümleri ile ele alınmıştır. Saat başı yapılan ölçümlerden elde edilen veriler Çizelge 3.1., Çizelge 3. 2. ve Çizelge 3. 3.'de on saatlik aralıklar ile belirtilmiştir. Bu verilere ait büyüme grafikleri Şekil 3. 1., Şekil 3. 2. ve Şekil 3. 3.'de verilmiştir.

**Çizelge 3. 1.** *Sarcophaga argyrostoma* larvalarının 25°C'deki uzunluk ölçümleri.

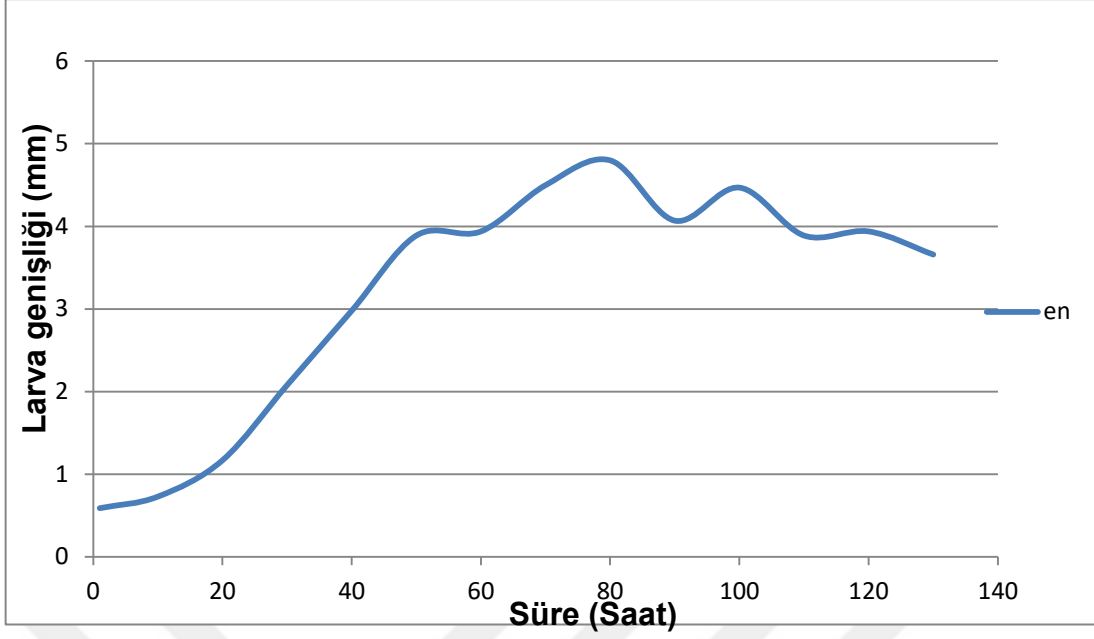
<b>1. saat</b>	1,88 mm	<b>50. saat</b>	18,83 mm	<b>100. saat</b>	19,54 mm
<b>10. saat</b>	4,13 mm	<b>60. saat</b>	20,27 mm	<b>110. saat</b>	19,17 mm
<b>20. saat</b>	5,21 mm	<b>70. saat</b>	19,51 mm	<b>120. saat</b>	16,58 mm
<b>30. saat</b>	10,61 mm	<b>80. saat</b>	22,72 mm	<b>130. saat</b>	17,17 mm
<b>40. saat</b>	16,29 mm	<b>90. saat</b>	19,27 mm		



Şekil 3. 1. *Sarcophaga argyrostoma*'nın 25°C'de larva büyüme grafiği (uzunluk).

Çizelge 3. 2. *S. argyrostoma* larvalarının 25°C'deki genişlik ölçümleri.

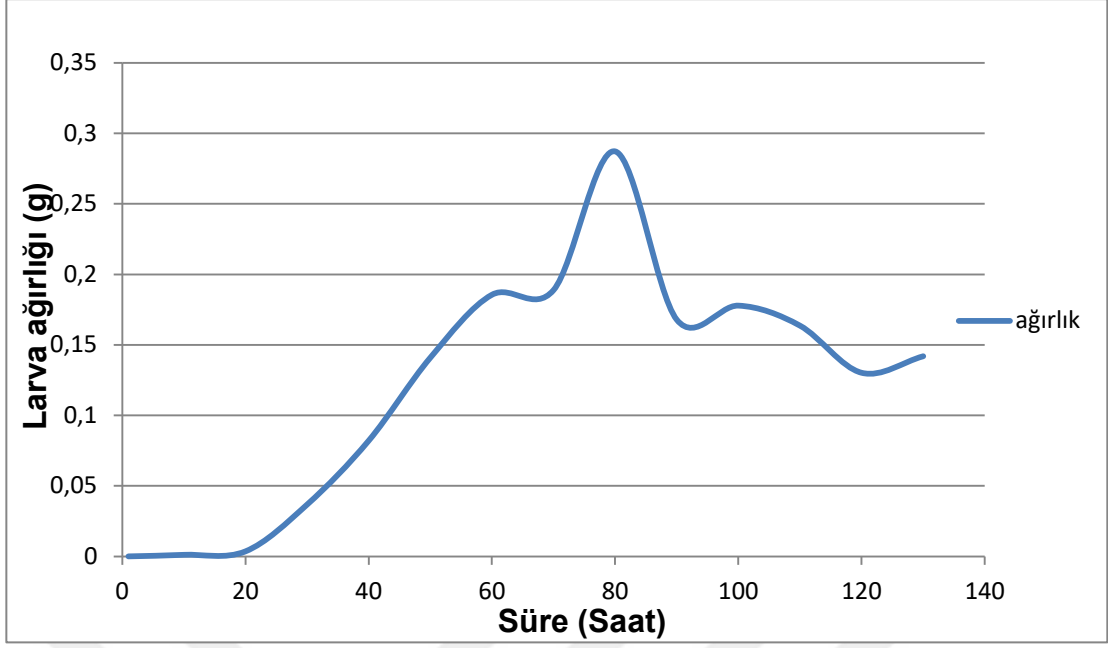
<b>1. saat</b>	0,59 mm	<b>50. saat</b>	3,89 mm	<b>100. saat</b>	4,47 mm
<b>10. saat</b>	0,73 mm	<b>60. saat</b>	3,94 mm	<b>110. saat</b>	3,89 mm
<b>20. saat</b>	1,17 mm	<b>70. saat</b>	4,50 mm	<b>120. saat</b>	3,94 mm
<b>30. saat</b>	2,08 mm	<b>80. saat</b>	4,80 mm	<b>130. saat</b>	3,66 mm
<b>40. saat</b>	2,98 mm	<b>90. saat</b>	4,07 mm		



Şekil 3. 2. *S. argyrostoma*'nın 25°C'de larva büyüme grafiği (genişlik).

Çizelge 3. 3. *S. argyrostoma* larvalarının 25°C'deki ağırlık ölçümleri.

<b>1. saat</b>	0,0001 g	<b>50. saat</b>	0,1409 g	<b>100. saat</b>	0,1778 g
<b>10. saat</b>	0,0012 g	<b>60. saat</b>	0,1855 g	<b>110. saat</b>	0,1636 g
<b>20. saat</b>	0,00365 g	<b>70. saat</b>	0,1888 g	<b>120. saat</b>	0,1302 g
<b>30. saat</b>	0,0368 g	<b>80. saat</b>	0,2871 g	<b>130. saat</b>	0,1419 g
<b>40. saat</b>	0,0821 g	<b>90. saat</b>	0,1678 g		



**Şekil 3. 3.** *S. argyrostoma*'nın 25°C'de larva büyüme grafiği (ağırlık).

### 3. 1. 3. 30°C İçin Gelişim Süreleri

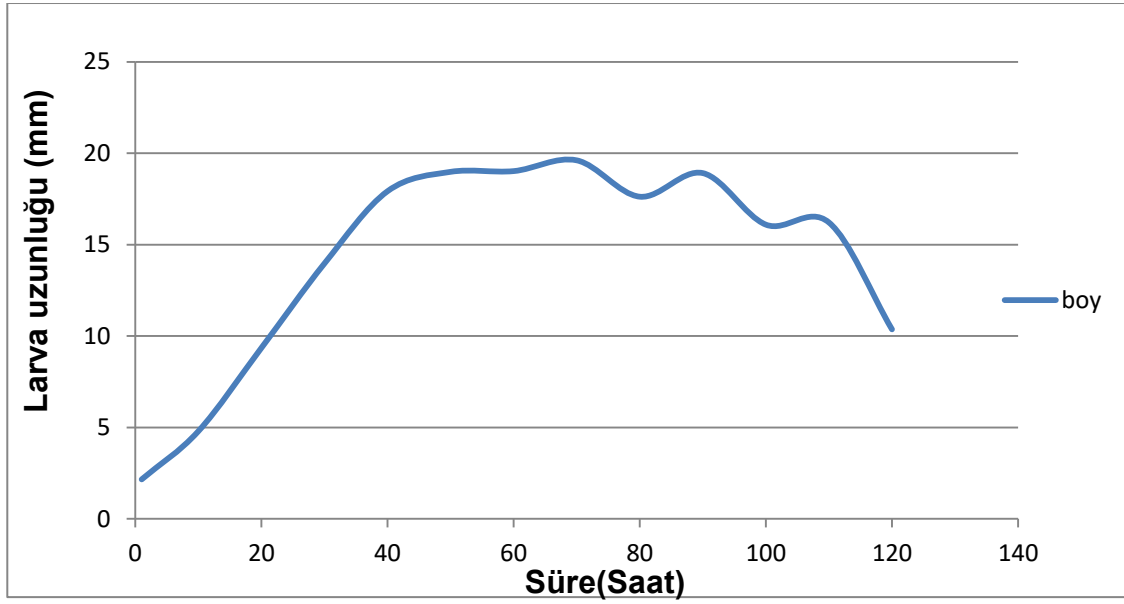
30°C sıcaklık için gelişim sürelerinin hesaplanması amacıyla 10 defa larva alınmış ve bütün larva grupları için pupa dönemine kadar yetiştirme yapılmıştır. Her bir dönem için gelişim süreleri belirlenerek ortalamaları alınmıştır. Buna göre 30°C sıcaklıkta 1. dönem larva süresinin 11 saat, 2. dönem larva süresinin 15 saat ve 3. dönem larva süresinin ise 94 saat sürdüğü belirlenmiştir.

### 3. 1. 4. *Sarcophaga argyrostoma*'nın 30°C İçin Larval Gelişim Parametreleri

Bu sıcaklık için larva gelişimi uzunluk, genişlik ve ağırlık ölçümleri ile ele alınmıştır. Saat başı yapılan ölçümlerden elde edilen veriler Çizelge 3. 4., Çizelge 3. 5. ve Çizelge 3. 6.'da on saatlik aralıklar ile belirtilmiştir. Bu verilere ait büyüme grafikleri Şekil 3. 4., Şekil 3. 5. ve Şekil 3. 6.'da verilmiştir.

**Çizelge 3. 4.** *S. argyrostoma* larvalarının 30°C'deki uzunluk ölçümleri.

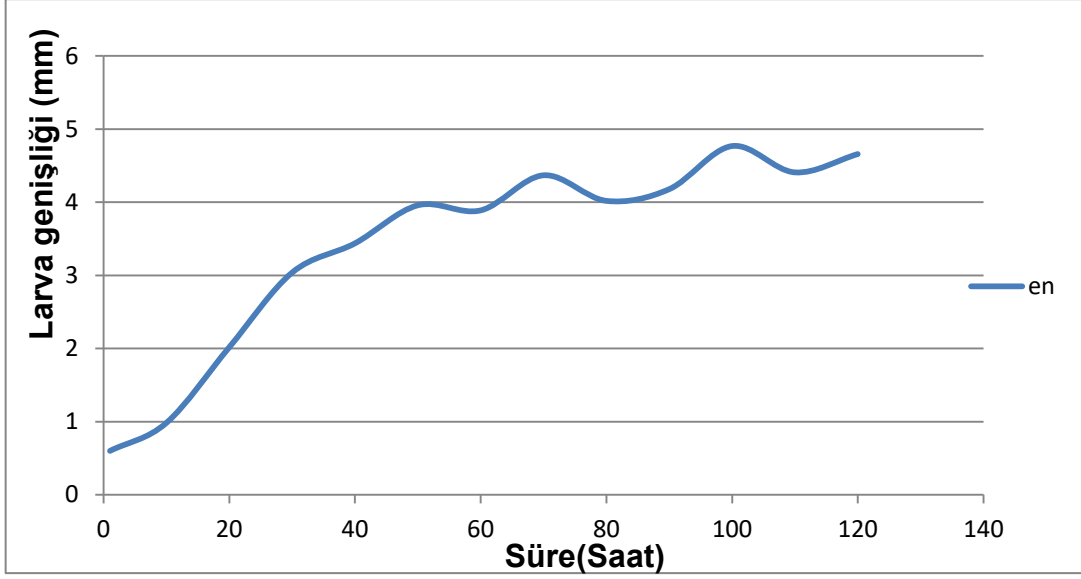
<b>1. saat</b>	2,145 mm	<b>50. saat</b>	18,98 mm	<b>100. saat</b>	16,09 mm
<b>10. saat</b>	4,785 mm	<b>60. saat</b>	19,02 mm	<b>110. saat</b>	16,21 mm
<b>20. saat</b>	9,35 mm	<b>70. saat</b>	19,61 mm	<b>120. saat</b>	10,36 mm
<b>30. saat</b>	13,97 mm	<b>80. saat</b>	17,62 mm		
<b>40. saat</b>	17,92 mm	<b>90. saat</b>	18,91 mm		



**Şekil 3. 4.** *S. argyrostoma*'nın 30°C'de larva büyüme grafiği (uzunluk).

**Çizelge 3. 5.** *S. argyrostoma* larvalarının 30°C'deki genişlik ölçümleri.

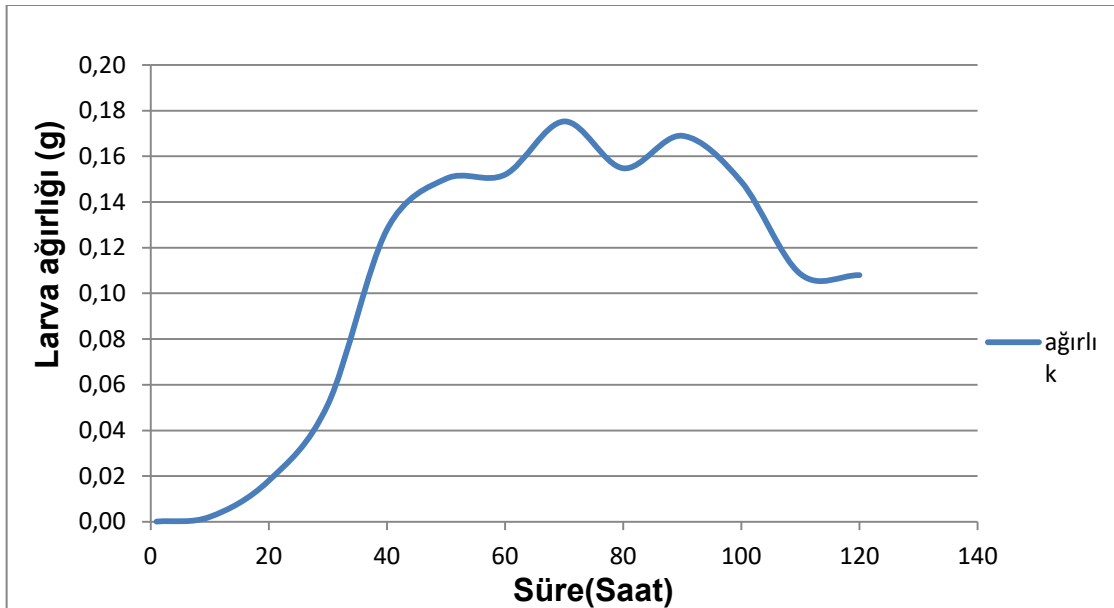
<b>1. saat</b>	0,6 mm	<b>50. saat</b>	3,96 mm	<b>100. saat</b>	4,77 mm
<b>10. saat</b>	0,985 mm	<b>60. saat</b>	3,89 mm	<b>110. saat</b>	4,41 mm
<b>20. saat</b>	2,02 mm	<b>70. saat</b>	4,37 mm	<b>120. saat</b>	4,66 mm
<b>30. saat</b>	3,04 mm	<b>80. saat</b>	4,02 mm		
<b>40. saat</b>	3,44 mm	<b>90. saat</b>	4,18 mm		



Şekil 3. 5. *S. argyrostoma*'nın 30°C'de larva büyüme grafiği (genişlik).

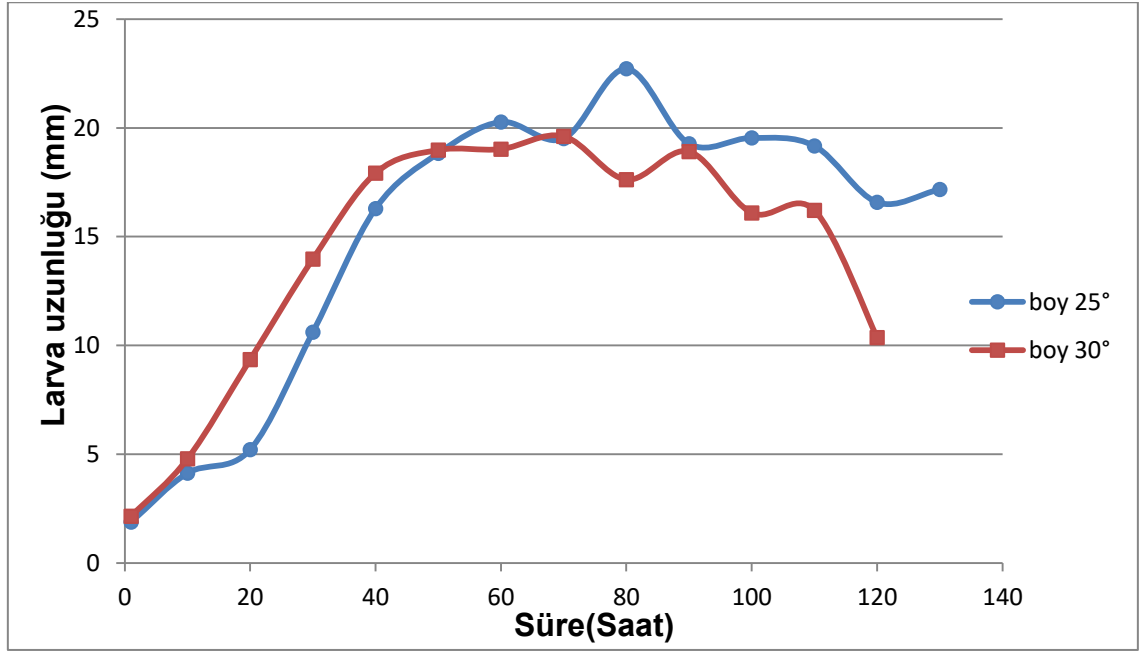
Çizelge 3. 6. *S. argyrostoma* larvalarının 30°C'deki ağırlık ölçümleri.

<b>1. saat</b>	0,0001g	<b>50. saat</b>	0,1502g	<b>100. saat</b>	0,1489g
<b>10. saat</b>	0,00215g	<b>60. saat</b>	0,1520g	<b>110. saat</b>	0,1085g
<b>20. saat</b>	0,018g	<b>70. saat</b>	0,1753g	<b>120. saat</b>	0,1080g
<b>30. saat</b>	0,0513g	<b>80. saat</b>	0,1548g		
<b>40. saat</b>	0,1279g	<b>90. saat</b>	0,1690g		

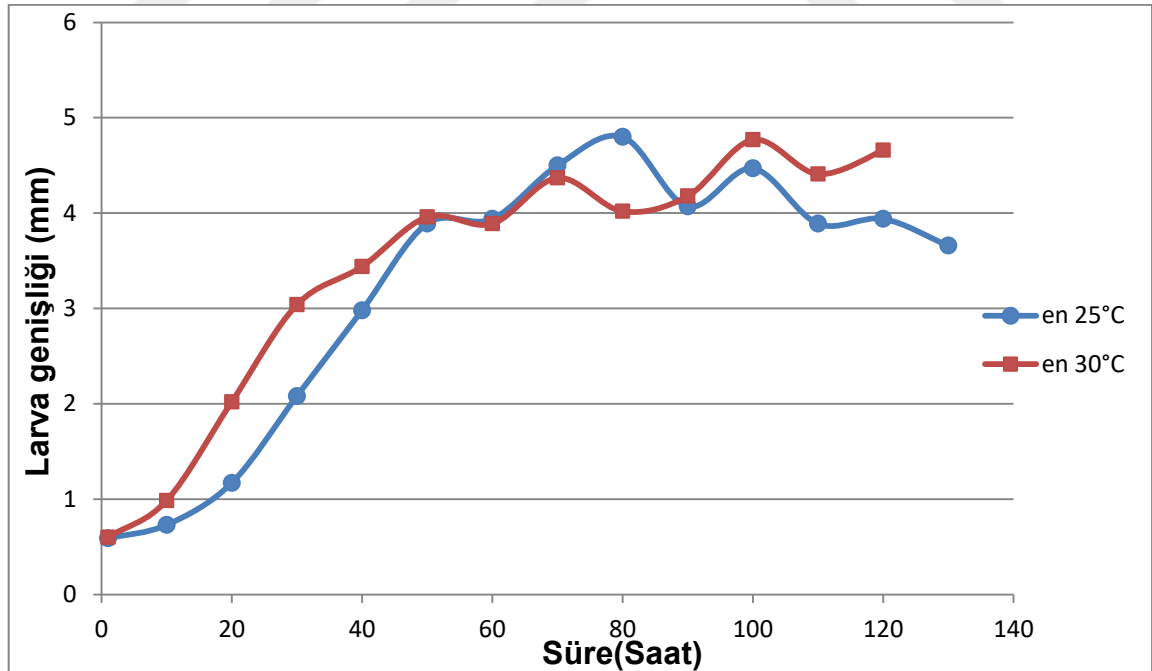


Şekil 3. 6. *S. argyrostoma*'nın 30°C'de larva büyüme grafiği (ağırlık).

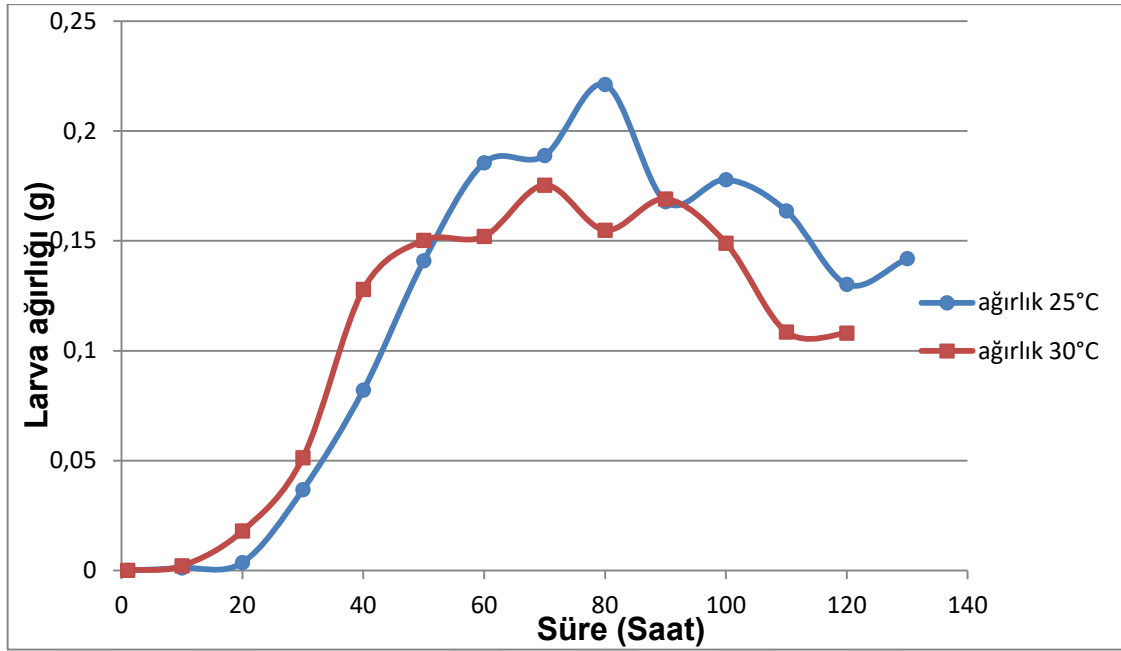
Çalışma kapsamında her iki sıcaklık için elde edilen veriler Şekil 3. 7., Şekil 3. 8. ve Şekil 3. 9.'da verilen grafiklerde karşılaştırılmıştır.



Şekil 3. 7. S. argyrostoma larvalarının 25°C ve 30°C sıcaklıklarda elde edilen uzunluk verilerinin karşılaştırılması.



Şekil 3. 8. S. argyrostoma larvalarının 25°C ve 30°C sıcaklıklarda elde edilen genişlik verilerinin karşılaştırılması.



**Şekil 3. 9.** *S. argyrostoma* larvalarının 25°C ve 30°C sıcaklıklarda elde edilen ağırlık verilerinin karşılaştırılması.

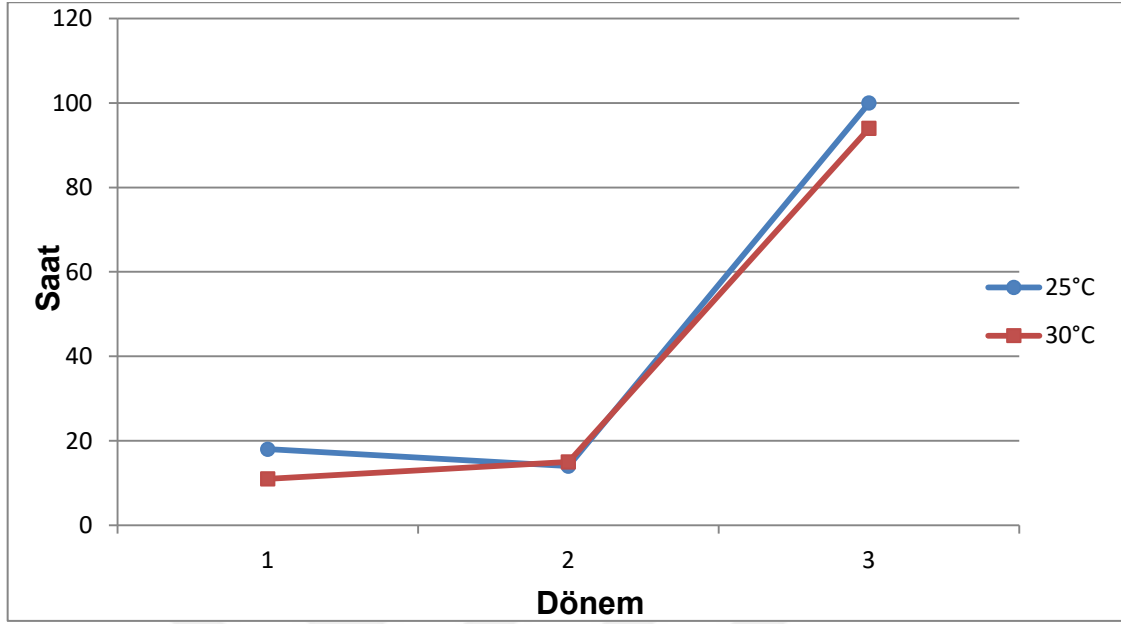
Çalışma kapsamında elde edilen veriler, Grassberger ve Reiter[45]'in *Sarcophaga argyrostoma* için aynı sıcaklıklarda elde ettiği veriler ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 3. 7.).

**Çizelge 3. 7.** Aynı sıcaklıklarda yürütülen Grassberger ve Reiter[45]'in verileri ile mevcut çalışmada tespit edilen larval gelişim sürelerinin karşılaştırılması.

Sıcaklık	1.dönem larva	2.dönem larva	3.dönem larva
*25°C	14 saat	16 saat	164 saat
25°C	18 saat	14 saat	100 saat
*30°C	12 saat	14 saat	125 saat
30°C	11 saat	15 saat	94 saat

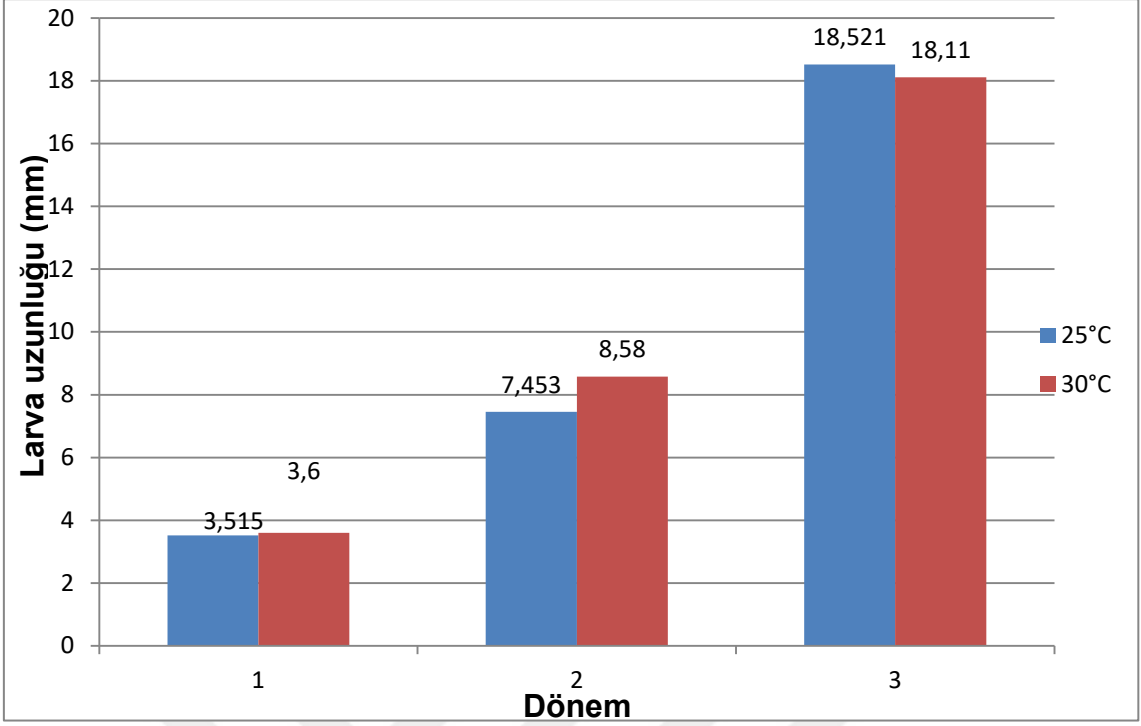
\* Grassberger ve Reiter[45]'de verilen gelişim süreleri

Çalışma sonucunda her iki sıcaklık için elde edilen toplam gelişim sürelerinin karşılaştırılması Şekil 3. 10.'da verilmiştir.

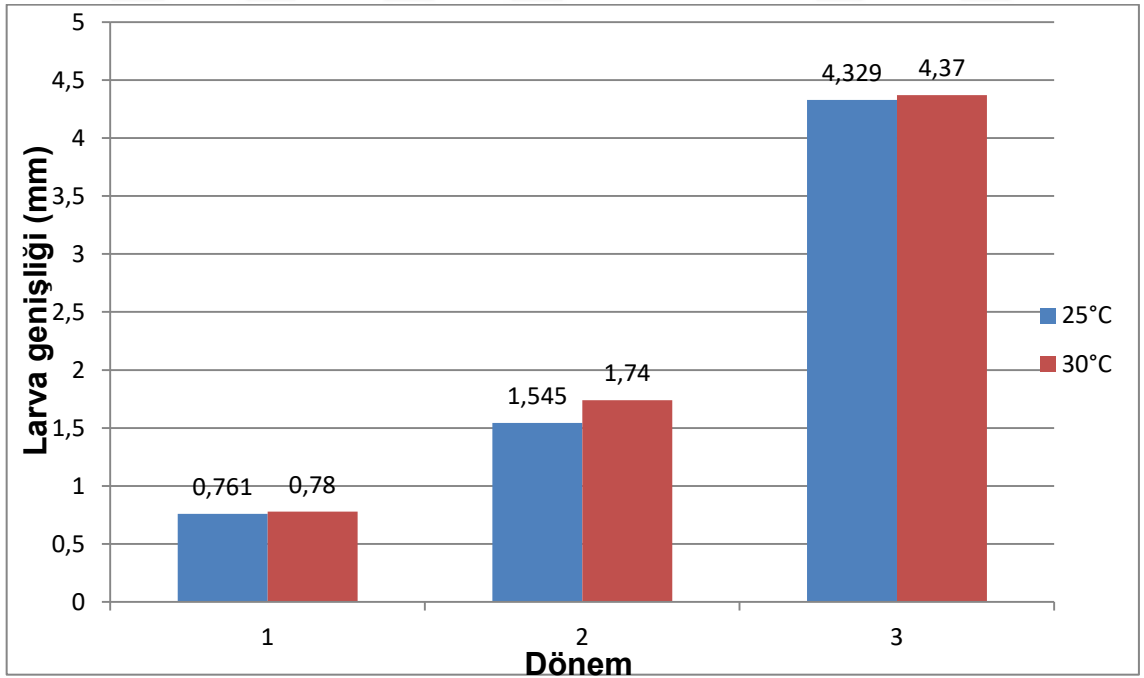


**Şekil 3. 10.** *Sarcophaga argyrostoma* larvalarının 25°C ve 30°C için gelişim dönemlerinin karşılaştırılması.

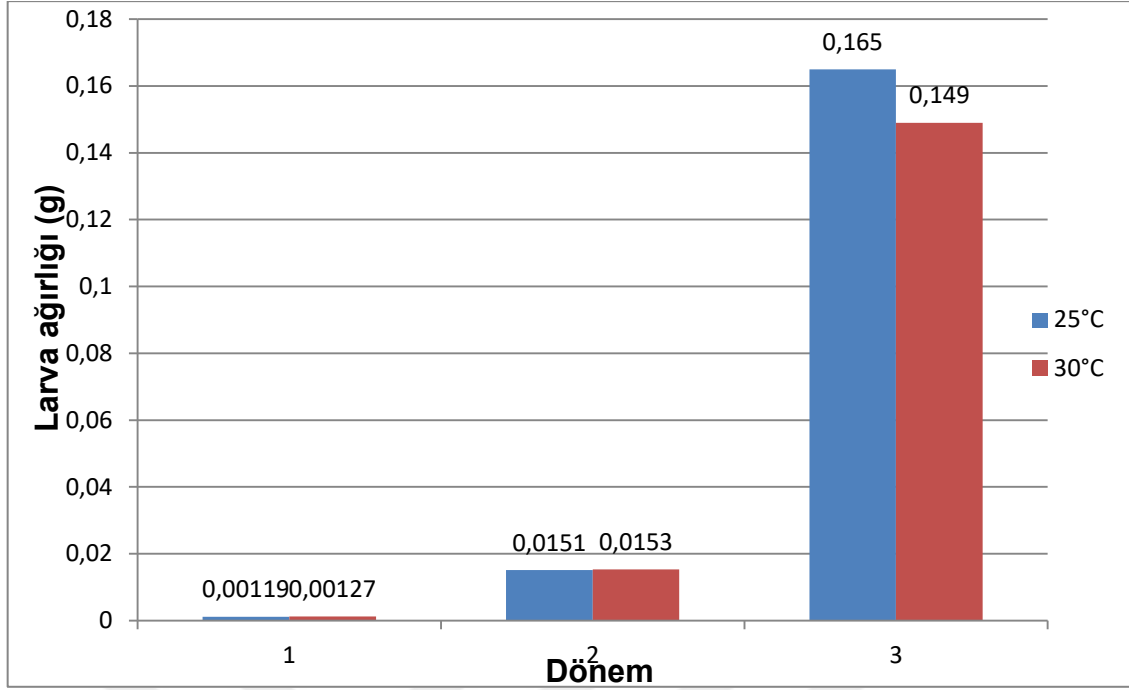
Gelişim parametreleri her iki sıcaklık için larval dönemlere göre de incelenmiştir. Buna göre tespit edilen parametre ortalamalarının dönemlere göre karşılaştırılması Şekil 3. 11., Şekil 3. 12. ve Şekil 3. 13.'de verilmiştir.



Şekil 3. 11. 25°C ve 30°C için dönemlere göre uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması.



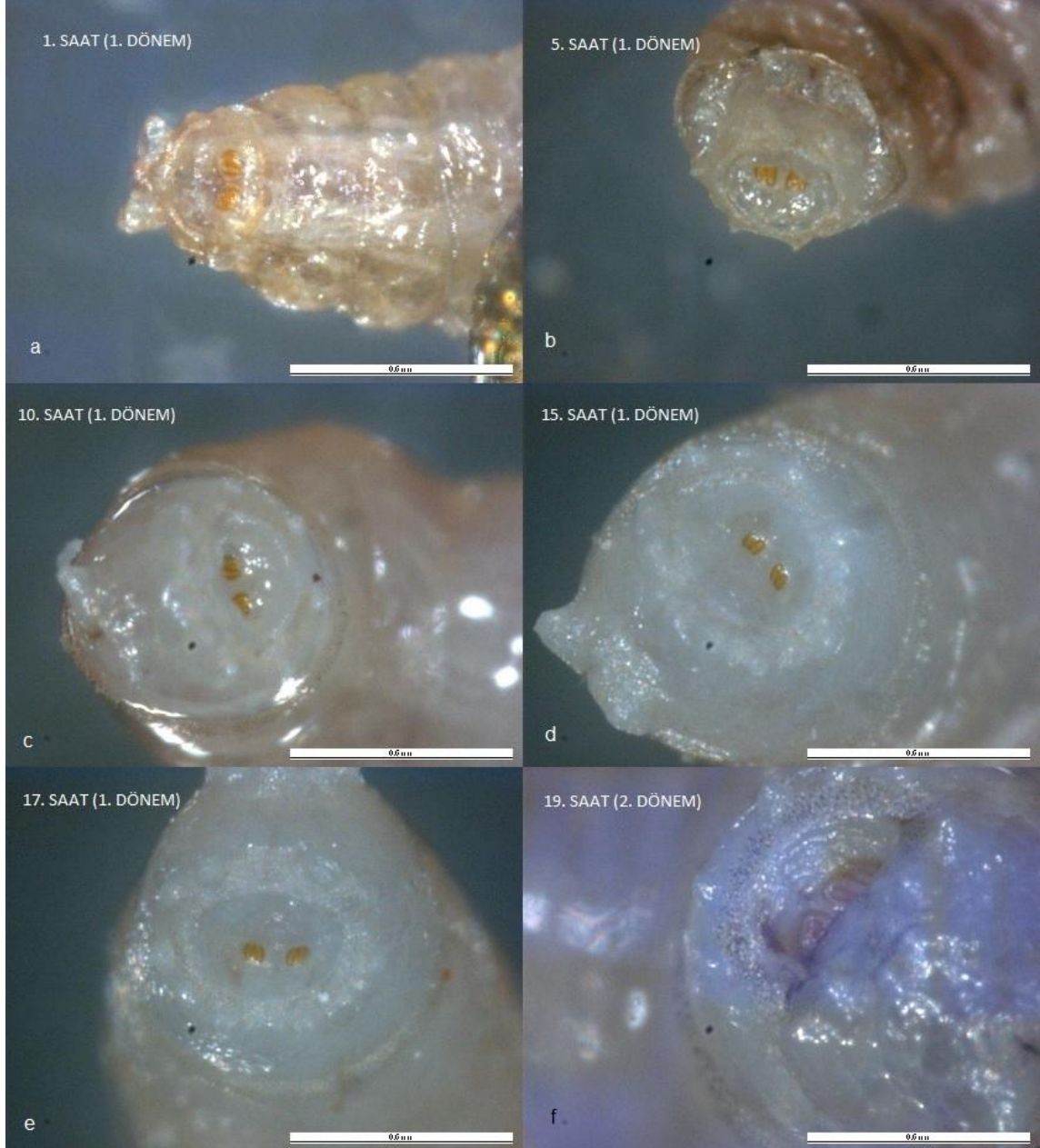
Şekil 3. 12. 25°C ve 30°C için dönemlere göre genişlik ortalamalarının karşılaştırılması.



**Şekil 3. 13.** 25°C ve 30°C için dönemlere göre ağırlık ortalamalarının karşılaştırılması.

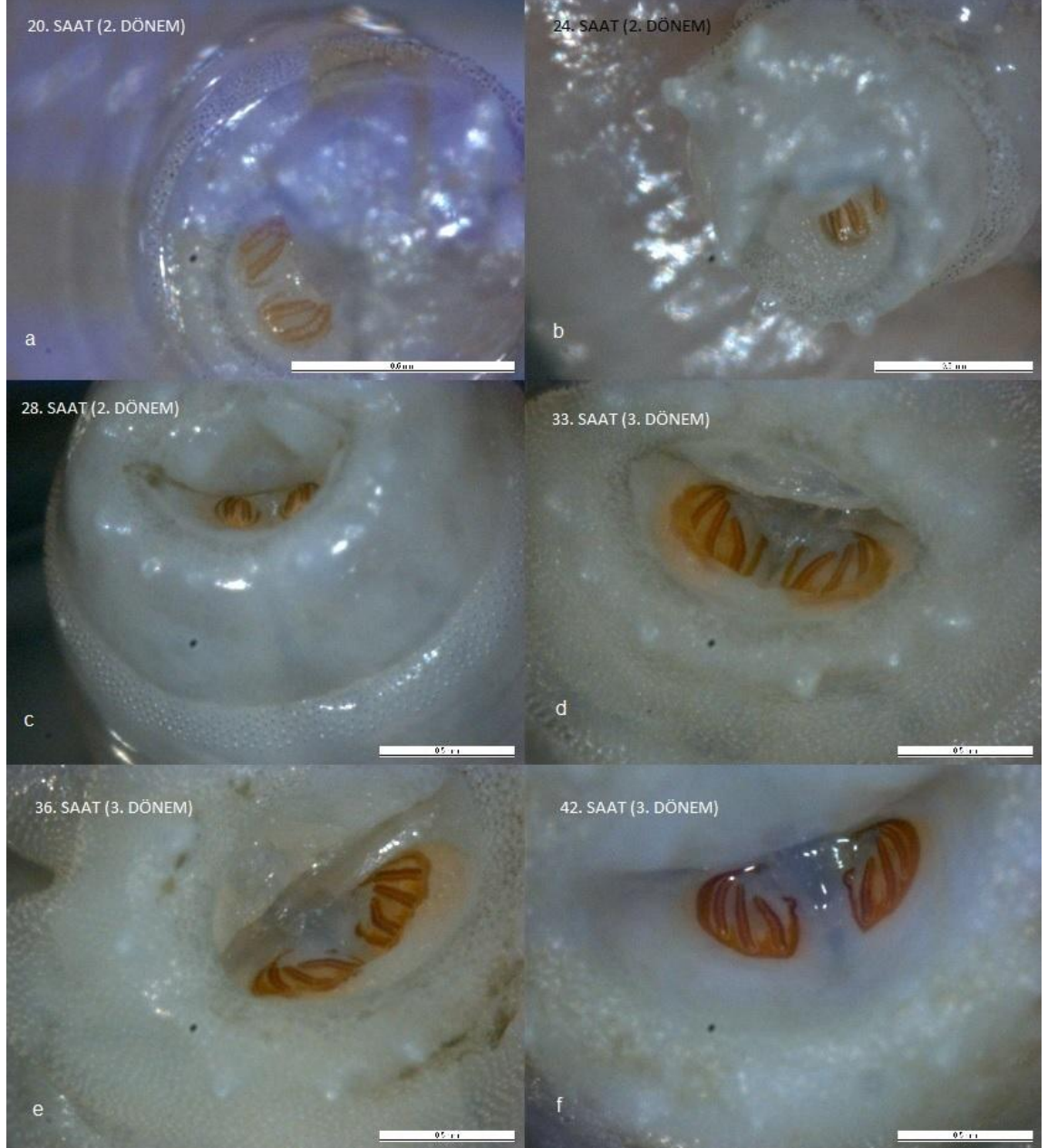
### 3. 2. Posteriyör Spirakül Değişimleri

*Sarcophaga argyrostoma* türünde birinci dönem larvalarda iki çift yarık bulunmaktadır ve peritrem tabakası henüz yarıkların etrafını çevrelememiştir (Şekil 3. 14. a, b, c, d ve e).



**Şekil 3. 14.** a, b, c, d ve e: Birinci döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri f: İkinci döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri.

İkinci dönem larvalarda yarık sayısı, birinci dönemdeki gibi iki çift iken, peritrem yarıkların etrafını çevrelemeye başlamıştır. Üçüncü döneme yaklaştıkça peritrem kalınlaşmaya devam eder (Şekil 3. 14. f ve Şekil 3. 15. a, b ve c).

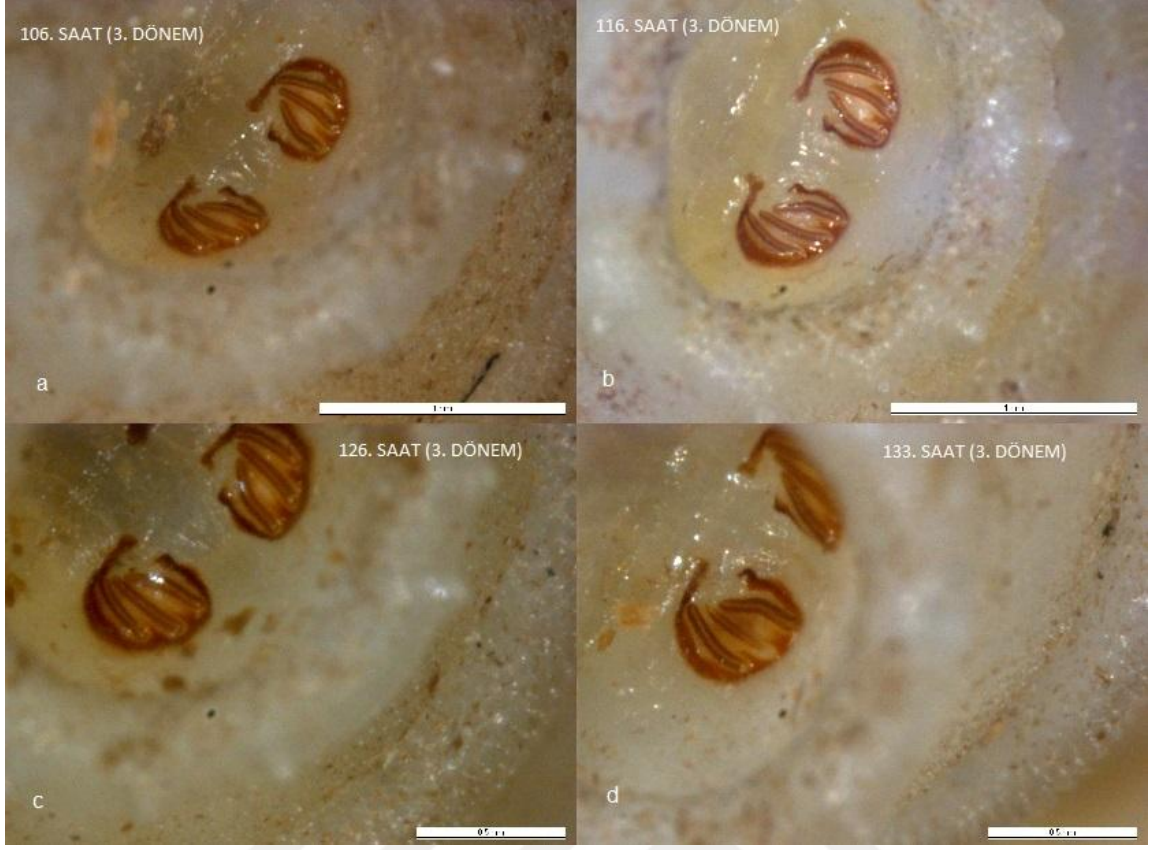


**Şekil 3. 15.** a, b ve c: İkinci döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri d, e ve f: Üçüncü döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri.

Üçüncü dönemde larvada üç yarık bulunmaktadır. Peritrem kalınlaşmaya devam eder ve prepupa evresine yaklaştıkça rengi de koyulaşmaya başlar (Şekil 3. 15. d, e ve f, Şekil 3. 16. a, b, c, d, e, f ve Şekil 3. 17. a, b, c ve d).Yarıkların etrafını tamamen kapatmaz ve ventralinde bir açıklık bulundurur (Şekil 3. 17. d).



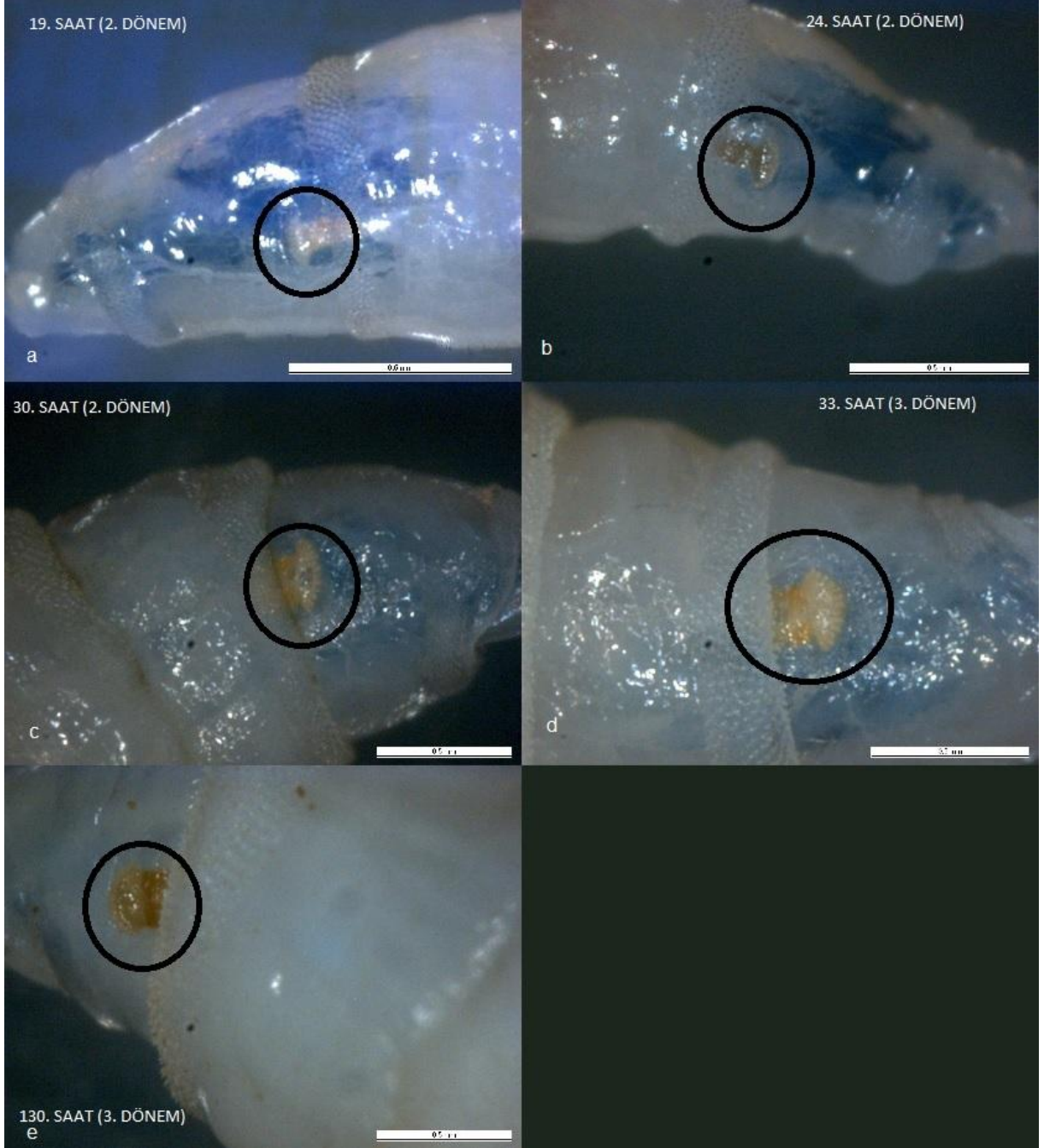
**Şekil 3. 16.** a, b, c, d, e, f: Üçüncü döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri.



**Şekil 3. 17.** a, b, c, d: Üçüncü döneme ait posteriyör spirakül görüntüleri.

### 3. 3. Anteriör Spirakül Değişimleri

Larvanın ikinci evreye geçmesi ile birlikte görülmeye başlayan anterior spiraküller, pupa dönemine kadar değişiklik göstermeksizin kalır (Şekil 3. 18. a, b, c, d ve e).



Şekil 3. 18. a, b, c, d ve e: Anteriör spirakül görüntüleri.

### 3. 4. Dönemlik Pharyngeal İskelet Değişimleri

Birinci dönem larvalarda pharyngeal iskelet boyut olarak küçüktür (ortalama 0,5mm) . Ağız kancaları sivri olup uçları aşağıya doğru yönelmiştir. Dorsal köprü tam uzamamış, dorsal ve ventral tabakalar kalınlaşmamıştır (Şekil 3. 19. a, b ve c).

İkinci dönem larvalarda pharyngeal iskeletin büyüklüğü artmıştır (ortalama 0,9mm). Ağız kancalarının alt kısmında yer alan dental skleritler çıkıntı şeklinde belirginleşmiştir. Dorsal köprü uzamış, dorsal ve ventral tabakalar kalınlaşmaya başlamıştır. Dorsal ve ventral hemen hemen birbirine eşit uzunluktadır (Şekil 3. 19. d, e ve f).

Üçüncü dönem larvalarda pharyngeal iskelet en büyük haline ulaşmıştır (ortalama 1,8mm). Pharyngeal iskeletin tümü daha kitinize bir yapı kazanmıştır. Dorsal ve ventral tabakalar daha da kalınlaşmış, dorsal tabaka, ventral tabakadan belirgin şekilde daha fazla uzamıştır. Dorsal tabakanın posteriör kısmında bir pencere meydana gelmiştir (Şekil 3. 19. g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, r, s, t, v, x, y ve z).



**Şekil 3. 19.** Pharyngeal iskelette altı saatte bir gözlenen değişiklikler (a, b ve c: Birinci dönem larvaya ait pharyngeal iskelet d, e ve f: İkinci dönem larvaya ait pharyngeal iskelet g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, r, s, t, v, x, y ve z: Üçüncü dönem larvaya ait pharyngeal iskelet).

### 3. 5. Bazal Gelişim Sıcaklıkları İle Toplam Derece Gün (TDG) ve Toplam Derece Saat (TDS) Hesaplamaları

Bu çalışmada iki farklı sıcaklık için tespit edilen gelişim süresi verileri ile önceki çalışmalardan [19] farklı sıcaklıklar için elde edilmiş gelişim süresi verileri kullanılarak Microsoft Excel programında lineer regresyon grafiği oluşturulmuştur.

Grafikten elde edilen eşitlikten yararlanılarak *Sarcophaga argyrostoma* türünün bazal gelişim sıcaklıkları ile gereksinim duyduğu Toplam Derece Saat ve Toplam Derece Gün değerleri tespit edilmiştir.

Bu hesaplamalara göre, bazal sıcaklık değerleri 1. larva dönemi için 8,26°C, 2. larva dönemi için 8,30°C, 3. larva dönemi için 11,06°C ve larvanın bırakılmasından pupaya girene kadar geçen toplam süre için de 10,66°C olarak bulunmuştur.

Bazal sıcaklıklar değerlerine bağlı olarak hesaplanan Toplam Derece Saat (TDS) ve Toplam Derece Gün (TDG) değerleri Çizelge 3. 8. ve Çizelge 3. 9.'da verildiği gibidir.

**Çizelge 3. 8. TDS Değerleri.**

	20°C*	25°C	28°C*	30°C	32°C*
Larva 1	293,5	200,88	217,14	239,14	261,14
Larva 2	327,6	344	354,6	325,5	331,8
Larva 3	2217,12	1561,28	1727,88	1799,3	1968,36
Toplam Larva	2811,34	2064,96	2271,54	2340,14	2539,46

**Çizelge 3. 9. TDG Değerleri.**

	20°C*	25°C	28°C*	30°C	32°C*
Larva 1	12,23	8,37	9,04	9,96	10,87
Larva 2	13,65	13,91	14,77	13,56	13,82
Larva 3	92,38	65,06	71,99	74,96	82,02
Toplam Larva	117,14	86,04	94,64	97,47	105,80

\*Önceki çalışmalarda [19] kullanılan sıcaklık değerleri.

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Adli entomoloji, holometabol başkalaşım gösteren böceklerin gelişim sürelerinin adli sistemde kullanılmasını sağlayan nispeten yeni bir bilim dalıdır. Özellikle belirli sinek türleri kullanılarak yapılabilen ölüm sonrası zaman tayini Avrupa ve Amerika'da oldukça yaygın bir şekilde kullanılırken, yapılan çalışmalar son yıllarda diğer ülkelerdeki çalışmaların da önünü açmıştır. Ölüm sonrası zaman tayininde en yaygın şekilde sineklerin larva dönemleri kullanılmaktadır. Birden fazla larva dönemi geçirmeleri ve bu dönemlerdeki morfolojik değişikliklerin dışarıdan gözlenebiliyor oluşu, larvaların adli sistemdeki yerini büyük ölçüde arttırmaktadır.

Adli entomoloji, cesetler üzerinde bulunan bir larva örneğinin uzunluğunu, larva büyüklüğünde türlere özgü ve sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen değişiklikleri de göz önünde bulundurarak, laboratuvar koşullarında yetiştirilen bireylerden sağlanan referans değerlerle ilişkilendirir ve ölümden sonra geçen minimum süreyi hesaplamak için kullanır. Baque [73]'ün belirttiğine göre, ÖSZ'ın doğruya yakın tahmin edilebilmesi için, bu tür referans çalışmaların oldukça hassas olması gerekmektedir.

Birçok araştırmacı farklı türlerin gelişim dönemleri ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Saunders [74], Goff [75], Tantawi [76], Wells [34], Greenberg ve Wells [77], Byrd ve Butler [37][38][39], Anderson [36], Myskowiak [78], Grassberger ve Reiter [43][44][45], Byrd ve Allen [40], Adams [79], Ireland [80], Day [47], Donovan [46], Clark [48], Day ve Wallman [81], Niederegger [82], Topçular [17], Dinar [18] ve Bugelli [83] bunlara örnek olarak gösterilebilir.

Bu çalışma kapsamında *Sarcophaga argyrostoma* türünün 25°C ve 30°C sıcaklıklardaki gelişim süresinin, morfolojik değişikliklere ait verilerinin ve türe özgü termal gereksinimlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Seçilen sıcaklıklar bu tür için optimum sıcaklık değerleridir. Aynı sıcaklık değerleri 2002 yılında Grassberger ve Reiter [45]'in çalışmasında da kullanılmıştır. Belirtilen sıcaklıklarda yapılan yetiştirme deneyleri sonucunda elde edilen süreler yardımıyla türün her bir dönemi ve toplam gelişimi için gerekli bazal sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Bazal sıcaklık, adli entomolojide TDG ve TDS hesaplamalarının yapılabilmesi için gereken en önemli veridir. Bu sebeple, Grassberger ve Reiter [45]'in de belirttiği

üzere, verilmiş olan bazal gelişim sıcaklıklarını farklı coğrafi bölgelerdeki türler için kullanmak hatalı sonuçlara yol açabilmektedir.

Literatüre bakıldığında *Sarcophaga argyrostoma* türünün gelişim sürelerinin incelendiği 2 ayrı çalışma bulunmaktadır. Grassberger ve Reiter [45], çalışmasında sıcaklığın *Sarcophaga argyrostoma* gelişimi üzerine olan etkisini hem tüm gelişim süresi hem de her bir evre için ayrı belirtirken, Niederegger [82] larva bırakılmasından pupaya girene kadar geçen süreleri ele almıştır.

Grassberger ve Reiter [45], 8°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C ve 35°C olmak üzere 6 farklı sıcaklıkta *Sarcophaga argyrostoma* türünün 1. dönem larva, 2. dönem larva, 3. dönem larva süreleri ile pupa sürelerini tespit etmiştir. Viyana'da yapılan bu çalışmada toplam gelişim için gereken bazal sıcaklığı 7,4°C, larva bırakılmasından pupaya girene kadar olan süre için gereken toplam bazal sıcaklığı ise 7,2°C olarak hesaplanmıştır. Farklı coğrafi bölgelerde sıcaklığın bazal gelişim sıcaklığını etkileyebildiği bilinmektedir. Bu sebeple, bu çalışma 20°C, 25°C, 28°C, 30°C ve 32°C sıcaklıkları kullanılarak yapılan hesaplamalara göre *Sarcophaga argyrostoma* türünün toplam gelişim süresi için gereken bazal sıcaklık değeri 9,76°C, larva bırakılmasından ergin çıkışına kadar geçen süre için gereken bazal sıcaklık değeri ise 10,66°C olarak bulunmuştur. Hesaplanan bazal gelişim sıcaklığında laboratuvar yetiştirilmesi yapılmış ve 9,76°C'de *Sarcophaga argyrostoma*'nın gelişimini tamamlayabildiği tespit edilmiştir. Grassberger ve Reiter [45] çalışmalarında en düşük sıcaklık olarak 8°C'yi denemişler ancak bireylerin gelişimlerini tamamlayamadıklarını görmüşlerdir. Yine aynı çalışmalarında, 25°C'de larva bırakılmasından pupaya girene kadar geçen süre 8,1 gün ve 30°C'de larva bırakılmasından pupaya girene kadar geçen süre 6,3 gün olarak verilirken, bizim çalışmamızda bu süre 25°C için 6 gün, 30°C için 5,04 gün olarak bulunmuştur. Her iki çalışmanın TDG(Toplam derece gün) değerleri karşılaştırıldığında Grassberger ve Reiter [45]'in 25°C için 144,2 derece gün ve 30°C için 143,6 derece gün sonuçlarını elde ettiği görülürken bu çalışmada 25°C için 86,04 derece gün ve 30°C için 97,47 derece gün sonuçlarına ulaşılmıştır.

Gelişim süreleri karşılaştırıldığında Grassberger ve Reiter [45]'in çalışmasında 25°C'de 1.larva dönemi 14 saat, 2.larva dönemi 16 saat, 3.larva dönemi 164 saat, 30°C'de 1.larva dönemi 12 saat, 2.larva dönemi 14 saat ve 3.larva dönemi 125

saat olarak tespit edilirken bizim çalışmamızda 25°C'de 1.larva dönemi 18 saat, 2.larva dönemi 14 saat, 3.larva dönemi 100 saat, 30°C'de 1.larva dönemi 11 saat, 2.larva dönemi 15 saat ve 3.larva dönemi 94 saat olarak belirlenmiştir. Toplam gelişim süreleri açısından karşılaştırma yapmak gerekirse, Grassberger ve Reiter [45]'in çalışmasında toplam gelişimin 25°C'de 22,2 gün, 30°C'de 16,3 gün olarak belirlendiği, bu çalışmada ise 25°C'de 18,08 gün ve 30°C'de 14,63 gün sürdüğü tespit edilmiştir.

Grassberger ve Reiter [45]'in çalışmasında larva bırakılmasından ergin çıkışına kadar geçen süre için hesaplanmış olduğu toplam derece gün değerleri 25°C için 390,7 derece gün, 30°C için 368,4 derece gündür, bizim çalışmamız da ise 25°C için 275,54 derece gün ve 30°C için 296,11 derece gün olarak hesaplanmıştır. Bütün bu hesaplamalar göz önüne alındığında Grassberger ve Reiter [45]'e göre ortalama TDG değeri 394,4 derece gün olarak verilirken, bizim çalışmamızda ortalama TDG değeri 298,82 derece gün olarak hesaplanmıştır.

Niederegger [82], Almanya'da yaptığı çalışmada *Sarcophaga argyrostoma* türünü 5°C sabit, 13°C sabit, 29°C sabit ve 5°C-29°C arasında değişen dalgalı sıcaklıklarda yetiştirmiştir. Larva bırakılmasından pupaya girişe kadar tespit edilen süreler; 5°C-29°C arası değişen dalgalı sıcaklıkta 330 saat, 13°C'de 408 saat, 29°C'de 216 saattir. 5°C sabit sıcaklıkta yetiştirilen larvalar pupaya girememişlerdir. Bunun yanı sıra 29°C'de toplam ergin çıkış süresinin de 18 gün olduğu belirtilmiştir. Bu tez kapsamında yapılan deneylerle karşılaştırıldığında Niederegger [82]'in sıcaklıklarına en yakın olan 30°C' de larva bırakılmasından pupaya girene kadar geçen süre 120 saat, toplam ergin çıkış süresi ise 14,63 gün olarak tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sonuçları hem Niederegger [82], hem de Grassberger ve Reiter [45] ile karşılaştırıldığında, Ankara ilinde toplanan bireylerin gelişim sürelerinin daha kısa olduğu ve ihtiyaç duydukları TDG ile TDS değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Buna göre, çalışmamızdan elde edilen gelişim sürelerinin, Almanya ve Avusturya'ya göre daha sıcak bir iklime sahip olan Türkiye'de coğrafi koşullara bağlı olarak değişiklik göstererek kıaldığı tespit edilmiştir.

Topçular [17]'in *Calliphora vomitoria* türü ile 8°C, 15°C ve 18°C sıcaklıklarında yaptığı çalışmaya bakıldığında, toplam gelişim süresinin 15°C'de 949,45 saat,

18°C'de ise 705,39 saat olarak tespit edildiği görülmektedir. Dinar [18]'in aynı sıcaklıklarda *C. vicina* türü ile yaptığı çalışmada ise toplam gelişim süresi 15°C'de 889,15 saat, 18°C'de ise 615,36 saat olarak bildirilmiştir. Her iki çalışmada da 8°C'de yumurtalar açılmamıştır. *C. vomitoria* ve *C. vicina* soğuk seven türler olarak bilinirlerken, çalışmamızda kullanılan *Sarcophaga argyrostoma* sıcak seven bir tür olarak kabul edilmektedir. Gelişimi için yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duymaktadır. Laboratuvar koşullarında 9,76°C' de gelişimini tamamlayabilmiş olmasına rağmen, doğada Haziran sonu – Temmuz başından önce gözlemlenmemektedir. Grassberger ve Reiter [45]'in çalışma sıcaklıklarından biri olan 15°C'de *Sarcophaga argyrostoma* türü toplam gelişimini 1318 saatte tamamlamıştır. Buna göre *Sarcophaga argyrostoma*'nın gelişimini düşük sıcaklıklarda *Calliphora vicina* ve *C. vomitoria*'ya göre çok daha uzun sürede tamamladığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında ayrıca *S. argyrostoma* türünün larval gelişim dönemleri boyunca uzunluk, ağırlık ve genişlik ölçümleri yapılmış, 6 saatte bir de pharyngeal iskeletler çıkarılarak fotoğraflanmıştır. Her saat başı çekilen fotoğraflar sayesinde posterior spiraküllerin dönemsel değişiklikleri gözlenmiş, 2. larva döneminden itibaren görülebilen anterior spiraküllerin fotoğrafları çekilmiştir. İlgili veriler değerlendirildiğinde anterior spiraküllerin yapısında pupaya girene kadar bir değişiklik olmadığı, posterior spiraküllerin ise birinci dönemde iki yarık şeklinde iken, ikinci dönemde bu yarıkların etrafının peritrem ismi verilen bir tabaka ile çevrelendiği, üçüncü dönemde ise hem ayrık sayısının üçe çıktığı hem de peritremin kalınlaşp, koyulaştığı gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuçların, *S. argyrostoma* larvalarının morfolojik yapısını inceleyen Draber-Monko [64]'nun verileri ile de uyumlu olduğu görülmektedir.

Boy, en ve ağırlık ölçümleri ölüm sonrası zamanın tayin edilebilmesi için kullanışlı veriler sunmaktadır ve Türkiye populasyonları için ilk defa bu araştırma kapsamında incelenmiştir. Her ne kadar çalışılan birey sayısı az olsa da elde edilen verilerin ÖSZ tayininde kullanışlı olabileceği düşünülmektedir. Gelişim süresi boyunca ölçümleri yapılan parametreler, adli bir olayın çözülmesinde araştırmacılara kaynak olabilme amacı ile seçilmişlerdir. Yalnızca bir değil, üç farklı ölçütün kullanılıyor olması bu çalışmayı özgün kılmaktadır. Daha önce Day, [47]'in belirttiği üzere, larvanın başının kıvrılması yüzünden boy uzunluğunun

değişiklik göstermesi ve Anderson [36]'un bildirdiği üzere yetersiz beslenen larvaların daha az gelişim göstererek daha küçük kalabilecek olmaları sebebiyle yalnızca uzunluk parametresinin kullanılmasının ölçülen değerlerde hataya sebebiyet verebileceği, %95 doğrulukla sonuç veren genişlik ölçümünün de yapılmasıyla ÖSZ tayinine önemli katkılar sağlanacağı düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- [1] Byrd, J.H., Castner, J.L., *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, 2nd ed., Boca Raton, CRC Press, **2010**.
- [2] Anderson, G.S., Cervenka, V.J., Insects associated with the body: their uses and analyses. *Advances in Forensic Taphonomy: Method, Theory and Archaeological Perspectives*, (eds: Haglund, W.D., Sorg, M.H.), Boca Raton, CRC Press, pp 173-197, **2002**.
- [3] Amendt, J., Krettek, R., Zehner, R., Forensic entomology, *Naturwissenschaften*, 91: 51-65, **2004**.
- [4] Catts, E.P., Goff, M.L., Forensic entomology in criminal investigations, *Annual Review of Entomology*, 37: 253-272, **1992**.
- [5] Amendt, J., Richards, C.S., Campobasso, P.C., Zehner, R., Hall, M.J.R., Forensic entomology: applications and limitations, *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 7: 379-392, **2011**.
- [6] Catts, E.P., Problems in estimating the postmortem interval in death investigations, *Journal of Agricultural Entomology*, 9(4): 245-255, **1992**.
- [7] Campobasso, C.P., Introna, F. The forensic entomologist in the context of the forensic pathologist's role, *Forensic Science International*, 120(1): 132-139, **2001**.
- [8] Campobasso, C.P., Di Vella, G., Introna, F., Factors affecting decomposition and Diptera colonization, *Forensic science international*, 120(1): 18-27, **2001**.
- [9] Benecke, M., A brief history of forensic entomology, *Forensic Science International*, 120(1): 2-14, **2001**.
- [10] Benecke, M., A brief survey of the history of forensic entomology, *Acta Biologica Benrodis*, 14: 15-38, **2008**.
- [11] Gennard, D., *Forensic Entomology: An Introduction; With Guest Chapter by Krzysztof Szpila*, Second Edition, John Wiley & Sons, **2012**.

- [12] Sert, O., Kabalak, M., Şabanoğlu, B., Determination of forensically important Coleoptera and Calliphoridae (Diptera) species on decomposing dog (*Canis lupus familiaris* L.) carcass at Ankara Province, *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 40(1): 99-103, **2012**.
- [13] Şabanoğlu, B., *Ankara İlinde (merkez ilçe) Leş Üzerindeki Calliphoridae (Diptera) Faunasının Belirlenmesi ve Morfolojilerinin Sistemik Yönden İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2007**.
- [14] Özdemir, S., *Ankara İlinde (merkez ilçe) Leş Üzerindeki Coleoptera Faunasının Belirlenmesi ve Morfolojilerinin Sistemik Yönden İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2007**.
- [15] Ergil, C., *Adli Bakımdan Önemi Olan Böcek Gruplarından, Calliphoridae Familyasına Ait Calliphora vomitoria (Linnaeus, 1758) ve Chrysomya albiceps (Wiedemann, 1819) Türlerinin Pupa Dönemindeki Gelişimlerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2012**.
- [16] Karabey, T., *Adli Önemi Olan Böcek Türlerinden Lucilia sericata'nın (Diptera: Calliphoridae) Pupa Gelişim Sürecinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2012**.
- [17] Topçular, M., *Adli Önemi Olan Böcek Türlerinden Calliphora vomitoria (Linnaeus, 1758) (Diptera: Calliphoridae)'nın Farklı Sıcaklıklarda Gelişim Sürelerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2014**.
- [18] Dinar, M., *Adli Önemi Olan Böcek Türlerinden Calliphora vicina (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Calliphoridae)'nın Farklı Sıcaklıklarda Gelişim Sürelerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2014**.
- [19] Örsel, G.M., *Adli Önemi Olan Böcek Türlerinden Sarcophaga argyrostoma (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Sarcophagidae)'nın Farklı*

*Sıcaklıklardaki Larva ve Pupa Döneminin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2016**.

- [20] İzgördü, H., *Kütahya İli Merkez İlçesinin Adli Açısından Önemli Olan Sarcophagidae (Diptera) Faunasının Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, **2014**.
- [21] Amendt, J., Campobasso, C.P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H.N., Hall, M. J., Best practice in forensic entomology—standards and guidelines, *International Journal of Legal Medicine*, 121(2): 90-104, **2007**.
- [22] Tomberlin, J.K., Mohr, R., Benbow, M.E., Tarone, A.M., VanLaerhoven, S., A roadmap for bridging basic and applied research in forensic entomology, *Annual Review of Entomology*, 56: 401-421, **2011**.
- [23] Greenberg, B., Flies as forensic indicators, *Journal of Medical Entomology*, 28(5): 565-577, **1991**.
- [24] Villet, M.H., Richards, C.S., Midgley, J.M., Contemporary precision, bias and accuracy of minimum post-mortem intervals estimated using development of carrion-feeding insects, *Current Concepts in Forensic Entomology*, (eds: Amendt, J., Goff, M.L., Campobasso, C.P., Grassberger, M.), Springer, Netherlands, pp: 109-137, **2010**.
- [25] Michaud, J.P., Moreau, G., Predicting the visitation of carcasses by carrion-related insects under different rates of degree-day accumulation, *Forensic Science International*, 185(1): 78-83, **2009**.
- [26] Villet, M.H., Amendt, J., Advances in entomological methods for death time estimations, *Forensic Pathology Reviews*, (ed: Turk, E.E.), Volume 6, Humana Press, pp: 213-237, **2011**.
- [27] Richards, C.S., Crous, K.L., Villet, M.H., Models of development for blowfly sister species *Chrysomya chloropyga* and *Chrysomya putoria*, *Medical and Veterinary Entomology*, 23(1): 56-61, **2009**.
- [28] Greenberg, B., Forensic entomology: case studies, *Bulletin of the Entomological Society of America*, 31(4): 25-28, **1985**.

- [29] Greenberg, B., Kunich, J.C., *Entomology and the Law: Flies as Forensic Indicators*, Cambridge University Press, **2002**.
- [30] Johl, H.K., Anderson, G.S., Effects of refrigeration on development of the blow fly, *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) and their relationship to time of death, *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 93: 93-98, **1996**.
- [31] Levot, G.W., Brown, K.R., Shipp, E., Larval growth of some calliphorid and sarcophagid Diptera, *Bulletin of Entomological Research*, 69(03): 469-475, **1979**.
- [32] Williams, H., Richardson, A.M.M., Growth energetics in relation to temperature for larvae of four species of necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae), *Austral Ecology*, 9(2): 141-152, **1984**.
- [33] Davies, L., Ratcliffe, G.G., Development rates of some pre-adult stages in blowflies with reference to low temperatures, *Medical and Veterinary Entomology*, 8(3): 245-254, **1994**.
- [34] Wells, J.D., LaMotte, L.R., Estimating maggot age from weight using inverse prediction, *Journal of Forensic Science*, 40(4): 585-590, **1995**.
- [35] Von Zuben, C.J., Bassanezi, R.C., Von Zuben, F.J. Theoretical approaches to forensic entomology: II. Mathematical model of larval development, *Journal of Applied Entomology*, 122: 275-278, **1998**.
- [36] Anderson, G.S., Minimum and maximum development rates of some forensically important Calliphoridae (Diptera), *Journal of Forensic Science*, 45(4): 824-832, **2000**.
- [37] Byrd, J.H., Butler, J.F., Effects of temperature on *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) development, *Journal of Medical Entomology*, 33(6): 901-905, **1996**.
- [38] Byrd, J.H., Butler, J.F., Effects of temperature on *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) development, *Journal of Medical Entomology*, 34(3): 353-358, **1997**.

- [39] Byrd, J.H., Butler, J.F., Effects of temperature on *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Diptera: Sarcophagidae) development, *Journal of Medical Entomology*, 35(5): 694-698, **1998**.
- [40] Byrd, J.H., Allen, J.C., The development of the black blow fly, *Phormia regina* (Meigen), *Forensic Science International*, 120(1): 79-88, **2001**.
- [41] Kamal, A.S., Comparative study of thirteen species of sarcosaprophagous Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) I. Bionomics, *Annals of the Entomological Society of America*, 51(3): 261-271, **1958**.
- [42] Bishopp, F.C., Flies which cause myiasis in man and animals-some aspects of the problem, *Journal of Economic Entomology*, 8(3): 317-329, **1915**.
- [43] Grassberger, M., Reiter, C., Effect of temperature on development of the forensically important holarctic blow fly *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy)(Diptera: Calliphoridae), *Forensic Science International*, 128(3): 177-182, **2002**.
- [44] Grassberger, M., Reiter, C., Effect of temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) development with special reference to the isomegalen-and isomorphen-diagram, *Forensic Science International*, 120(1): 32-36, **2001**.
- [45] Grassberger, M., Reiter, C., Effect of temperature on development of *Liopygia* (= *Sarcophaga*) *argyrostoma* (Robineau-Desvoidy)(Diptera: Sarcophagidae) and its forensic implications, *Journal of Forensic Science*, 47(6): 1332-1336, **2002**.
- [46] Donovan, S.E., Hall, M.J.R., Turner, B.D., Moncrieff, C.B., Larval growth rates of the blowfly, *Calliphora vicina*, over a range of temperatures, *Medical and Veterinary Entomology*, 20(1): 106-114, **2006**.
- [47] Day, D.M., Wallman, J.F., Width as an alternative measurement to length for post-mortem interval estimations using *Calliphora augur* (Diptera: Calliphoridae) larvae, *Forensic Science International*, 159(2): 158-167, **2006**.

- [48] Clark, K., Evans, L., Wall, R., Growth rates of the blowfly, *Lucilia sericata*, on different body tissues, *Forensic Science International*, 156(2): 145-149, **2006**.
- [49] Pape, T., Blagoderov, V., Mostovski, M.B., Order Diptera Linnaeus, 1758, *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness*, (ed: Zhang, Z.Q.), Magnolia Press, **2011**.
- [50] Kara, K., Pape, T., Check list of Turkish Sarcophagidae (Insecta, Diptera) with new records, *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 49(2): 291-295, **2002**.
- [51] Hayat, R., Richet, R., Bayrak, N., Pekbey, G., Contributions to the knowledge of flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) from Turkey, with a new record, *Turkish Journal of Zoology*, 32(4): 385-390, **2008**.
- [52] Pape, T., *The Sarcophagidae (Diptera) Of Fennoscandia and Denmark, Fauna Entomologica Scandinavica*, Vol. 19, E.J. Brill/Scandinavian Science Press Ltd., **1987**.
- [53] Pérez-Moreno, S., Marcos-Garcia, M.A., Rojo, S., Comparative morphology of early stages of two Mediterranean *Sarcophaga* Meigen, 1826 (Diptera; Sarcophagidae) and a review of the feeding habits of Palaearctic species, *Micron*, 37(2): 169-179, **2006**.
- [54] Sukontason, K., Sukontason, K.L., Piangjai, S., Scanning electron microscopy of third-instar sarcophagid (Diptera: Sarcophagidae) recovered from a mummified human corpse in Thailand, *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 45(2): 95-98, **2003**.
- [55] Wells, J.D., Pape, T., Sperling, F.A., DNA-based identification and molecular systematics of forensically important Sarcophagidae (Diptera), *Journal of Forensic Science*, 46(5): 1098-1102, **2001**.
- [56] Pape, T., The Sarcophagidae (Insecta: Diptera) described by Louis Pandelle, *Zootaxa*, 772: 1-64, **2004**.

- [57] James, M.T., *The Flies That Cause Myiasis in Man*, US Government Printing Office, Washington, **1947**.
- [58] Amoudi, M.A., Diab, F.M., Abou-Fannah, S.S., Development rate and mortality of immature *Parasarcophaga (Liopygia) ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) at constant laboratory temperatures, *Journal of Medical Entomology*, 31(1): 168-170, **1994**.
- [59] Meiklejohn, K.A., Wallman, J.F., Dowton, M., DNA-based identification of forensically important Australian Sarcophagidae (Diptera), *International Journal of Legal Medicine*, 125(1): 27-32, **2011**.
- [60] Cherix, D., Wyss, C., Pape, T., Occurrences of flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) on human cadavers in Switzerland, and their importance as forensic indicators, *Forensic Science International*, 220(1): 158-163, **2012**.
- [61] Castro, P.C., García, M.D., Arnaldos, M.I., González-Mora, D., Sarcophagidae (Diptera) attracted to piglet carcasses including new records for Portuguese fauna, *Graellsia*, 66(2): 285-294, **2010**.
- [62] Yates, J.R., Immature stages of the flesh fly, *Parasarcophaga (Thomsonea) argyrostoma* (Robineau-Desvoidy), *Hawaiian Entomological Society*, 19(3): 433-440, **1967**.
- [63] Smith, K.G.V., An Introduction to the immature stages of British flies, *Handbooks for the Identification of British Insects*, (eds: Dolling, W.R., Askew, R.R.), Volume 10, Part 14, Royal Entomological Society of London, **1989**.
- [64] Draber-Monko, A., Malewski, T., Pomorski, J., Los, M., Slipinski, P., On the morphology and mitochondrial DNA barcoding of the flesh fly *Sarcophaga (Liopygia) argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Sarcophagidae) - an important species in forensic entomology, *Annales Zoologici*, 59(4): 465-493, **2009**.
- [65] Szpila, K., Key for identification of European and Mediterranean fleshflies (Diptera, Sarcophagidae) of medical and veterinary importance. Forensically important Diptera Identification Workshop, Faculty of Biology

and Environmental Protection, Nicolaus Copernicus University, Torun, Poland, **2014**.

- [66] Fremdt, H., Amendt, J., Species composition of forensically important blow flies (Diptera: Calliphoridae) and flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) through space and time, *Forensic Science International*, 236, 1-9, **2014**.
- [67] Martin-Vega, D., Baz, A., Sarcosaprophagous Diptera assemblages in natural habitats in central Spain: spatial and seasonal changes in composition, *Medical and Veterinary Entomology*, 27(1), 64-76, **2013**.
- [68] Pape, T., *Catalogue of the Sarcophagidae of the World (Insecta: Diptera)*, Associated Publishers, Florida, **1996**.
- [69] Pekbey, G., Hayat, R., Richet, R., Blackith, R.M., A new species of *Sarcophaga* (Diptera: Sarcophagidae) from Turkey, *Turkiye Entomoloji Dergisi-Turkish Journal of Entomology*, 35(2): 285-293, **2011**.
- [70] Povolny, D., Verves, Y.G., The flesh flies of Central Europe (Insecta, Diptera: Sarcophagidae), *Spixiana Supplement*, 24: 1-262, **1997**.
- [71] Awad, A., Abdel-Salam, S., El-Ela, R.A., Abdel-Aal, A., Mohamed, D., Ultrastructure comparison of the sensory morphology of the first-and third-instar larvae of *Parasarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy)(Diptera: Sarcophagidae), *Egyptian Journal of Biology*, 5(1): 148-154, **2003**.
- [72] Khan, L.A., Zambare, S.P., Abdalgailil, F.M., First record of Sarcophagid Dipteran *Parasarcophaga (Thomsonea) argyrosotma* from Maharastra state of India, *Life Sciences Leaflets*, 77: 52-64, **2016**.
- [73] Baque, M., Filmann, N., Verhoff, M.A., Amendt, J., Establishment of developmental charts for the larvae of the blow fly *Calliphora vicina* using quantile regression, *Forensic Science International*, 248: 1-9, **2015**.
- [74] Saunders, D.S., Circadian control of larval growth rate in *Sarcophaga argyrostoma*, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 69(9): 2738-2740, **1972**.

- [75] Goff, M.L., Omori, A.I., Goodbrod, J.R., Effect of cocaine in tissues on the development rate of *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae), *Journal of Medical Entomology*, 26(2): 91-93, **1989**.
- [76] Tantawi, T.I., Greenberg, B., *Chrysomya albiceps* and *C. rufifacies* (Diptera: Calliphoridae): contribution to an ongoing taxonomic problem, *Journal of Medical Entomology*, 30(3): 646-648, **1993**.
- [77] Greenberg, B., Wells, J.D., Forensic use of *Megaselia abdita* and *M. scalaris* (Phoridae: Diptera): case studies, development rates, and egg structure, *Journal of Medical Entomology*, 35(3): 205-209, **1998**.
- [78] Myskowiak, J.B., Doums, C., Effects of refrigeration on the biometry and development of *Protophormia terraenovae* (Robineau–Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae) and its consequences in estimating post-mortem interval in forensic investigations, *Forensic Science International*, 125(2): 254-261, **2002**.
- [79] Adams, Z.J., Hall, M.J., Methods used for the killing and preservation of blowfly larvae, and their effect on post-mortem larval length, *Forensic Science International*, 138(1): 50-61, **2003**.
- [80] Ireland, S., Turner, B., The effects of larval crowding and food type on the size and development of the blowfly, *Calliphora vomitoria*, *Forensic Science International*, 159(2): 175-181, **2006**.
- [81] Day, D.M., Wallman, J.F., Effect of preservative solutions on preservation of *Calliphora augur* and *Lucilia cuprina* larvae (Diptera: Calliphoridae) with implications for post-mortem interval estimates, *Forensic Science International*, 179(1): 1-10, **2008**.
- [82] Niederegger, S., Pastuschek, J., Mall, G., Preliminary studies of the influence of fluctuating temperatures on the development of various forensically relevant flies, *Forensic Science International*, 199(1): 72-78, **2010**.
- [83] Bugelli, V., Campobasso, C.P., Verhoff, M.A., Amendt, J., Effects of different storage and measuring methods on larval length values for the

blow flies (Diptera: Calliphoridae) *Lucilia sericata* and *Calliphora vicina*, *Science & Justice*, 57(3): 159-164, **2016**.



# ÖZGEÇMİŞ

## Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Seda ÖN

Doğum Yeri: Ankara

Medeni Hali: Bekâr

E-posta: sedaon90@gmail.com

Adresi: Kardelen Mah. 2114. Sokak Ardıç Sitesi 1/19 Batıkent Yenimahalle/Ankara

## Eğitim

Lise: 2004-2008 Kırkkonaklar Anadolu Lisesi

Lisans: 2008-2013 Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü

## Yabancı Dil

İngilizce (YDS 78,75)

## İş Deneyimi

-

## Deneyim Alanları

-

## Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

-

## Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

## Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

-



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 08/01/2018

Tez Başlığı / Konusu: *Sarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy, 1830)(Diptera: Sarcophagidae) Türünün Farklı Morfolojik Parametrelerle Larval Dönemlerinin Araştırılması ve Bu Verilerin Adli Entomolojiye Uygulanması

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 50 sayfalık kısmına ilişkin, 05/01/2018 tarihinde tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 7 'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/~~dâhil~~
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

08.01.2018

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Seda Ön  
Öğrenci No: N13124104  
Anabilim Dalı: Adli Bilimler Anabilim Dalı  
Programı: Adli Entomoloji  
Statüsü:  Y.Lisans  Doktora  Bütünleşik Dr.

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Osman SERT  
(Unvan, Ad Soyad, İmza)