



**BORİK ASİTİN *Sarcophaga africa* (Wiedemann, 1824)
(DIPTERA: SARCOPHAGIDAE) LARVALARININ
GELİŞİMİ, STERİLİTESİ VE HİSTOLOJİSİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Caner AYDINLI

Eskişehir 2020

**BORİK ASİTİN *Sarcophaga africa* (Wiedemann, 1824) (DIPTERA: SARCOPHAGIDAE)
LARVALARININ GELİŞİMİ, STERİLİTESİ VE HİSTOLOJİSİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Caner AYDINLI

DOKTORA TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Zooloji Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Güzde AYDOĞAN KILIÇ

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ocak 2020

Bu tez çalışması BAP Komisyonu tarafından kabul edilen 1501F021 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Caner AYDINLI'nın “**Borik Asitin *Sarcophaga africa* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Sarcophagidae) Larvalarının Gelişimi, Sterilitesi ve Histolojisi Üzerine Etkilerinin Araştırılması**” başlıklı tezi 23/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek “Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği”nin ilgili maddeleri uyarınca, Biyoloji Anabilim dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

<u>Jüri Üyeleri</u>	<u>Unvan Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı)	: Doç. Dr. Gözde AYDOĞAN KILIÇ	
Üye	: Prof. Dr. Arzu ÇİÇEK	
Üye	: Prof. Dr. Ferhat ALTUNSOY	
Üye	: Doç. Dr. Yakup ŞENYÜZ	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÇALIŞKAN	

Prof. Dr. Murat TANIŞLI
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖZET

BORİK ASİTİN *Sarcophaga africa* (Wiedemann, 1824) (DIPTERA: SARCOPHAGIDAE) LARVALARININ GELİŞİMİ, STERİLİTESİ VE HİSTOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Caner AYDINLI

Biyoloji Anabilim Dalı

Zooloji Bilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ocak 2020

Danışman: Doç. Dr. Gözde AYDOĞAN KILIÇ

Sarcophagidae familyasına ait olan ve kozmopolit bir yayılış gösteren *Sarcophaga africa* (Wiedemann, 1824) türü, patojenlerin taşınmasında aracı bir vektör olarak insan ve hayvanlarda sağlık problemlerine ve ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Borik asit, en büyük rezervleri ülkemizde bulunan bor elementinin bir bileşiğidir ve zararlı böceklerle mücadelede etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada da BA'nın *S. africa* türü larvaların gelişimi ve sterilitesi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kültüre alınan sineklerden elde edilen larvalar üzerindeki deneyler 5 tekrarlı olarak yapılmıştır. Kontrol grubu ile 100 g besine 14, 28, 42 ve 56 mg BA ilave edilmiş olan farklı 4 deney grubunda, BA'nın larval gelişime olan etkileri ile steriliteye olan (kısırlaştırıcı) etkileri araştırılmıştır. Çalışmada BA'nın larvaların gelişim süresi, ağırlık, boy, pupa gelişimi ve boy-çap üzerine etkileri ile BA'ya maruz bırakılan larvalardan elde edilen ergin sineklerdeki steriliteye olan etkisi belirlenmiştir. Bununla birlikte, BA'nın sindirim sistemine olan etkileri histolojik açıdan incelenmiştir.

Sonuç olarak BA'nın Grup II, III ve IV larvalarında gelişimi önemli düzeyde etkilediği ($p<0.05$); bununla birlikte, 14 mg BA uygulanan Grup I larvalarında kontrol grubuna göre boy ve ağırlıkların arttığı, gelişim süresinin ise azaldığı belirlenmiştir. BA uygulanan larvalardan elde edilen erginlerin ardışık 5 neslinde bırakılan larva sayılarında azalma, larvaların boy ve ağırlığında azalma ve erginlerin boylarında azalma tespit edilmiştir. Grup II, III ve IV larvalarının sindirim kanalında gözlenen histopatolojik değişiklikler, elde edilen bulguları destekleyici niteliktedir.

Anahtar Sözcükler: Borik asit, *Sarcophaga africa*, Larval gelişim, Sterilite.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF BORIC ACID ON DEVELOPMENT, STERILITY AND HISTOLOGY OF *Sarcophaga africa* (Wiedemann, 1824) (DIPTERA: SARCOPHAGIDAE) LARVAE

Caner AYDINLI

Department of Biology

Programme in Zoology

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, January 2020

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gözde AYDOĞAN KILIÇ

The species *Sarcophaga africa* (Wiedemann, 1824), which is a cosmopolit species spread all over the world and belong to the Sarcophagidae family. It is a vector which that transfer pathogens causing health problems and serious economic losses in humans and animals. Boric acid is a compound of boron element constitutes the highest reserves in our country and have been used to struggle harmful insects very effectively. In this study, it is aimed to determine the effects of BA, on the development and sterility of some species of Sarcophagidae family which spread all over the world and cause health problems and serious economic losses in human and animals. For this purpose, the larvae obtained from cultured flies were used and experiments were performed with 5 replicates. Control group and four different experimental groups with 14, 28, 42 and 56 mg BA were added to 100 g of dietary. The effects of BA on larval growth time, body weight, length, pupa development, length-diameter and sterility were investigated. Moreover, effects of BA on digestive system histology were investigated.

As a result, it was determined that BA had a significantly effect on the development of larvae in groups II, III and IV ($p < 0.05$); however, compared to the control group the larvae of the first group treated with 14 mg BA increased in height and weight, and development time decreased. It has been found that in 5 consecutive generations of the larvae treated with BA, the number of larvae released, the length and weight of the larvae, and the length of the adults were decreased. Histopathological changes in the midgut of groups II, III and IV supported those findings.

Keywords: Boric acid, *Sarcophaga africa*, Larval development, Sterility.

TEŞEKKÜR

Başta Histoloji deneylerinde örneklerin hazırlanması, kesitlerin alınması, fotoğrafların çekilmesi ve yorumlanması olmak üzere Doktora tezimin her aşamasında emeği olan, bilgi ve deneyimleri ile çalışmama ışık tutan değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Gözde AYDOĞAN KILIÇ'a en derin saygılarımla teşekkür ederim.

Engin tecrübeleri ve kıymetli görüşleri ile tezin değerlendirme sürecindeki katkılarından dolayı değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÇALIŞKAN'a içtenlikle teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Lisans ve Lisansüstü eğitimim boyunca, her aşamada bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, her konuda yardım ve desteğini gördüğüm, kıymetli fikir ve görüşlerini bizden esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. A. Yavuz KILIÇ'a sonsuz sevgi ve saygılarımla teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarında her zaman yardım ve desteğini gördüğüm Sayın Dr. Öğr. Üyesi Volkan KILIÇ'a, istatistiksel testlerin uygulanmasında bilgi ve tecrübesiyle yardımlarını esirgemeyen Sayın Öğr. Gör. Dr. Halil ERYILMAZ'a ve Histolojik çalışmalarda bana yardımcı olan Şeyda UÇARCAN ve Onur KARAGÖZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora çalışmama maddi destek sağlayarak katkıda bulunan Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Doktora eğitimim ve tez çalışmalarım boyunca; hem arazi çalışmalarında hem de laboratuvar çalışmalarında her konuda bana yardımcı olarak bilgi ve tecrübeleri ile yanımda olan, manevi desteğini benden esirgemeyen çok değerli eşim, hayat ve yol arkadaşım Dr. Hülya AKSOY AYDINLI ve neşe kaynağım canım kızım Almıla Doğa AYDINLI'ya göstermiş oldukları koşulsuz sevgi, sabır, anlayış ve fedakârlık için tüm kalbimle teşekkür ederim.

Caner AYDINLI

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Caner AYDINLI

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
GÖRSELLER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Sarcophagidae Familyasının Genel Özellikleri	3
1.2. Sarcophagidae Familyasının Morfolojik Özellikleri	5
1.2.1. Ergin	6
1.2.2. Yumurta	9
1.2.3. Larva.....	10
1.2.4. Pupa	11
1.3. <i>Sarcophaga (Bercaea) africa</i> (Wiedemann, 1824).....	12
1.3.1. <i>S. africa</i> türünün sistematikteki yeri	12
1.3.2. <i>S. africa</i> larvalarının karakteristik özellikleri	13
1.3.3. <i>S. africa</i> erginlerinin karakteristik özellikleri	15
1.3.3.1. Erkek	15
1.3.3.2. Dişi.....	17
1.4. Bor ve Borik Asit.....	18
1.4.1. Borun tarihçesi, kimyasal yapısı ve bileşikleri	18
1.4.2. Borik asitin kullanım alanları	19

1.5. Sarcophagidae Familyasında Sindirim Sisteminin Genel Histolojik Yapısı ve Patolojisi	23
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
2.1. <i>S. africa</i> Türünün Yakalanması.....	25
2.2. <i>S. africa</i> Türünün Teşhisi	27
2.2.1. Ergin erkek bireylere ait tür tanı anahtarı.....	28
2.2.2. Üçüncü dönem larvalara ait tür tanı anahtarı	30
2.3. Deney Gruplarının Oluşturulması	32
2.4. <i>S. africa</i> Türünün Kültüre Alınması	32
2.4.1. Ergin bireylerden larva alınması	34
2.4.2. Pupalardan ergin bireylerin elde edilmesi	35
2.5. Borik Asitin Uygulanması	35
2.6. LD ₅₀ Değerinin Hesaplanması ve Dozların Belirlenmesi.....	36
2.7. Larva ve Pupa Evrelerinin Gelişiminin İzlenmesi	37
2.7.1. Larva evresi gelişim süresinin izlenmesi	37
2.7.2. Pupa evresi gelişim süresinin izlenmesi.....	38
2.7.3. Büyüme hızının incelenmesi	38
2.8. Ergin Sineklerin Gelişimi	38
2.9. Borik Asitin Sterilite (Kısırlaştırıcı) Etkisi	38
2.10. İstatistiksel Analizler	39
2.11. Histolojik Çalışmalar	39
3. BULGULAR.....	41
3.1. LD ₅₀ Değeri ve Larvalara Uygulanacak Borik Asit Miktarı	41
3.2. Borik Asitin Larva ve Pupa Gelişimine Etkisi	41
3.2.1. Borik asitin larvalarda gelişim süresine etkisi.....	41
3.2.2. Borik asitin larvaların ağırlığı üzerine etkisi.....	43
3.2.3. Borik asitin larvaların boyu üzerine etkisi.....	46
3.2.4. Borik asitin pupa gelişimi üzerine etkisi	49
3.2.5. Borik asitin ergin bireylerin boyları üzerine etkisi	50
3.2.6. Borik asitin ergin sineklerde steriliteye etkileri.....	51
3.3. İstatistiksel Bulgular	56
3.4. Histolojik Bulgular.....	58

4. SONUÇ VE TARTIŞMA	70
-----------------------------------	-----------

KAYNAKÇA.....	77
----------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Deney gruplarında kullanılan toplam birey sayısı ve ölüm oranları.....	37
Tablo 3.1. Besi yerine eklenen borik asit konsantrasyonları ve ölen birey sayısı	41
Tablo 3.2. Probit analizi sonuçları.	42
Tablo 3.3. Çalışmada kullanılan deney grupları ve uygulanan doz miktarları	42
Tablo 3.4. Ortalama larval dönem süreleri ve pupada kalma süreleri	43
Tablo 3.5. Larvaların uygulanan konsantrasyonlara göre ağırlık (g) ortalamaları	44
Tablo 3.6. Larvaların uygulanan konsantrasyonlara göre yüzde ağırlık (%) artış oranları.	46
Tablo 3.7. Larvaların uygulanan konsantrasyonlara göre boy (mm) ortalamaları.....	47
Tablo 3.8. Larvaların uygulanan konsantrasyonlara göre yüzde boy (%) artış oranları.	48
Tablo 3.9. Kontrol grubu ve BA uygulanan bireylerin pupa evresindeki boy ve çap (mm) değerleri.....	49
Tablo 3.10. Kontrol grubu ve BA uygulanan larvalardan elde edilen ergin erkek ve dişi bireylerin boy ortalaması.....	50
Tablo 3.11. Borik asitin <i>S. africa</i> larvalarının ağırlık, boy ve yaşama oranına etkisi.....	57
Tablo 3.12. Borik asitin <i>S. africa</i> larvalarının pupa boyu, çapı ve ergin boyuna etkisi.	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Sarcophagidae familyasında başın önden (A) ve lateralden (B) görünüşü	7
Şekil 1.2. Sarcophagidae familyasında toraksın üstten genel görünüşü ve kılların dağılımı.....	7
Şekil 1.3. Sarcophagidae familyasında kanadın genel görünüşü ile damar ve hücre yapılanması.....	8
Şekil 1.4. Sarcophagidae familyasında abdomenin dorsalden (A) ve ventralden (B) görünüşü.....	8
Şekil 1.5. Sarcophagidae familyasında erkek genitelyasının yapısı	9
Şekil 1.6. Sarcophagidae familyasında bağırsağın genel yapısı ve kısımları	24
Şekil 2.1. Ergin sineklerin yakalanmasında kullanılan tuzağın hazırlanması.	27
Şekil 2.2. Deney grupları ve setlerinin hazırlanma şeması.....	33
Şekil 3.1. Borik asitin larva ve pupa gelişim süresine etkisi.	44
Şekil 3.2. Farklı konsantrasyonlarda borik asit uygulanan larvaların ağırlık ortalamaları.....	45
Şekil 3.3. Farklı konsantrasyonlarda borik asit uygulanan larvaların zamana göre yüzde ağırlık artışları.....	46
Şekil 3.4. Farklı konsantrasyonlarda borik asit uygulanan larvaların boy (mm) değişimi	47
Şekil 3.5. Farklı konsantrasyonlarda BA uygulanan larvaların günlere göre yüzde boy artışları.....	49
Şekil 3.6. Kontrol grubu ve BA uygulanan bireylerin pupa evresindeki boyları ve çapları	50
Şekil 3.7. Kontrol grubu ve BA uygulanan larvalardan elde edilen ergin bireylerin boy ortalaması	51
Şekil 3.8. Deney gruplarına göre herbir nesilde bırakılan ortalama larva sayısı.....	52
Şekil 3.9. Nesillere göre deney gruplarında bırakılan larva sayısı	52
Şekil 3.10. Gruplara göre borik asitin ardışık nesillerdeki larva boyuna etkisi.....	53
Şekil 3.11. Gruplara göre borik asitin ardışık nesillerdeki larva ağırlığına etkisi	54
Şekil 3.12. Gruplara göre borik asitin ardışık nesillerdeki pupa boyuna etkisi.....	55
Şekil 3.13. Gruplara göre borik asitin ardışık nesillerdeki pupa çapına etkisi	55
Şekil 3.14. Gruplara göre borik asitin ardışık nesillerdeki ergin boyuna etkisi	56

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 1.1. Sarcophagidae familyasına ait ergin bireyin genel görünüşü.....	5
Görsel 1.2. Sarcophaga crassipalpis türüne ait yumurtalar	10
Görsel 1.3. Sarcophagidae familyasına ait larvanın genel görünüşü ve kısımları	10
Görsel 1.4. Sarcophagidae larvalarında posterior spiraküller (A) ve cephalopharyngeal skeleton (B).....	11
Görsel 1.5. Sarcophagidae familyasına ait pupanın genel görünüşü	11
Görsel 1.6. <i>S. africa</i> III. instar larvasının genel görünüşü	14
Görsel 1.7. Sarcophagidae larvasında anterior spirakül.....	14
Görsel 1.8. <i>S. africa</i> larvasında dönemlere göre posterior spiraküller.....	15
Görsel 1.9. <i>S. africa</i> türü ergin erkek	16
Görsel 1.10. <i>S. africa</i> türü ergin dişi	17
Görsel 1.11. Sarcophagidae familyası larvalarında orta bağırsağın histolojik yapısı	24
Görsel 2.1. Arazi çalışmasının yapıldığı alan.	26
Görsel 2.2. Ergin sineklerin yakalanmasında kullanılan tuzak.	27
Görsel 2.3. <i>S. africa</i> 'ya ait erkek bireylerin teşhis karakterleri	29
Görsel 2.4. <i>S. bergi</i> (a) ve <i>S. lehmanni</i> (b)'de aedeagusun lateral görünüşü	29
Görsel 2.5. <i>S. africa</i> 'ya ait larval teşhis karakterleri.....	31
Görsel 2.6. <i>R. pernix</i> III. instar larvasına ait anteriör spirakül (a) ve cephalopharyngeal skeleton (b)	31
Görsel 2.7. <i>S. argyrostoma</i> , <i>S. melanura</i> ve <i>S. albiceps</i> 'e ait III. instar larvaların teşhis karakterleri	32
Görsel 2.8. <i>S. africa</i> kültüründe kullanılan kafesler.....	34
Görsel 2.9. Tavuk karaciğeri üzerine bırakılmış larvalar.....	35
Görsel 3.1. Borik asitin larva uzunluğuna etkisi	48
Görsel 3.2. <i>S. africa</i> 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Kontrol Grubu	60
Görsel 3.3. <i>S. africa</i> 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup I (14 mg/100 g besiyeri BA)	61
Görsel 3.4. <i>S. africa</i> 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup I (14 mg/100 g besiyeri BA)	62

Görsel 3.5. <i>S. africa</i> 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup II (28 mg/100 g besiyeri BA)	63
Görsel 3.6. <i>S. africa</i> 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup II (28 mg/100 g besiyeri BA)	64
Görsel 3.7. <i>S. africa</i> 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup III (42 mg/100 g besiyeri BA).	65
Görsel 3.8. <i>S. africa</i> 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup III (42 mg/100 g besiyeri BA)	66
Görsel 3.9. <i>S. africa</i> 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup IV (56 mg/100 g besiyeri BA)	67
Görsel 3.10. <i>S. africa</i> 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup IV (56 mg/100 g besiyeri BA)	68
Görsel 3.11. <i>S. africa</i> 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup IV (56 mg/100 g besiyeri BA)	69
Görsel 4.1. <i>Sarcophaga bullata</i> , III. instar larva orta bağırsak enine kesiti	73
Görsel 4.2. <i>Chrysomya megacephala</i> , III. instar larva orta bağırsak enine kesiti.....	73

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

B	: Bor
BA	: Borik Asit
°C	: Santigrat Derece
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
g	: Gram
kg	: Kilogram
LD ₅₀	: Test popülasyonunun yarısını öldüren madde miktarı
M	: Molarite
M.S.	: Milattan Sonra
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
Ppm	: Parts Per Milion (Milyonda bir birim)
s	: Saat

1. GİRİŞ

Dünyanın hemen hemen her bölgesinde geniş bir yayılım gösteren ve yaklaşık olarak tanımlanmış 1.000.000 türe (Bidau, 2018; Stork, 2018) sahip olan Insecta sınıfı, faunaları oluşturan organizmalar topluluğu içerisinde en kapsamlı ve zengin canlı grubunu oluşturmaktadır. Bu sınıf içerisinde yer alan Diptera takımı da tür sayısı bakımından en geniş canlı gruplarından biri olarak bilinmektedir (Gullan ve Cranston, 2012). Dipterler insan sağlığı, veterinerlik, adli tıp, tarım ve ekonomi, ekoloji, moleküler biyoloji ve genetik gibi çok çeşitli alanlarda hayati öneme sahip etkin gruplardan biri olmalarıyla ülkemizde ve dünyada birçok çalışmanın konusu ve ana materyali olmuştur (Hall ve Gerhardt, 2009).

Diptera takımı Brachycera alt takımının Oestroidea üst familyasına ait olan Sarcophagidae familyası, dünya üzerinde tanımlanmış 173 cins ve yaklaşık 3100 tür ile temsil edilmektedir (Pape, 1996; Pape, Blagoderov ve Mostovski, 2011; Verves vd., 2017). Ülkemizde 49 cinse bağlı 156 tür ile temsil edilen Sarcophagidae familyası da Diptera ordosu içinde yer almaktadır (Verves, Barták ve Kubík, 2018; Whitmore, Buenaventura ve Pape, 2018; Pekbey, 2019).

Sarcophaginae altfamilyasına ait bazı türlerin özellikle III. instar larvaları insan ve hayvanlarda “miyazis” adı verilen hastalığa neden olurlar. Bu terim, ilk kez Hopes (1840) tarafından kullanılmış olup, Latince’de sinek anlamına gelen “Myia” kelimesinden türetilmiştir (McGraw ve Turiansky, 2008). Miyazis, bazı sinek larvalarının insan ve omurgalı hayvanların ölü veya canlı dokuları ve vücut sıvıları ile beslenerek, konak üzerinde yaptığı patolojik bozukluklar olarak tanımlanmaktadır (Zumpt, 1965; Karatepe vd., 2005). Miyazise neden olan türler, özellikle çiftlik hayvanlarında iştahsızlık, et, süt ve yün veriminde azalma, deri kalitesinde bozulma, anemi, kilo kaybı, körlük, topallık ve hatta ölüme sebep olarak dünya çapında milyarlarca dolar ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Zumpt, 1965; Hall ve Wall, 1995; Farkas, Hall ve Kelemen, 1997; Şaki ve Özer, 1999a; Yaman ve Şaki, 2011). Ayrıca, bazı Sarcophagidae türleri beslenme tarzlarına bağlı olarak poliomyelit, cüzzam, tüberküloz, mikoz gibi birçok bulaşıcı ve paraziter hastalığın mekanik vektörleri olarak kabul edilmektedirler (Hall ve Gerhardt, 2009; Verves vd., 2017).

Hem insan ve hayvan sağlığına zararları hem de neden oldukları maddi kayıplar göz önüne alındığında *Wohlfahrtia magnifica* (Schiner, 1862), *Sarcophaga africa* (Wiedemann, 1824) ve *S. carnaria* (Linnaeus, 1758) gibi zararlı olan Sarcophagid türlerinin olumsuz etkilerini en aza indirme gerekliliği ortaya çıkmaktadır. İnsan sağlığı,

veterinerlik ve ekonomi açısından zararlı türlerin meydana getirdiği zararları önlemek için geçmiş dönemlerde özellikle organofosfatlar, karbamatlar ve piretroidler gibi toksik etkiye sahip kimyasal maddelerin kullanılması ile birçok araştırma ve yöntem uygulanmıştır. Ancak bu yöntemlerin diğer organizmalara da etki etmesi, zaman içerisinde kullanılan bu maddelere karşı direnç kazanılması ve kullanılan maddelerin toksik etkilerinden dolayı, araştırmacılar hedef organizmayı etkileyen, canlı ve cansız çevreye toksik etki yapmayan madde ve yöntemleri araştırmaya yönelmiştir (Anderson ve Zhu, 2004; Barata vd., 2001; Bhavan-Saravana ve Geraldine, 2001; Fenske vd., 2002; Zurek vd., 2003). Bu kapsamda uzun yıllardan beri borik asit (H_3BO_3) ve türevleri gibi hedef olmayan organizmalara karşı düşük toksisiteye sahip uçucu olmayan inorganik insektisitler alternatif olarak kullanılmaktadır (Xue ve Barnard, 2003; Zurek vd., 2003).

Borik asit (H_3BO_3) (BA) , etkili bir inorganik insektisit olmakla birlikte, böcekler üzerindeki etki mekanizması günümüzde çeşitli çalışmalara konu olmaya devam etmektedir. BA'nın *Galleria mellonella*'da immün yeterlilik (Durmuş ve Büyükgüzel, 2008) ve oksidatif stres (Hyrls, Büyükgüzel ve Büyükgüzel, 2007) mekanizmalarını etkilediği rapor edilmiştir. Alman hamamböceği (Cochran, 1995)'nin ön ve orta bağırsağında hücre ölümüne sebep olarak böceğin açlıktan ölümüyle sonuçlanan süreci tetiklediği bildirilmiştir (Habes vd., 2006).

Böceklerde besin maddelerinin sindiriminin ve besin ile birlikte uygulanan pestisitlerin emiliminin gerçekleştiği organ olan bağırsak, böcek tarafından absorbe edilen çevresel kontamine edici maddelerin etkilerini histolojik olarak ortaya koyabilmek açısından da önem taşımaktadır (Sorour, 2001).

BA'nın böceklerde sterilitiyi artırıcı etkiye sahip olduğu da bilinmektedir (Borkovec, 1976; Borkovec vd., 1969; Settepani, Crystal ve Borkovec, 1969; Zhou ve Le Patourel, 1990). Ancak bu konuda yapılmış olan çalışmalar yeterli ve kapsamlı veriler sağlamamaktadır. BA'nın böceklerde sterilité üzerindeki etkisi ile ilgili kapsamlı verilerin ortaya konulması ile hem sağlık hem de tarım alanında zararlı böceklerle mücadelede kimyasal insektisitlere göre daha ekonomik, daha güvenli ve daha etkin yöntemlerin geliştirileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın konusu, insanlar ve çeşitli hayvan türleri arasında patojenlerin aktarılmasında vektör rolü oynayarak sağlık sorunlarına ve çeşitli ekonomik kayıplara neden olan *S. africa* türüne ait larvaların gelişimi ile erginlerinin sterilitesi üzerinde BA'nın etkilerinin araştırılması ve BA'nın larvaların sindirim sistemi üzerinde meydana getirdiği

histolojik değişikliklerin ortaya koyulmasıdır. Çalışmada BA'nın larval büyüme ve gelişim parametreleri üzerindeki etkisi, ergin sineklerdeki steriliteye olan etkisi ve sindirim sistemi üzerinde oluşturduğu histopatolojik değişiklikler incelenmiştir. Hedef olmayan organizmaları düşük düzeyde etkilediği bilinen BA'nın, *S. africa* ve patojenlerin vektörü olan yakın türler ile mücadelede kullanımı konusunda fayda sağlayacak ve özellikle sindirim sistemi üzerindeki toksik etki mekanizmasının detaylarının anlaşılmasına yönelik önemli bir literatür katkısının oluşturulması amaçlanmıştır.

1.1. Sarcophagidae Familyasının Genel Özellikleri

Povolný ve Verves (1997)'e göre larvalarının omurgalı (açık yaralar, göz, kulak, ağız vb. vücut bölgeleri, sindirim sistemi) ve omurgasızların larva, yumurta ve erginleri üzerinde parazit olmaları ve leşlerle beslenmelerinden dolayı, Sarcophagidler Türkçe karşılığı “Et Sinekleri” anlamına gelen “Flesh Flies” olarak adlandırılmışlardır. Leşler dışında dışkı ve açıkta bırakılan etlerle de beslenmektedirler (Byrd ve Castner, 2010). Bunların dışında yarasalarda kaprofajlık, omurgasız ve küçük omurgalı leşlerinde nekrofajlık, soliter yaban arılarının yuvalarında kleptoparazitizm, böcek parazitoitliği, ibrik otlarında yaşayarak tuzağa düşen sinek ve kelebekler gibi böceklerle beslenme, kertenkele ve kaplumbağa yumurtalarında predatörlük, miyazis ve kannibalizm gibi beslenme davranışlarına da sahiptirler (Hayat vd., 2008; Pape, 1987; Pape, 1996; Pape, Blagoderov ve Mostovski, 2011; Rohdendorf, 1988; Whitmore, 2010) Erginlerin ise şekerli maddeler, meyve suyu, nektar, bitki öz suyu ve lağım suları gibi sıvı besinlerle beslendikleri bilinmektedir (Byrd ve Castner, 2010; Pape, 1987).

Sarcophagidae familyası, dişilerin larvipar olması ile diğer sinek gruplarından farklılık göstermektedir (Aldrich, 1916; Pape, 1987; Whitmore, 2010). Yumurta bırakma genel olarak sadece olağandışı koşullarda gerçekleşmektedir. Ergin bir dişi ortalama tek seferde 30 ile 200 arasında larva bırakmaktadır (Hall ve Gerhardt, 2009). Gelişen ve olgunlaşan yumurtalar yumurtalık içerisinde açılarak birinci dönem larvalar halinde besin ortamlarına bırakılırlar. Robinson (2005)'a göre bu durum gelişim zamanını azaltabilmekte ve larvanın bir besin kaynağını geçici olarak kullanmasına izin vermektedir. Hızlı bir gelişim gösteren larvalar 3-4 gün içerisinde 3. instar evresine ulaşarak pupa evresine girerler. Pupa evresine giren bireyler türlere göre değişmekle birlikte 10-14 gün içerisinde pupadan çıkarak erginleşirler (James, 1947; Pape, 1987).

Sarcophagidler, en fazla tür çeşitliliği ılıman iklimlerde olmak üzere, bütün zoocoğrafik bölgelerde geniş bir dağılım göstermektedirler. Subarktik ve Ilıman-soğuk bölgelere doğru gidildikçe tür çeşitliliği önemli derecede azalmaktadır. Adalardan oluşan bölgelerde ise alan azalmasına bağlı olarak tür sayısında da önemli bir düşüş gözlenmektedir (Pape 1987, 1996). Sarcophagidae familyası ilk kez Rohdendorf (1937) tarafından Miltogramminae, Paramacronychiinae ve Sarcophaginae olmak üzere üç alt familyaya ayrılmıştır (Pape, 1987; Pape, Blagoderov ve Mostovski, 2011).

Miltogramminae, gri veya yeşil renkli, genellikle küçük ve kleptoparazitik türlerden oluşur (Pape 1987; Rohdendorf 1988; Verves ve Khrokalo, 2006; Whitmore 2010; Pape, Blagoderov ve Mostovski, 2011). Ancak bazı türlerin arıların polen keselerinde beslendikleri, bazı türlerin omurgalı ve omurgasız hayvanların leşlerini ziyaret ettikleri, kemirgen yuvalarında ve insan dışkılarında rastlanan türlerin de bulunduğu bilinmektedir (Pape, 1996). Buna karşın Miltogramminae erginlerinin birçoğu yalnızca nektarla beslenmektedir (Pape, 1996).

Paramacronychiinae alt familyasına ait türler genellikle predatör, leşçil ve memelilerde miyazise neden olan orta ve büyük boyda bireylerden oluşur. Sarcophaginae ise tür sayısının en fazla olmasına bağlı olarak diğer gruplara göre çok farklı biyolojik davranış ve beslenme stratejilerine sahip (Koprofaj, nekrofaj, böcek parazitoiti, miyazis, predatörlük), genellikle orta ve büyük boylu bireylerden meydana gelmektedir (Pape, 1987; Rohdendorf, 1988; Pape, 1996; Hayat vd., 2008; Whitmore, 2010; Pape, Blagoderov ve Mostovski, 2011).

Aralarında *S. africa*'nın da olduğu 50'den fazla sinantropik sinek türü olduğu bilinmektedir. Bu türler genellikle çöp, dışkı, gübre gibi patojen mikroorganizmaların yoğun olarak bulunduğu ortamlarda bulunan materyallerle beslenmelerinden dolayı bulaşıcı hastalıkların yayılmasında önemli bir rol oynarlar. Vücut yüzeylerinde çok miktarda kıl, tüy gibi yapıların bulunması, tüylü ve yapışkan bacaklara sahip olmaları nedeniyle hastalıkların mekanik olarak taşınmasında potansiyel birer vektördürler. Böylece, vücutlarında taşıdıkları patojen mikroorganizmaları kolaylıkla yiyeceklere, gözlere, buruna, ağıza ve açık yaralara taşıyabilirler. Ayrıca, beslenme şekilleri, hastalıkları bulaştırmadaki etkilerini de arttırmaktadır (Graczyk, Knight ve Tamang, 2005).

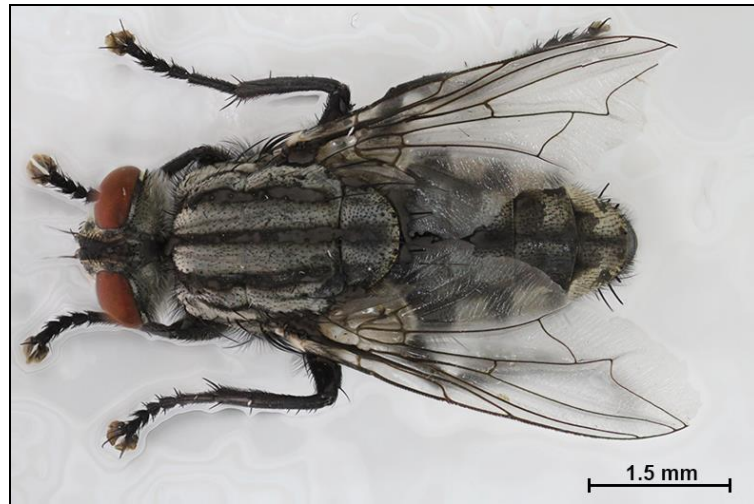
Bütün bunların yanında, insan yaralarının iyileştirilmesinde bazı *Wohlfahrtia* türlerinin başarılı bir şekilde kullanılabileceğinden ilk kez Grantham-Hill (1933) bahsetmiştir (Pape, 1987). Günümüze kadar yapılan çalışmalarda larva tedavisine en uygun

sinek familyalarının Calliphoridae ve Sarcophagidae türleri olduğu belirlenmiştir. Bu familyaların ölü dokularıyla beslenen larvaları deride fibroblast salgısını artırır ve ödem azaltıcı etkileriyle yaraların daha hızlı iyileşmesini sağlarlar (Sherman, 2002; Hoşnuter vd., 2003; Whitaker vd., 2007; Gericke ve Pitz, 2008).

Leşlerde çürümenin ilk basamağında Diptera takımına ait olan Calliphoridae, Sarcophagidae ve Muscidae familyası türleri görülmektedir (Wolff vd., 2001). Açıkgöz, Hancı ve Çetin (2002), Sarcophagidlerin cesetlerin çürüme zamanlarının belirlenmesinde, adli entomolojide ve ayrıca entomotoksikolojide yararlanılan böcek gruplarından olduğunu belirtmişlerdir.

1.2. Sarcophagidae Familyasının Morfolojik Özellikleri

Sarcophagidae familyası, yapısal olarak Calliphoridae familyası ile benzerlik göstermektedir. Erginlerin metalik renkli olmamaları, gri renkli toraksın üzerinde uzunlamasına üç siyah banta sahip olmaları ve abdomenin dama tahtası benzeri desenli olması ile bu familyadan ayrılırlar (Görsel 1.1). Bununla birlikte Calliphoridlerden farklı olarak antenlerinin arista bölgesi sadece bazal kısımda kıllıdır ve her iki eşeyde de gözler birbirinden oldukça ayrıdır (Byrd ve Castner, 2010). Torakslarında uzunlamasına dört siyah bant taşıyan Ev sinekleri (Muscidae) ile de benzerlik gösteren Sarcophagidler bant sayısının üç olması ile kolaylıkla ayırt edilirler (Showman ve Connelly, 2011).



Görsel 1.1. *Sarcophagidae* familyasına ait ergin bireyin genel görünüşü.

Sarcophagidae familyası türlerinin dış morfolojilerinin genellikle uniform olması ve taksonomik çalışmalarda temel olarak erkek bireylerin genitalyasına bağlı kalınması

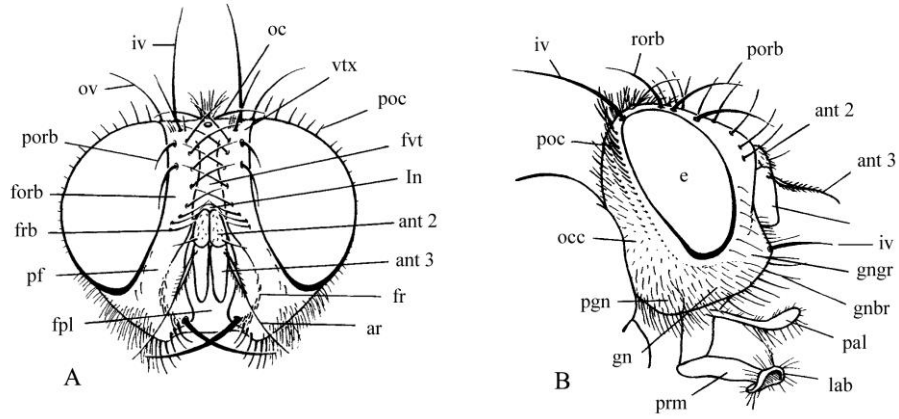
nedeniyle tür teşhislerinin erkek genitalyası ile yapılması gerekmektedir (Pape, 1987). Bununla birlikte; Szipila, Richet ve Pape (2015) tarafından bazı Sarcophagidae türlerinin üçüncü dönem larvaları kullanılarak bir teşhis anahtarı yayınlanmıştır.

1.2.1. Ergin

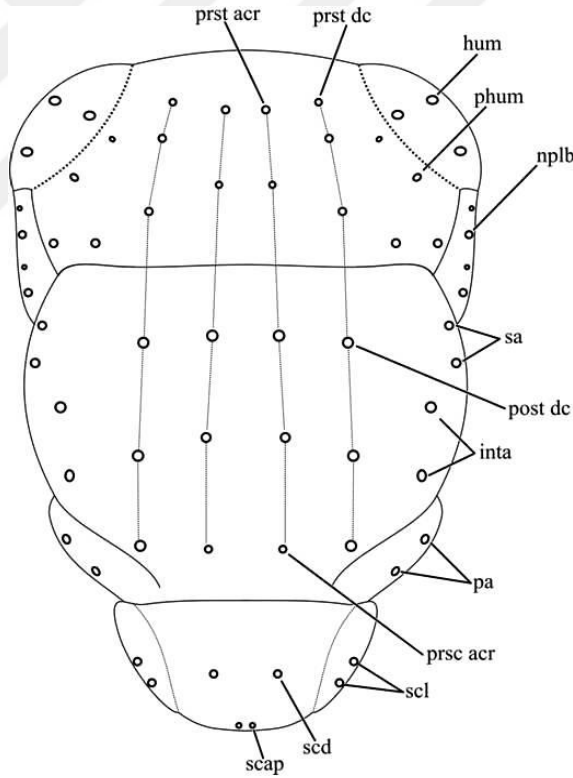
Sarcophagidae familyasının ergin bireyleri 2 mm ile 22 mm arasında bir vücut uzunluğuna ulaşabilmektedir (Verves vd., 2017). Vücutları sağlam yapılı ve donuk grimsi-siyahtır. Erginlerde, toraks genel olarak gri ve siyah boyuna çizgilere; abdomen ise siyah-gri dama tahtası (mozaik) şeklinde bir desene sahiptir. Gövde kılıklı olup gözler her iki eşeyde geniş ölçüde birbirinden ayrılmıştır. Bazı türlerde gözler, karın ucunda oldukça belirgin olan genital organlar gibi parlak kırmızı renktedir (Robinson, 2005; Merritt, Courtney ve Keiper, 2009; Byrd ve Castner, 2010; Capinera, 2010).

Baş (Şekil 1.1) genel olarak siyah renkli olup vücudun rengine paralel olarak değişkenlik gösterir. Bileşik gözler çıplaktır. Fronto-orbital bölgede genellikle seyrek setulalar bulunur, ancak fronsun orta kısmı normalde çıplaktır. Bu kısımda 4-10 frontal seta ve 1-3 orbital seta geriye, 2-4 orbital seta ileriye doğru kıvrılır; bu son setalar genellikle Sarcophaginae erkeklerinde yoktur. Yüz bölgesi konkavdır ve merkezi çıkıntısı yoktur. Zemini genellikle siyah renkli olan toraksın (Şekil 1.2) alanı geniştir ve mesonotumda boyuna uzanmış siyah renkli üç şerit bulunur. Propleuron çıplak olup posthumeral kıllar yoktur. Scutellumda ise iki primer lateral kıl bulunur (Pape 1987). Familyanın bütün türlerinde kanatlar zar şeklindedir (Şekil 1.3). M damarı öne doğru açılı şekilde bükülmüş olup açığı oluşturan köşe hiçbir zaman yuvarlak (Rohdendorf, 1998). Bazı türlerin abdomeninde gümüşümsü-gri mozaik benzeri desenler bulunur. Abdomen, ışığın açısına bağlı olarak ton değiştiren işaretlerle çizgili, bantlanmış veya lekelenmiştir. (Scudder ve Cannings, 2006). Bu familyada abdomen kesinlikle parlak, metalik gri veya yeşil değildir. Abdominal tergite 1+2'nin kenarları lateralde 2. abdominal sterniti kesinlikle örtmez (Pape, 1987; Rohdendorf, 1998) (Şekil 1.4).

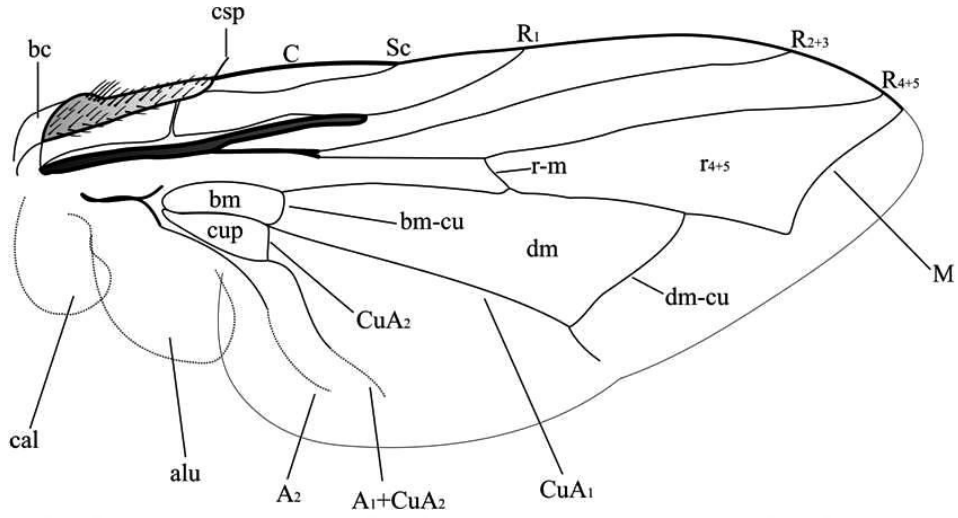
Erkek bireylerde genitalya temel olarak bir çift cerci, bir epiproct ve bir hypoproct'dan meydana gelmektedir (Şekil 1.5). Bu parçaların diğerleri ile birleşmesi, bölünmesi ya da küçülmesi türlere göre oldukça çeşitlilik göstermektedir (Pape 1987).



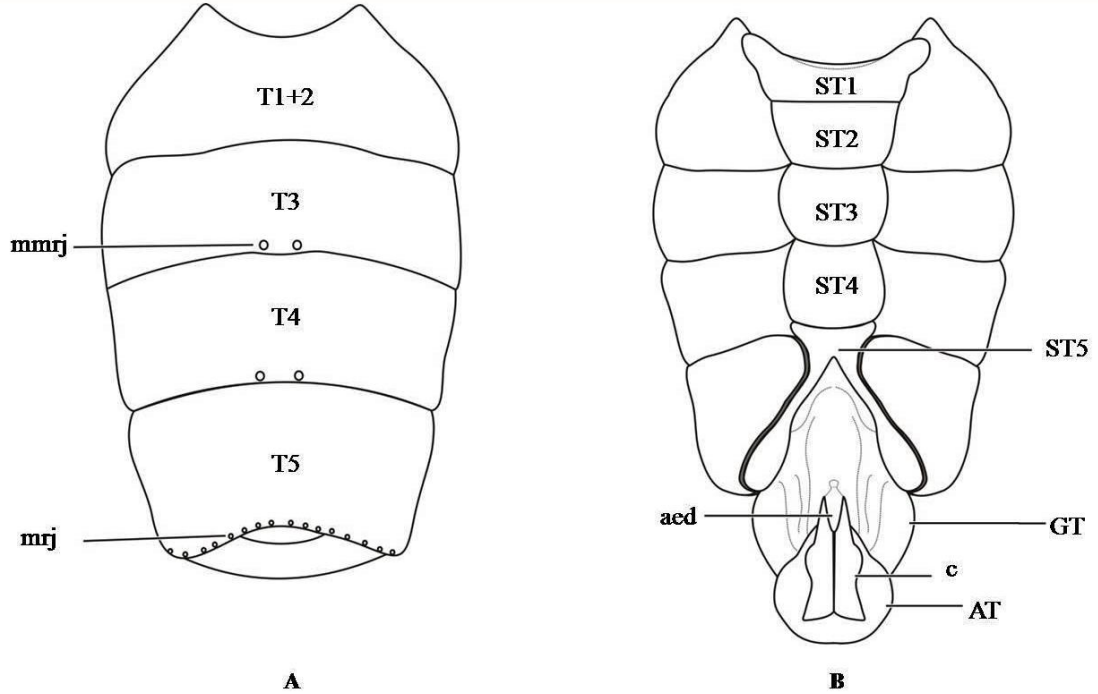
Şekil 1.1. *Sarcophagidae* familyasında başın önden (A) ve lateralden (B) görünüşü (Pape, 1987). (ant2) ikinci anten segmenti, (ant3) üçüncü anten segmenti, (ar) arista, (fr) front, (forb) fronto-orbital plaka, (fpl) frontal plaka, (frb) frontal setalar, (fvt) frontal vitta, (gn) gena, (gnbr) genal seta, (gngr) genal oluk, (iv) iç-vertikal setalar, (lab) labrum, (ln) lunula, (oc) ocellar kıl, (occ) occiput, (ov) dış-vertikal setalar, (pal) palpus, (pf) parafacial plaka, (pgn) postgena, (poc) postocular seta, (porb) proclinate orbital kıl, (prm) prementum, (rorb) eğik seta, (vtx) vertex.



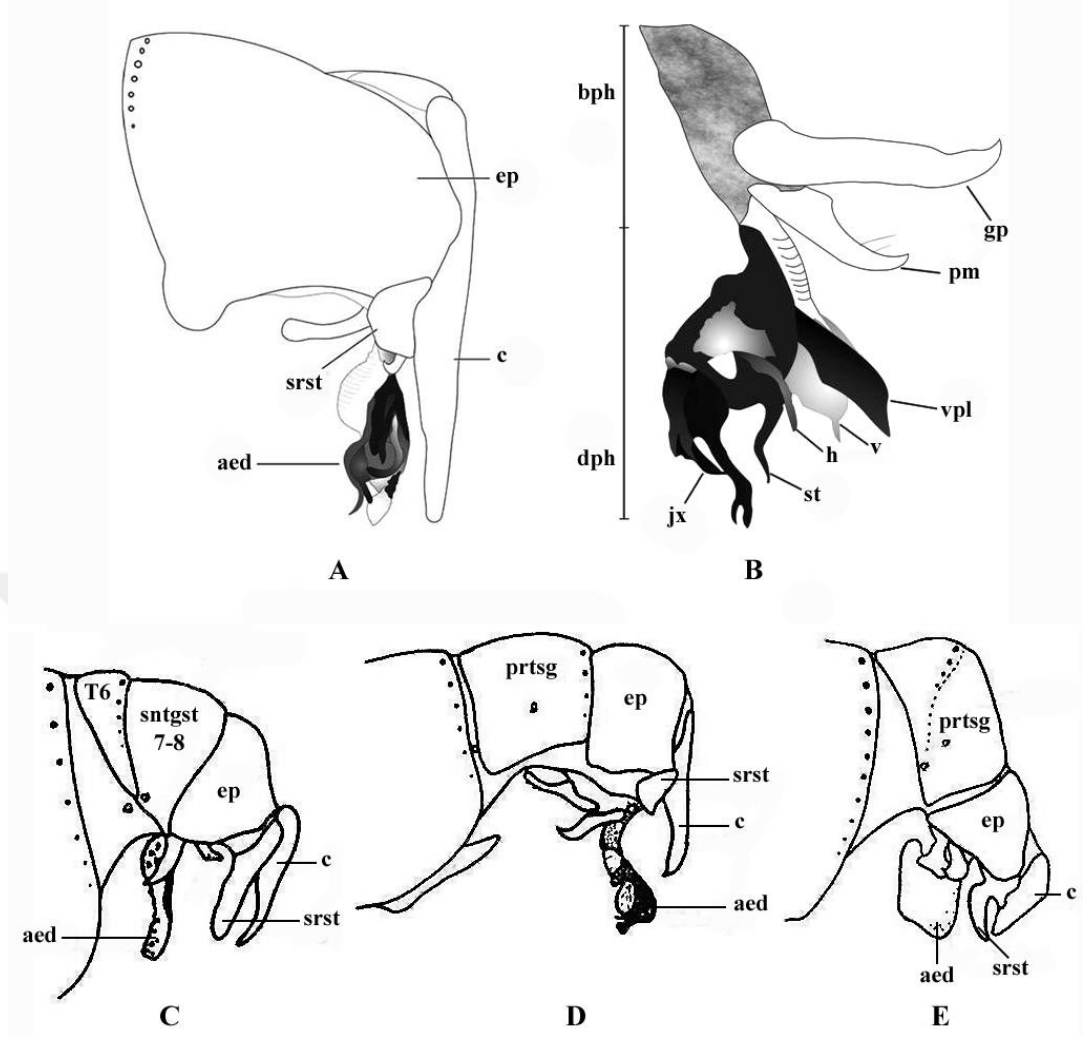
Şekil 1.2. *Sarcophagidae* familyasında toraksın üstten genel görünüşü ve kılların dağılımı (Pekbey, 2011). (hum) humeral, (inta) intraalar kıl, (nplb) notopleural kıl, (prst acr) prescutellar acrostichal kıl, (prst dc) prestural dorsocentral kıl, (pa) postalar kıl, (phum) prehumeral, (post dc) poststural dorsocentral kıl, (prsc acr) prescutellar acrostichal kıl, (sa) supraalar kıl, (scap) scutellarapikal kıl, (scd) scutellar diskal kıl, (scl) scutellar lateral kıl.



Şekil 1.3. *Sarcophagidae* familyasında kanadın genel görünüşü ile damar ve hücre yapılanması (Pekbey, 2011). (A_1+CuA_2) anal 1+kübito anal damar 2, (A_2) anal damar 2, (alu) alula, (bc) basicosta, (bm) bazal medial hücre, (bm-cu) bazalmedial-kübital çapraz damar, (C) costa, (Cal) calypter, (csp) costal spine, (CuA_{1-2}) kübito-anal damar 1-2, (cup) posteriör kübital hücre, (dm) diskal medial hücre, (dm-cu) diskal-medial çapraz damar, (M) media, (R_1) radial damar 1, (R_{2+3}) radial damarlar 2 ve 3, (R_{4+5}) radial damarlar 4 ve 5, (r_{4+5}) radius 4+5 hücresi, (r-m) radio-medial enine damar, (Sc) Subcosta.



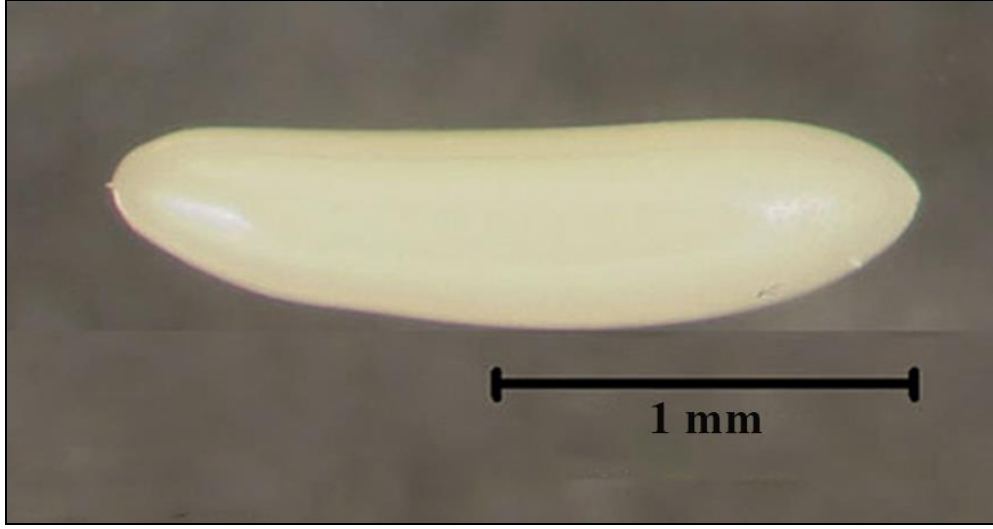
Şekil 1.4. *Sarcophagidae* familyasında abdomenin dorsalden (A) ve ventralden (B) görünüşü (Pekbey, 2011). (aed) aedeagus, (AT) anal tergite, (c) cerci, (GT) genital tergite, (mrj) marjinal setalar, (mmrj) median marjinal setalar, (T1+2) abdominal tergite 1+2, (T3-5) abdominal tergitler 3-5, (ST1-5) sternit 1-5.



Şekil 1.5. *Sarcophagidae* familyasında erkek genityasının yapısı. Lateralden görünüşü (A) ve aedegusun yapısı (B) (Pekbey, 2011); Miltogramminae (C), Sarcophaginae (D) ve Paramacronychiinae (E) (Pape, 1987). (aed) aedegus, (bph) basiphallus, (c) cerci, (dph) distiphallus, (ep) epandrium, (gp) gonopod, (h) harpes, (jx) juxta, (pm) paramer, (prtsg) protandrial segment, (sntgst 7-8) syntergosternit 7+8, (srst) surstyli, (st) styli, (v) vesica, (vpl) ventral plaka.

1.2.2. Yumurta

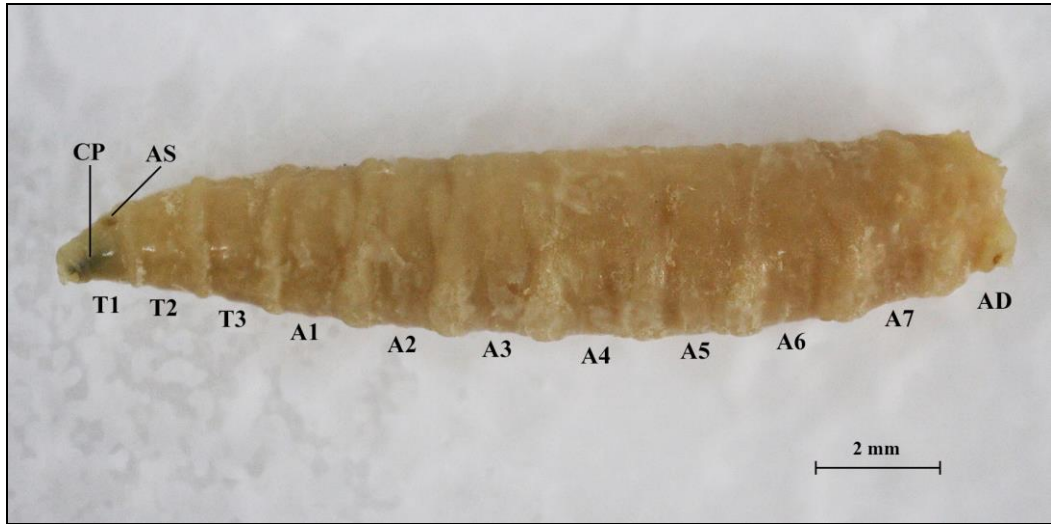
Sarcophagidae familyasında yumurtalar, dişinin yumurta kanalı içerisinde gelişerek besin üzerine birinci instar larva olarak bırakılırlar. Bununla birlikte, bazı durumlarda labortuvar koşullarında yetiştirilen dişilerin yumurta bırakabildikleri de bilinmektedir (Sukontason vd., 2005). Sarımsı veya beyaz renkli olan yumurtaların uzunluğu 0.6-3.5 mm; genişliği ise 0.1-0.8 mm kadar olabilmektedir (Görsel 1.2). Silindirik, eliptik ya da iğ şeklinde olan yumurtaların anterior bölgesi genellikle hafif kıvrık görünümündedir. Ağsı yapıda olan yumurta kabuğu düz bir görünüme sahiptir ve yumurtadan çıkış dikeşleri yoktur. Yumurta korionu oldukça basit olup ve anterodorsal plastronlar bulunmamaktadır (Pape, 1987, Povolny ve Verves, 1997).



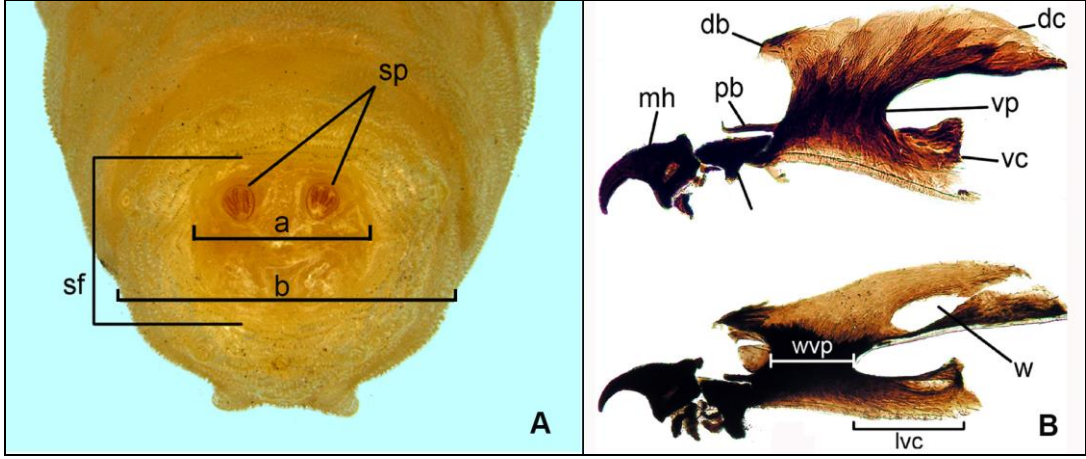
Görsel 1.2. *Sarcophaga crassipalpis* türüne ait yumurtalar (Lazaro A. Diaz, University of Florida).

1.2.3. Larva

Karakteristik olarak kurtçuk şeklinde ve “acephalic” tipte olan larvalar sarımsı beyaz renktedir (Görsel 1.3). Larvalar, arka spiraküllerin belirgin bir çöküntü içinde veya arka uçta yarıktan gizlenmiş olması ile karakterize edilirler (Görsel 1.4 A) (Shewell, 1987; Robinson, 2005). İndirgenmiş ve toraks içine gömülü durumda bulunan baş kapsülü, ağız parçaları ile birlikte “Cephalopharyngeal skeleton”u (baş iskeleti) oluşturur (Görsel 1.4 B).



Görsel 1.3. *Sarcophagidae* familyasına ait larvanın genel görünüşü ve kısımları. (A1-A7) Abdominal segmentler, (AD) Anal bölge, (AS) Anteriör spirakül, (CP) Cephalopharyngeal skeleton, (T1-T3) Toraks segmentleri.

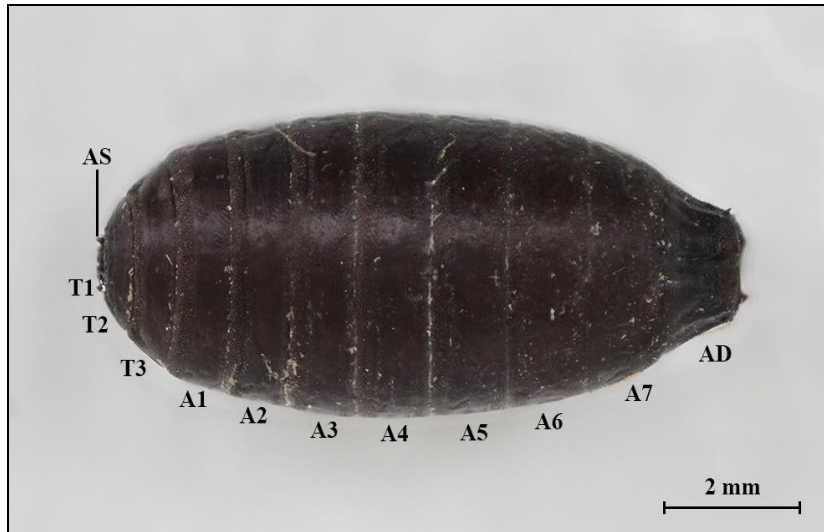


Görsel 1.4. *Sarcophagidae* larvalarında posterior spiraküller (A) ve cephalopharyngeal skeleton (B) (Szpila, Richet ve Pape, 2015). (a) spiraküler çukurun giriş genişliği, (b) anal bölgenin genişliği, (db) dorsal köprü, (dc) dorsal cornu, (lvc) ventral cornu uzunluğu, (mh) ağız kancası, (pb) parastomal çıkıntı, (sf) spiraküler alan, (sp) posterior spirakül, (vc) ventral cornu, (vp) vertikal plaka, (w) açıklık, (wvp) vertikal plaka genişliği.

1.2.4. Pupa

Sarcophagidae familyası türlerinde fiçı tipi pupa görülmektedir (Görsel 1.5). Pupalar kırmızımsı ya da koyu kahverengi renklidir. Posteriyör çukur daralmış olup kütikulanın büzüşmesi nedeniyle körelmiş bir açıklık şeklindedir. (Pape, 1987; 1998).

Gelişimini tamamlayan bireyler pupariumun yırtılması ile dışarı çıkarlar. Pupadan yeni çıkan ergin bireylerin kanatları tam olarak açılmamış durumda olup renklenmeleri belirgin değildir. Bu bireyler 8-24 saat içerisinde ergin görünümünü kazanırlar (Byrd ve Castner, 2010; Gennard, 2012).



Görsel 1.5. *Sarcophagidae* familyasına ait pupanın genel görünüşü. (A1-A7) Abdominal segmentler, (AD) Anal bölge, (AS) Anteriör spirakül, (T1-T3) Toraks segmentleri.

1.3. *Sarcophaga (Bercaea) africa* (Wiedemann, 1824)

İngilizce’de “Red-tailed flesh fly” olarak bilinen *S. africa*’nın Türkçe karşılığı “Kırmızı kuyruklu et sineği” olmakla birlikte, Özcan ve Çolak (2008) bu türü “Kırmızı kıçlı boz et sineği” olarak tanımlamışlardır.

Baş, gümüşümsü siyah renkli olup tozlu bir görünüme sahiptir. Tek bir sıra halindeki frontal setalar kısa, düz ve incedir. Gena gümüş-gri renkli olup kısa tüylüdür. Arista uzun tüylüdür. Palpi kırmızımsı kahverengi renklidir. Toraks tabanı açık gri renkli olup tozlu bir görünüme sahiptir. Basicosta sarı renklidir. Abdomen tabanı ise siyah, sarımsı-gri tozlu sudur. Epandrium kırmızı renklidir. Uzun olan aedeagusun dorsali düz, apikali ise kütür. Küçük olan surstyli kısa ve yuvarlaktır.

1.3.1. *S. africa* türünün sistematikteki yeri

S. africa türünün Verves (2003); Chakraborty, Saha ve Banerjee (2017); Verves vd. (2017) ve Verves, Barták ve Kubík (2018)’e göre sistematığı şu şekildedir:

Domain: Eucaryota

Regnum: Animalia Linnaeus, 1758

Subregnum: Eumetazoa Bütschli, 1910

Clade: Bilateria Haeckel, 1874

Infra regnum: Protostomia Grobben, 1908

Phylum: Arthropoda Latreille, 1829

Subphylum: Pancrustacea Zrzavý & Štys, 1997

Infraphylum: Altocrustacea Regier vd., 2010

Class: Hexapoda Blainville, 1816

Subclass: Insecta Linnaeus, 1758

Infra class: Pterygota Brauer, 1885

Order: Diptera (Linnaeus, 1758)

Suborder: Brachycera (Macquart, 1834)

Infraorder: Muscomorpha (Woodley, 1989)

Section: Schizophora (Becher, 1882)

Subsection: Calyptratae (Robineau-Desvoidy, 1830)

Superfamily: Oestroidea (Leach, 1815)

Family: Sarcophagidae Haliday, 1853

Subfamily: Sarcophaginae Schiner 1861

Tribe: Sarcophagini

Subtribe: Parasarcophagina

Genus: Sarcophaga Meigen, 1826

Subgenus: Bercaea Robineau-Desvoidy, 1863

Species: *Sarcophaga (Bercaea) africa* (Wiedemann, 1824)

Synonyms: *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallén, 1817)

Bercaea haemorrhoidalis Fallén, 1810

Sarcophaga cruentata Meigen, 1826

Bercaea cruentata (Meigen, 1826)

Musca haemorrhoidalis Meigen, 1826

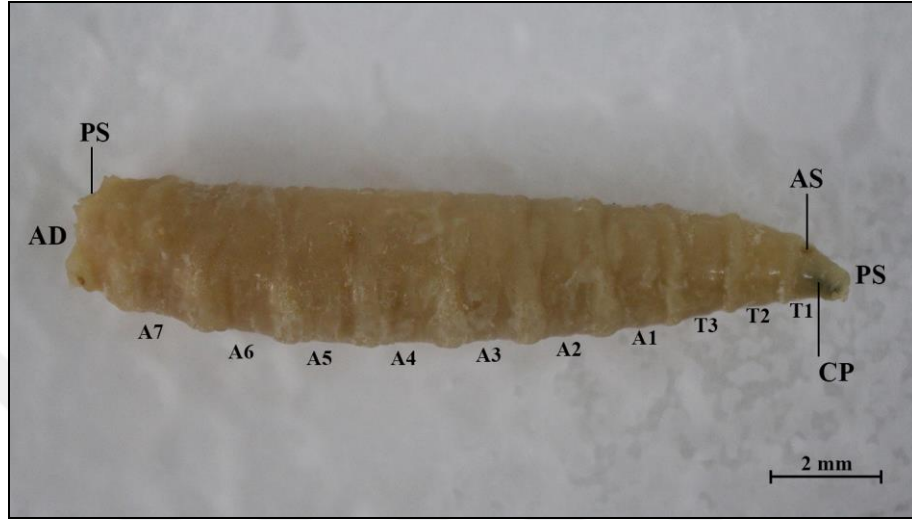
1.3.2. *S. africa* larvalarının karakteristik özellikleri

S. africa larvalarının çoğu dışkı ile beslenirken, et ve hayvansal ürünlerin çürütmesinde de bulunurlar (Alfred, 2011). Larvalar leş, dışkı, et ve benzer ortamlara bırakılır. Larval aşamaların süresi, iklim ve bölgeye göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Larvalar genellikle leşçil olsa da, yaralarda veya memelilerin sindirim kanallarında fakültatif parazit olabilirler. Larvalar hastalıklı olan vücut açıklıkları veya yaraları istila eder ve bazen de sağlıklı dokulara geçerler. Hareketli olan larvalar derin ve ciddi lezyonlara neden olurlar (James, 1947). Bununla birlikte, *S. africa*, insan ölümleri vakalarında cesetlerde görülme sıklığının yaygın olması nedeniyle adli entomoloji çalışmaları bakımından önemli türlerden birisidir (Byrd ve Butler, 1998; Özcan ve Çolak, 2008).

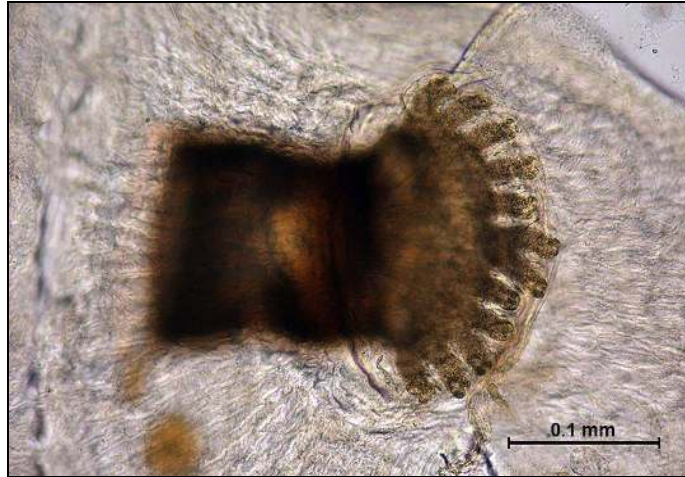
Bu türün larvalarına ait ayırt edici özellikler şunlardır: birinci toraks segmentinin segmentinde bantlar arasında kalan kısmı dikensiz ve tüberkülsüzdür; anal bölgenin arka bölümü ise dikenler ile kaplıdır; vücudu kaplayan dikenler sivri uçludur; cephaloskeletonun ventral cornu bölgesinin tepe kısmı basit olup bu kısımda sklerotize bir parça bulunmaz (Szpila, Richet ve Pape, 2015) (Görsel 1.6).

Beyaz-açık sarı renkli olan larvalar, solucan benzeri sivri uçlu bir baş yapısına sahiptir. Diğer sinek larvalarına oranla daha büyük olan bu türün larvaları pupa evresine ulaşan kadar yaklaşık 10-22 mm uzunluğa ulaşmaktadırlar (Baker, Apperson ve Arends, 1986). Larvaların tüm dönemlerinde cephaloskeleton iyi gelişmiş durumdadır. Ergin dişilerden yeni bırakılan birinci dönem larvalar yaklaşık olarak 3 mm uzunluğa sahiptir. İkinci dönem larvalar, 6 mm büyüklükte olup iyi kitinize olmuş olan cephaloskeletonun

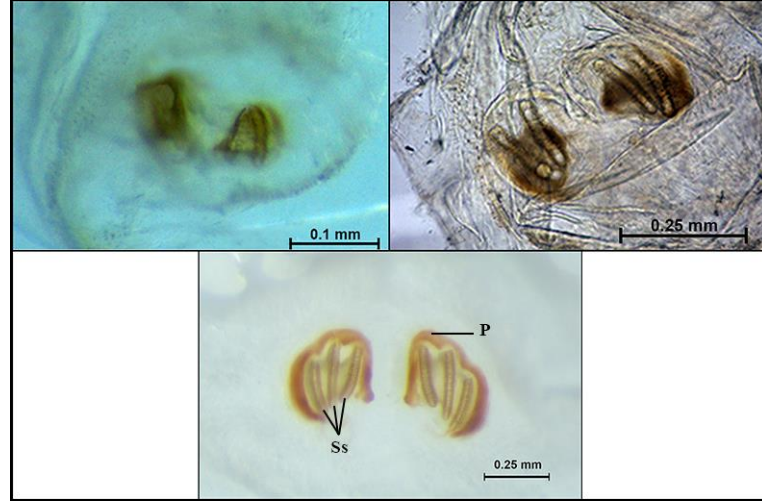
yapısı ve dikenlerin görünümü üçüncü dönem larvalarına benzemektedir. Anterior spiraküllerde 12 papilla (Görsel 1.7), posterior spiraküllerde iki yarık bulunmaktadır. Üçüncü dönem larvalarda dikenlenme daha yoğun görülmektedir. Bu döneme ait larvaların posterior spiraküllerinde üç yarık gözlenmektedir (Görsel 1.8) (Şaki ve Özer, 1999b).



Görsel 1.6. *S. africa* III. instar larvasının genel görünüşü. (A1-A7) Abdominal segmentler, (AD) Anal bölge, (AS) Anteriör spirakül, (CP) Cephalopharyngeal skeleton, (PS) Pseudocephalon, (T1-T3) Toraks segmentleri.



Görsel 1.7. *Sarcophagidae* larvasında anterior spirakül.



Görsel 1.8. *S. africa* larvasında dönemlere göre posterior spiraküller: a) 1. larval dönem, b) 2. larval dönem, c) 3. larval dönem. (P) Peritrem, (Ss) Spiraküler yarıklar.

1.3.3. *S. africa* erginlerinin karakteristik özellikleri

Erginlere ait karakteristik özelliklerin yazılmasında Pape (1987), Rohdendorf (1988) ve Pekbey (2011)'den yararlanılmıştır.

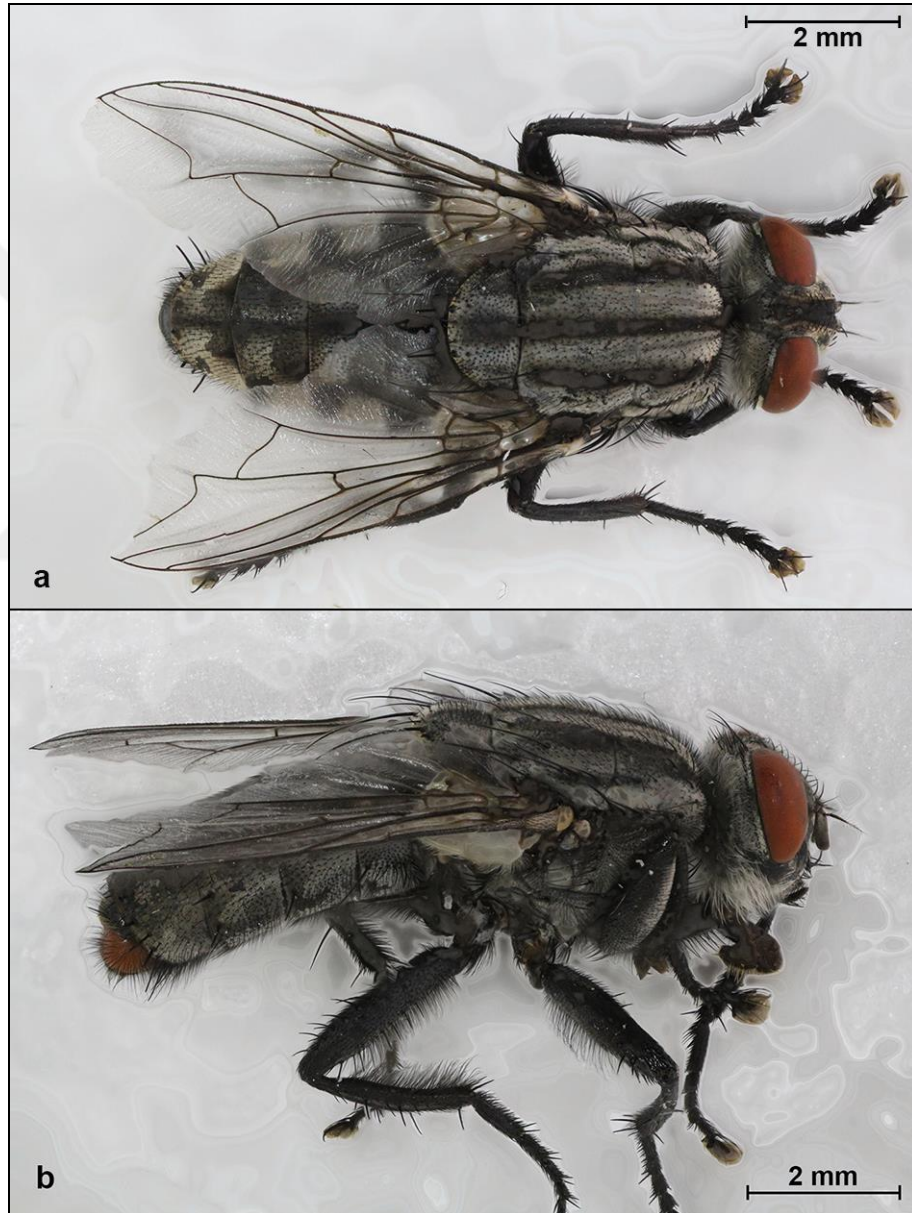
Sarcophagidlerde erkek ve dişi bireyler abdomenin son kısmına posteriörden bakılarak kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Abdomenin posteriörü erkeklerde dar ve uzun olup epandrium şişkin bir kapak şeklinde genityayı kapatmaktadır. Dişiler ise geniş ve yuvarlak bir abdomene sahiptir.

1.3.3.1. Erkek

Boyları yaklaşık olarak 7.2-8.5 mm olan ergin erkeklerde baş gümüşümsü siyah olup tozlu bir görünüme sahiptir (Görsel 1.9). Bu kısımda bir sıra olmak üzere kısa, düz ve ince frontal setalar bulunmaktadır. Siyahımsı gri olan fronto orbital plaka normal genişliktedir. Postoküler setalar uzun ve aralıklıdır. Arista tüyleri uzun olup aristanın bazal yarısını geçmektedir. Palpi ve hortum kırmızımsı kahverengi renktedir.

Toraksın taban kısmı açık gri ve tozlu bir görünüme sahiptir. Dorsal kısımda boyuna siyah bantlar oldukça belirgindir. Lateral bölgedeki bantlar metatoraksın sonuna kadar uzanırken; kahverengi bir iz şeklinde olan olan median bant scutellum sonuna kadar uzanmaktadır. Ventral kıllar ön ve arka femurda normal uzunluğa sahip olup iki sıra dorsal seta bulunmaktadır. İkinci bacakta femurda üç tane anterodorsal kıl; tibia da ise bir adet posteodorsal kıl bulunmaktadır.

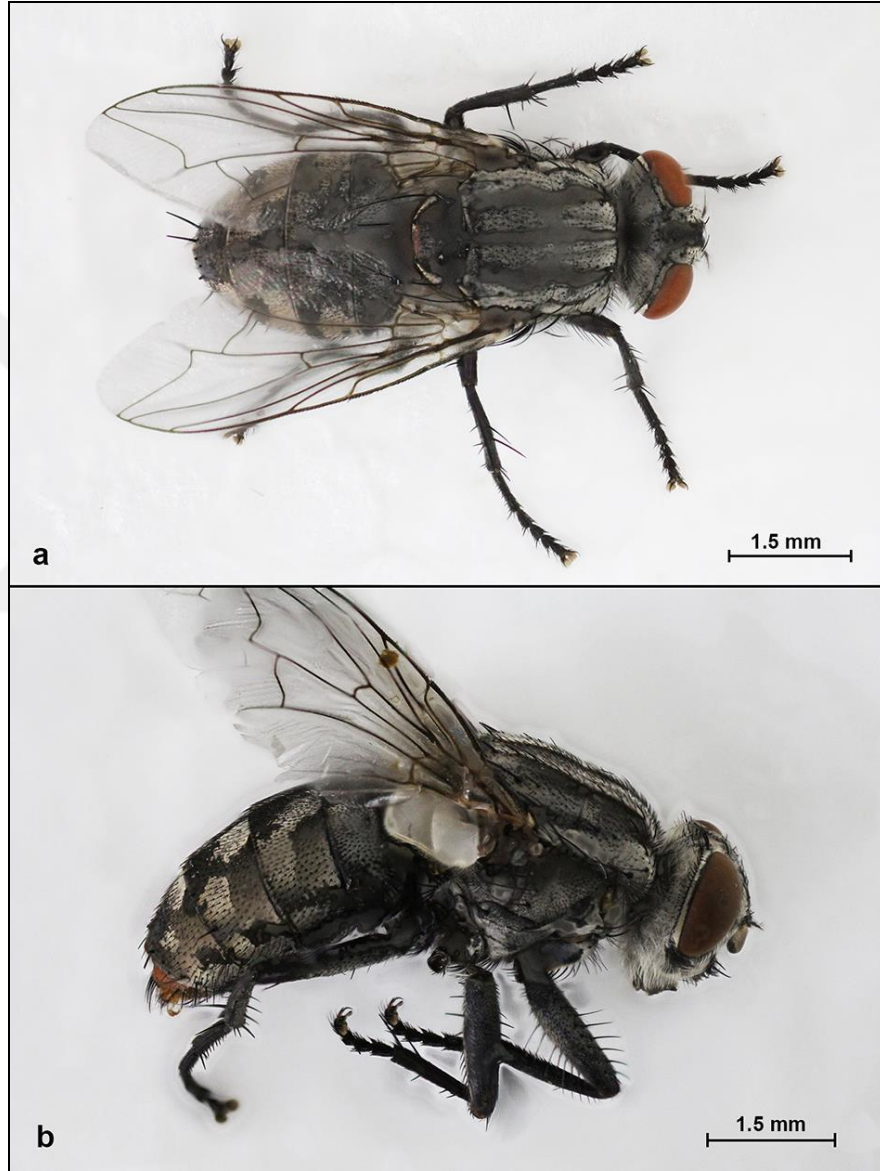
Abdomenin taban kısmı siyah-sarımsı gri renkte ve tozlu bir görünüme sahiptir. Dorsal kısmında ise dama tahtası görünümünde, ışığın geliş açısına göre renk değiştiren dağınık ve üçgen benzeri lekeler bulunmaktadır. Tergitlerde marjinal kıllar bulunur: 3. tergitte iki median, 5. tergitte uzun ve güçlümarjinal kıllar bulunurken; 4. tergitte marjinal kıllar belirsizdir. Epandrium kırmızı renklidir. Aedeagus oldukça uzun bir yapıda olup dorsal kısmı düz, apikal kısmı ise küt bir yapıya sahiptir.



Görsel 1.9. *S. africa* türü ergin erkek: a) Dorsal, b) Lateral

1.3.3.2. Dişi

Dişilerin boyları yaklaşık olarak 9-9.5 mm kadardır (Görsel 1.10). Tozlumsu bir görünüme sahip olan baş yeşilimsi gri renkte olup frontal setalar düz, kısa ve aralıklıdır. Postoküler setalar uzun olup alın bölgesi geniştir. Arista tüyleri uzun olup aristanın bazal yarısını geçmektedir. Palpi ve hortum koyu kahverengi renktedir.



Görsel 1.10. *S. africa* türü ergin dişi: a) Dorsal, b) Lateral.

Hafif tozlu bir görünüme sahip toraksın ventrali yeşilimsi gridir. Dorsalde kahverengi renkte olan üç boyuna bant erkeklerdekine benzer özellikler göstermektedir. Kısa ve az sayıda kıllara sahip olan bacaklar koyu gri renklidir. İkinci femurda 2 posteroventral kıl bulunur.

Abdomenin ventrali hafif tozlumsu görünümde olup yeşilimsi gri renktedir. Belirgin olan abdominal lekeler 3. tergitten itibaren orta kısımda üçgen, lateralde ise birleşmiş bant görünümünde olup kahverengi-siyah renklidir. Terminalya koyu turuncu renklidir. Beşinci tergite bir sıra güçlü marjinal kıla sahiptir. Altıncı tergitin ventral kısmı ve lateral kenarları oldukça tüylü bir yapıdadır. Genitalyanın ventralden görüntüsü üçgen şeklindedir.

1.4. Bor ve Borik Asit

1.4.1. Borun tarihçesi, kimyasal yapısı ve bileşikleri

Element formundaki bor (B), Fransız kimyacı Gay-Lussac ile Baron Louis Thenard tarafından 1808 yılında bulunmuştur. Bununla birlikte, İngiliz kimyacı Sir Humphry Davy'nin de bu araştırmacılardan bağımsız olarak aynı dönemde elementel boru keşfettiği belirtilmektedir (Woods, 1994). Borakstan borik asit (BA)'nın elde edilmesi 1702 yılında gerçekleşmiş olup boraksın kimyasal yapısı ilk kez 1732 yılında tanımlanmıştır (Moseman, 1994).

Atom numarası 5 olan ve (B) simgesi ile gösterilen Bor, periyodik cetvelde IIIA grubu elementleri içinde metal olmayan tek elementtir (Samman vd., 1998). Atom ağırlığı 10.81 ve ergime noktası 2190 ± 20 °C olan B'nin doğadaki formu kütle numaraları 10 ve 11 olan iki izotopun karışımından oluşmaktadır (Canbulat, 2004).

Özellikle oksijene karşı güçlü ilgisi olan B, oksijene kovalent bağlarla bağlanarak boratları ve diğer oksijenli bileşikler oluşturur. B elementine 4 oksijen atomu bağlanması ile borat anyonu ($B(OH)_4^-$), 3 oksijen atomu bağlanması ile de orto borik asit (borik asit) ($B(OH)_3$) meydana gelmektedir. (Devirian ve Volpe, 2003).

B, iki veya daha fazla hidroksil grup içeren çeşitli bileşiklerle kompleks oluşturma kabiliyetine sahip olduğundan, biyolojik öneme sahip bileşikler ile reaksiyona girebilmektedir (Samman vd., 1998).

B, saf element formundan çok BA, boraks, bor triklorür formunda değişen yoğunluklarda olmak üzere kayalarda, sularda ve toprakta yaygın olarak bulunmaktadır (Heindel vd., 1992; Naghii ve Saman, 1993; Dieter, 1994; Woods, 1994). Yüksek konsantrasyonlu ve ekonomik boyuta sahip bor yatakları, borun oksijenle bağlanmış bileşikler olarak daha çok volkanik ve hidrotermal aktivite geçmişi olan kurak bölgelerde bulunmaktadır (Woods, 1994).

1.4.2. Borik asitin kullanım alanları

Genel olarak B elementinin türevleri kimya, ilaç, tarım, tekstil, sağlık, temizlik, otomotiv, seramik, cam, akaryakıt, nükleer enerji, havacılık sektörlerini içeren 250'den fazla alanda yaygın şekilde kullanılmaktadır (Treinen ve Chapin, 1991; Heindel vd., 1992; Ishii vd., 1993; Mastromatteo ve Sullivan, 1994; Wegman vd., 1994; Woods, 1994; Palmer, Helvacı ve Fallick, 2004; Ersoy ve Helvacı, 2007).

Bir B türevi olan BA ise tıp ve sağlık sektöründe başta olmak üzere birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. BA antiseptikler, irrigant solüsyonlar, topikal dezenfektanlar, göz yıkama solüsyonları, dermatolojik ürünler, fungisidler ve bebek pudrası gibi tıbbi ürünlerin içeriğinde olmakla birlikte insektisit ve pestisit gibi halk sağlığı açısından önemli endüstriyel ürünlerin içeriğinde de bulunmaktadır. (Goldbloom ve Goldbloom, 1953; Lum ve Meers, 1989; Fail vd., 1991; Treinen ve Chapin, 1991; Heindel vd., 1992; İshii vd., 1993; Mastromatteo ve Sullivan, 1994; Wegman vd., 1994; Woods, 1994).

1.4.3. Borik asitin canlılar üzerindeki etkileri

Yapısında bulunan B-O bağının yıkımı için gereken yüksek enerji nedeniyle BA hayvanlar ve insanlarda metabolize edilememektedir. BA'nın atılım kinetikleri insanlar ve kemirgenlerde benzer şekildedir ve değişikliğe uğramaksızın idrar yoluyla atılmaktadır. Oral yolla veya intravenöz uygulama ile BA verilen insan deneklerde atılım yarı ömrü uygulama yoluna bağlı olarak değişiklik göstermemektedir (yaklaşık 21 saat). Sıçanlardaki atılımı ise ağız yolu ile alındığında yaklaşık 14-19 saat olarak rapor edilmiştir (Murray, 1998).

Stokinger (1981), BA'nın insanlar için öldürücü dozunu maruz kalma şekline göre ağız yolu ile 0.64 g/kg, deri yolu ile 8.6 g/kg ve damar yolu ile maruz kalma durumunda 0.029 g/kg olarak bildirmiştir. Pfeiffer, Hallman ve Gersh (1945), 0.2-2 g/kg BA uyguladıkları köpeklerde şok benzeri sendromların gözlendiğini bildirmişlerdir. Tavşanlar üzerinde yapılan bir çalışmada 800 mg/kg BA verilen bireylerde diare ve kilo kaybı gözlenmiş, 850 ve 1000 mg/kg BA verilen bireylerde ise ölümler meydana geldiği rapor edilmiştir (Draize ve Kelley, 1959). Gren ve Weeth (1977) BA'nın sığırlar üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Buna göre içme suyuna 150 ve 300 mg/L BA ilave edilen bu hayvanlarda benzer şekilde iştah kaybı ve diare gibi belirtiler gözlenmiştir. Diyet yoluyla farklı konsantrasyonlarda BA verilen ratlarda yüksek dozlarda değişen oranlarda kilo kaybı

meydana geldiği ve böbrek, karaciğer, beyin ve dalak gibi organların ağırlıklarının azaldığı tespit edilmiştir (Lee, Sherins ve Dixon, 1978; Weir ve Fisher, 1972). Yetişkin farelerde yapılan bir çalışmada 79 ve 175 mg bor/kg BA verilen grupların vücut ağırlıklarının azaldığı tespit edilmiştir (Heindel vd., 1992). Tavşanlarda yapılan benzer bir çalışmada ise gavaj yoluyla bireylere 43.7 mg bor/kg BA verilmiştir. Çalışmanın sonucunda bireylerde gelişimin normal sürdürülemediği, anormal fetüslerin ve fetal ölümlerin ortaya çıktığı bildirilmiştir (Price vd., 1996).

Farklı deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalarda B bileşiklerinin göz bölgesinde iltihaplanma ve kaşıntılara neden olduğu, deriyi tahriş ettiği ve dermatolojik problemlere yol açtığı bildirilmiştir (Wilding vd., 1959; Roudabush vd., 1965; Weir ve Fisher, 1972).

Diğer çalışmalarda, B bileşiklerinin ürogenital sistem üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu fare, sıçan ve köpeklerin besin veya içme sularına ilave edilen bor bileşiklerinin bu hayvanların testislerinde lezyonlara neden olduğu gözlenmiştir (Truhaut, Phu-Lich ve Loisillier, 1964; Weir ve Fisher, 1972; Gren, Lott ve Weeth, 1973; Lee, Sherins ve Dixon, 1978; Ku, Shih ve Chapin, 1993). Sıçanlara ağız yoluyla 350 mg/kg BA verilerek gerçekleştirilen bir çalışmada sperm morfolojisinin bozulduğu ve sperm salınımının önlendiği rapor edilmiştir (Linder, Strader ve Rehnberg, 1990). Treinen ve Chapin (1991) tarafından yapılan benzer bir çalışmada ise 28 gün boyunca 60 mg/kg BA içeren diyet ile beslenen sıçanların seminifer tübüllerinde hasarlar gözlenmiştir. Sıçanlar üzerinde 63 gün sürdürülen bir çalışmada besin yoluyla 26 mg/kg BA verilen hayvanlarda testislerin küçüldüğü (testiküler atrofi) ve sperm salınımının inhibe edildiği bildirilmiştir (Ku vd., 1993). Dixon, Sherins ve Lee (1979) tarafından yapılan çalışmada sıçanlara diyet yoluyla 50 ve 100 mg/kg BA verilmiştir. Çalışmanın sonucunda BA'nın bu hayvanlarda karaciğer ve testis ağırlıkları ile seminifer tübüllerinin çaplarında azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Köpekler üzerinde yapılan bir çalışmada ise hayvanlara 90 gün boyunca günlük olarak diyet yoluyla verilen 44 mg/kg BA'nın hayvanlarda tiroit ve testis ağırlıklarında azalmaya ve testis küçülmesine neden olduğu kaydedilmiştir (Weir ve Fisher, 1972). Fail vd. (1989) tarafından gerçekleştirilen çalışmada dişi ve erkek farelere 27 hafta boyunca borik asit verilmiştir. Çalışmanın sonucunda 4500 mg/kg BA verilen grupta fertilitenin (verimlilik) azaldığı; 9000 mg/kg BA verilen grupta ise fertilitenin tamamen kaybolduğu kaydedilmiştir. İçme sularına 175 mg/kg BA ilave edilen ve 15 gün sürdürülen bir çalışmada sıçanların seminifer tübüllerinin çaplarında azalmalar tespit

edilmiştir (Silaev vd.,1977). Ku vd. (1993), sıçanlara besin yoluyla BA uyguladıkları çalışmada dokuz hafta sonunda sperm üretiminin inhibe olduğunu, serum ve testislerde bor miktarının arttığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte uygulamadan 16 hafta sonra bu durumların ortadan kalktığı ve hayvanların normale döndüğü saptanmıştır.

BA'in çeşitli böcek türlerinin larva ve erginlerinin gelişimleri ile sterilitesi üzerindeki etkileri rapor edilmiştir. Mekanizması tam olarak aydınlatılamamış olmakla birlikte çeşitli çalışmalarda BA'nın toksik etkileri başta sindirim sistemi hasarı olmak üzere nörotoksik etkisi ve kütikula tabakasında oluşturduğu hasar ile ilişkilendirilmiştir. (Ebeling vd., 1975; Cochran, 1995; Habes vd., 2006). Buna bağlı olarak BA'nın zararlı böcek türleri ile mücadelede kullanımı ve toksik etki mekanizmasının detaylarının belirlenmesine yönelik çalışmalar önemli bir araştırma konusu olarak güncelliğini korumaktadır.

1.4.4. Borik asitin zararlı böcek türleri ile mücadeledeki kullanımı ve önemi

Başta hamam böceği gibi insan ve hayvan sağlığını tehdit eden böcekler ile mücadelede uzun yıllardan beri BA kullanıldığı bilinmektedir (Lang ve Treece, 1972; Ebeling, 1995). Cochran (1995), BA'nın ön ve orta bağırsağa zarar vererek besin alınımasını ve sindirimini engellemesi nedeniyle böceklerde ölüme neden olduğunu belirtmiştir. Böceklerdeki etki mekanizması tam olarak bilinmeyen B mineralinin, sindirim mekanizmasını bozmak suretiyle böceklerin yaşama ve gelişimi için gerekli olan besin ihtiyacını karşılayamamaları nedeniyle öldükleri bilinmektedir (Williams ve Atalla, 1981). Birçok araştırmacı, BA'nın kısırlaştırıcı etkisi nedeniyle böceklerin çoğalmalarını önlemesini borik asit'in zararlı böceklerle mücadelede kullanımının önemli bir nedeni olarak belirtmiştir (Borkovec vd., 1969; Settepani, Crystal ve Borkovec, 1969; Zhou ve Le Patourel 1990). Xue ve Barnard (2003)'ün laboratuvar koşullarında gerçekleştirdiği çalışmada, %1'lik BA çözeltisi ile %10'luk sükröz çözeltisi karışımının bir sivrisinek türü olan *Aedes albopictus* populasyonunu %98 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

BA ve diğer bazı B bileşiklerinin zararlı böcek türleri ile mücadelede kullanımına yönelik daha önceki çalışmalarda, meyve sinekleri ve termitlerin B bileşikleri içeren yem ve aerosol kullanımı ile kontrol altına alınabileceğini belirtmiştir (Butterwick, De Oude ve Raymond, 1989). Zararlı böceklerle mücadelede BA'nın insektisit ve böcek uzaklaştırıcı olarak kullanılmasına Amerika'da uzun yıllardır izin verilmiş ve tescillenmiştir. Amerika'da ve Avrupa ülkelerinde bor türevlerini içeren insektisitlerin çoğu

sulandırılabilen ve çözünebilen toz şeklinde ya da mikrokapsül halinde kullanıma hazır olarak temin edilebilmektedir (Zurek vd., 2003).

Ostrovskij (1955), BA'nın bal arılarında toksik etkiye neden olan dozunu 50 mg/L olarak rapor etmiştir. Bir başka çalışmada *Apis mellifera* (bal arısı) için rapor edilen VE bağırsakta gözlenebilen toksik etki değeri 750 mg/100g besiyeri olarak belirtilmiştir (Cruz vd., 2010). Bu dozlar BA'in insektisit olarak kullanıldığı yukarıda belirtilen çeşitli çalışmalarda uygulanan dozların altında kalmaktadır. Bu nedenle BA doğadaki faydalı türler üzerinde düşük düzeyde toksik etkiye, zararlı kabul edilen türlerle mücadelede ise önemli kullanım potansiyeline sahip bir bileşik olarak ön plana çıkmaktadır.

Zararlı böceklerle mücadelede, son yıllarda sıklıkla kullanılan organofosfatlar, karbamatlar ve piretroidler gibi insektisitler genel olarak iyi sonuçlar vermesine rağmen, kimyasal kökenli bu insektisitler hedef organizma dışındaki diğer canlılar için de zararlı olup ekolojik dengeyi olumsuz etkilemektedir (Ishaaya ve Horowitz, 1998). Bununla birlikte birçok böcek türü bu insektisitlere karşı oldukça hızlı bir şekilde direnç göstermektedir (Georghiou ve Lagunes-Tejeda, 1991). Hedef organizma dışındaki diğer canlıların da zarar görmesi, hedef organizmaların direnç kazanması ve çevreye olumsuz etkilerinden dolayı bu insektisitlerin yerine biyopestisitler ve böceklerin büyümesini kontrol alan düzenleyiciler gibi risk oranı ve zararı daha az olan mücadele yöntemleri tercih edilmeye başlanmıştır (Horowitz ve Ishaaya, 2004; Dhadialla, Retnakaran ve Smagghe, 2005). Bu amaçla, son zamanlarda BA gibi bileşikler önem kazanmış ve bununla ilgili çalışmalara ağırlık verilmeye başlanmıştır (Gore ve Schal, 2004; Gore vd., 2004).

Daha önce belirtildiği gibi, BA'nın böcekler üzerindeki etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Ancak bununla ilgili olarak bazı görüşler ileri sürülmüştür. Ebeling vd. (1975)'e göre BA böceğin kütikula tabakasını aşındırarak su kaybetmesine ve ölmesine neden olmaktadır. Cochran (1995); borik asit'in, böceğin ön ve orta bağırsak hücrelerinin yapısını bozarak besinlerin alınmasını ve sindirilmesini engellediğini ve ölüme neden olduğunu belirtmiştir. Habes vd. (2006)'nin Alman hamam böceği ile yaptıkları çalışmaya göre ise, besin ile alınan BA zehirlenme belirtileri ile açıklanan nörotoksik bir etki göstererek ölüme neden olmaktadır.

BA'nın böcekler üzerinde kısırlaştırıcı etki yaparak çoğalmalarını önlemesi de zararlılarla mücadeleye uygun olmasının bir diğer nedenidir (Zhou ve Le Patourel, 1990). Zararlılar ile mücadele kapsamında yapılan çalışmalarda besinlere ilave edilen bor türevi bileşiklerin böceklerde yumurta üretimini ve açılımını azalttığı, larva ve pupa evrelerinde

ölüm oranını arttırdığı ve gelişimi geciktirdiği rapor edilmiştir (Zurek vd., 2003; Xue ve Barnard, 2003; Gore ve Schal, 2004; Gore vd., 2004; Hyrls, Büyükgüzel ve Büyükgüzel, 2007).

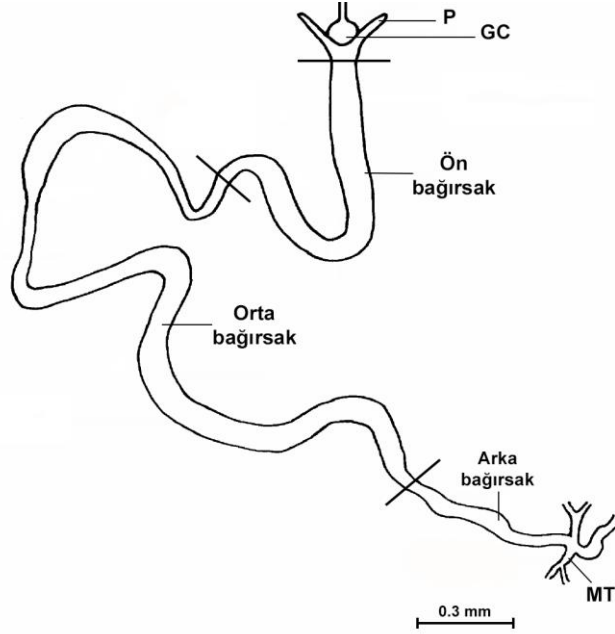
Gerek insan sağlığı gerekse tarım ve hayvancılık alanlarında tıbbi açıdan tehlikeli olan ve ekonomik açıdan büyük kayıplara yol açan zararlılar ile mücadelede birçok araştırma yapılmış ve çeşitli yöntemler uygulanmıştır. Ancak kullanılan kimyasallar ve etkileri, zararlıların biyolojik özellikleri gibi konularda yapılan yeni çalışmalar zararlılarla mücadelede daha etkin, hedef organizma odaklı ve toksik olmayan yöntemlerin kullanılmasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda uzun yıllardan beri toksisitesi düşük, uçucu olmayan inorganik bileşikler alternatif olarak kullanılmakta ve bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Bu bileşiklerden biri olan BA ve türevleri bu alanda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmakta ve araştırılmaktadır. Bu kapsamda dünyanın en büyük Bor rezervlerinin ülkemizde bulunması, BA'nın böcek türleri üzerindeki sterilant (kısırlaştırıcı) etkisi, larva ve ergin böceklerin gelişim parametreleri ve sindirim sistemi üzerindeki toksik mekanizmaları ile ilgili yeterli ve kapsamlı çalışmalar bulunmaması çalışmamızda BA kullanılmasının en önemli nedenlerini oluşturmaktadır.

1.5. Sarcophagidae Familyasında Sindirim Sisteminin Genel Histolojik Yapısı ve Patolojisi

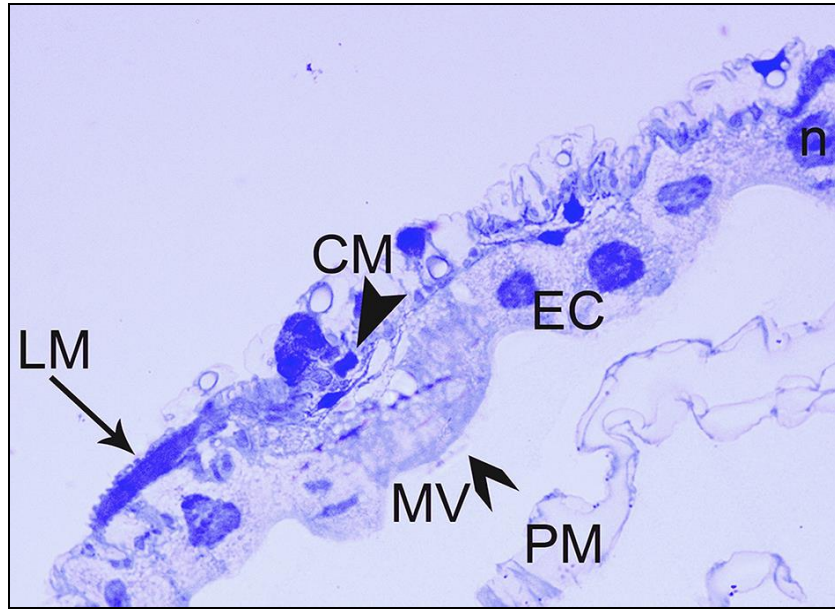
Sarcophaga cinsinde sindirim kanalı, diğer böceklerde olduğu gibi, ağızdan anüse uzanan kıvrılmış bir tüp şeklindedir. Vücut uzunluğunun yaklaşık üç katı uzunluğa sahip olan sindirim kanalı ön, orta ve arka bağırsak olmak üzere üç ana bölgeye ayrılmaktadır (Şekil 1.6). Sindirim kanalının uzunluğunun yaklaşık %90'ını oluşturan orta bağırsak, yiyeceklerin sindirimi ve emiliminin gerçekleştiği bölgedir (Fishman, Primor ve Zlotkin, 1983; Mohamed, Mohamed ve Abdel-Salam, 2015).

Farklı hücre tiplerine sahip olan orta bağırsak büyük epitel hücrelerden meydana gelmektedir ve bitişik hücreler arasında kriptalar bulunmaktadır (Görsel 1.11). Hücreler genellikle oval, silindirik ya da kubbe şekillidir. Mikrovilluslar dallanmış bir yapı göstermektedir. Apikal kısımda çok sayıda küçük lipit küresi ve salgı vezikülleri bulunmaktadır. Epitel hücre tabakasına iki katmanlı bir bazal membran, iki ince kas tabakası ve trakeol içeren bir bazal kompleks bitişik olarak uzanmaktadır. Yoğun bir şekilde granül içeren sitoplazma süngerimsi bir yapıya sahiptir. Küresel bir yapıya sahip olan çekirdeğin kenarları düzenli olup merkezde konumlanmıştır (Radford ve Misch, 1971;

Naponitaya ve Misch, 1974; Mohamed, Mohamed ve Abdel-Salam, 2015). Bağırsak lümeni, hücresel olmayan peritrofik zar ile iki bölmeye ayrılmaktadır (Khedre, 2002).



Şekil 1.6. *Sarcophagidae* familyasında bağırsağın genel yapısı ve kısımları (Mohamed, Mohamed ve Abdel-Salam, 2015). (GC) gastrik caeca, (MT) malpigi tüpleri, (P) proventrikül.



Görsel 1.11. *Sarcophagidae* familyası larvalarında orta bağırsağın histolojik yapısı. (CM) Halkasal kaslar, (EC) Epitel hücreleri, (LM) Boyuna kaslar, (MV) Mikrovilluslar, (PM) Peritrofik membran.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın tamamı Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Deneyde kullanılan sinekler Vivaryum laboratuvarında kültüre alınmış, histolojik çalışmalar ise DNA laboratuvarında yapılmıştır.

Deneylerde %99.5 saflığa sahip SIGMA (Cas No: 10043-35-3) Borik asit kullanılmıştır. Tezde yer alan atıfsız görsellerin tamamı Caner AYDINLI'ya ait olup çalışma alanı, tuzak ve kafes gibi görseller Fujifilm FinePix AV100; larva, pupa, ergin gibi görseller Leica MZ 7.5 Stereo mikroskoba bağlı Leica DFC-320 görüntüleme sistemi ve preparat görüntüleri Olympus BX51 ışık mikroskobuna bağlı Olympus C-7070 dijital kamera sistemi ile çekilmiştir.

2.1. *S. africa* Türünün Yakalanması

Çalışmada kullanılan *S. africa* türüne ait bireyler, Aslan ve Çalışkan (2009)'ın çalışması referans alınarak Osmangazi Üniversitesi, Meşelik Yerleşkesi çevresindeki ormanlık alanda yapılan arazi çalışmalarında toplanmış ve kültüre alınmıştır (Görsel 2.1).

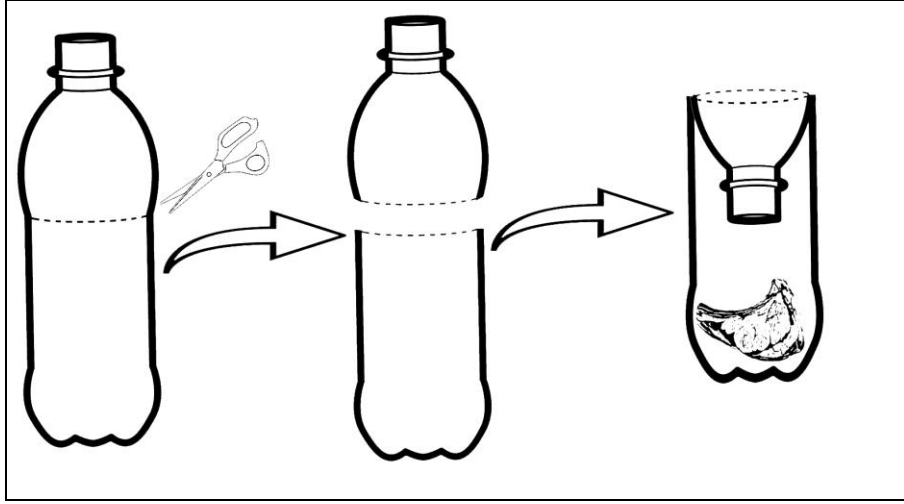
Meşelik ağaçlandırma alanı içerisinde bulunan ve deniz seviyesinden yüksekliği 825 m olan örnekleme alanı 39° 44' N 30° 28' E koordinatları arasında yer almaktadır. Karaçam (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) ağaçlarının yoğun olduğu çalışma alanında; *Quercus* spp. (meşe), *Juniperus oxycedrus* (ardıç), *Asphodeline damascena* ve *Acantholimon acerosum* gibi çalı formlarına sıkça rastlanmaktadır. Alanda yaygın bir şekilde *Carex* spp., *Haplophylum thesiodes*, *Inula oculus-christi*, *Convolvulus* spp., *Helianthemum* spp., *Centaurea* spp. ve *Silene* spp. gibi otsu formlar bulunmaktadır (Ayaşlıgil, 1997).

Çalışma alanının bulunduğu Eskişehir ilinin yıllık ortalama yağış miktarı 366 mm'dir. Yıllık nispi nem oranları % 55 ile % 82 arasında değişen bölgede yıllık ortalama sıcaklık ise 10.9 °C'dir (Destire, 2010; http-1).



Görsel 2.1. Arazi çalışmasının yapıldığı alan.

Sarcophagidae familyasına ait türlerin yakalanması için, 500 ml'lik pet şişelerden tuzaklar hazırlanmıştır (Şekil 2.1) (Rafinejad vd., 2014). Şişelerin yaklaşık 10 cm'lik üst kısmı kesilmiş, kesilen parça kalan alt kısmın üstüne ters çevrilerek yerleştirilmiştir (Görsel 2.2). İçine 50'şer g tavuk ciğeri parçaları konmuş tuzaklar, gün boyu güneşli olan alan ve kısmen gölgelik alan gibi farklı ortamlara bırakılmıştır (Mulieri vd., 2011). Tuzak içine giren familyaya ait dişi sinekler zarar verilmeden ayrı kafeslere alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Yakalanan sineklerden istenilen türün elde edilmesi için, dişi bireylerin abdomenine hafifçe baskı yapılarak larvaların dış ortama çıkması sağlanmıştır (Bänziger ve Pape, 2004). Her bir bireyden elde edilen larvalar beslenmeleri için içerisine ciğer konulmuş petrilere alınmıştır. Farklı bireylerden alınan larvaların birbirine karışmasını önlemek amacıyla her petri ayrı kafeslere konularak larvalardan ergin bireyler elde edilmiştir. Pupadan çıkan ergin erkek bireylerden alınarak tür teşhisleri yapılmıştır. Çalışmada kullanılan türün tespit edilmesi ile *S. africa* türüne ait kafesteki bireyler kültüre alınmış, diğer türlere ait bireyler ise toplandıkları bölgeye bırakılmışlardır.



Şekil 2.1. Ergin sineklerin yakalanmasında kullanılan tuzağın hazırlanması.



Görsel 2.2. Ergin sineklerin yakalanmasında kullanılan tuzak.

2.2. *S. africa* Türünün Teşhisi

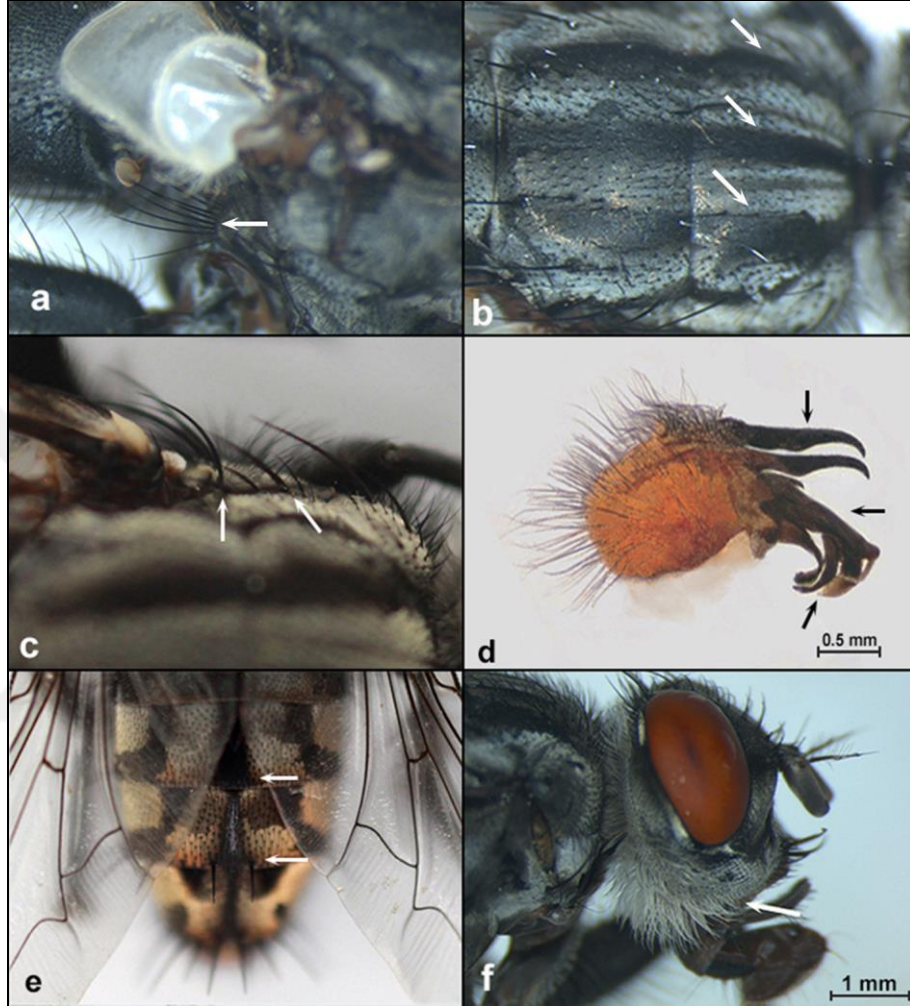
S. africa türünün teşhisinde erkek bireylerin genitelyaları çıkarılarak Rohdendorf (1937); Pape (1987); Povolný ve Verves (1997); Vairo, Mello-Patiu ve Carvalho (2011)'den yararlanılmıştır. Ayrıca üçüncü instar larvalar da Szpila, Richet ve Pape (2015)'den yararlanılarak türün teşhisinde kullanılmıştır.

2.2.1. Ergin erkek bireylere ait tür tanı anahtarı

S. africa türü erkek bireyleri için kullanılan teşhis anahtarı Pape (1987), Pekbey (2011) ile Vairo, Mello-Patiu ve Carvalho (2011)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

1. Hypopleuron'da bir sıra halinde seta bulunmaz; nadiren dağınık halde hafif setula bulunur..... 2
 - Hypopleuron'da bir sıra halinde seta bulunur (Görsel 2.3 a)..... 3
2. Subkostal damar ile kostal damar kanatta birbirine neredeyse düz açı ile ulaşır..... (Familya: Muscidae)
3. Abdomen ve toraks (genellikle) parlayan metalik mavi, yeşil veya bronz renkli; bazen mesonotumda üç koyu renkli şerit ile notopleurada genellikle iki setae bulunur (Familya: Calliphoridae)
 - Abdomen ve toraks donuk gri veya kahverengi; Mesonotumda gri zemin üzerinde göze çarpan üç koyu renkli şerit bulunur(Görsel 2.3 b); Notopleurada genellikle iki güçlü setae ve iki küçük setae bulunur (Familya: Sarcophagidae) 4
4. Arka coxa posterörde kıllarla kaplı; notopleuron 2 primer, 2 subprimer kıla sahip (Görsel 2.3 c); abdominal ST3 ve ST4 belirgin ve tergal kenarlar tarafından kısmen örtülür 5
5. Cerci belirgin biçimde dorsal bir kıvrıma sahip..... (Cins: *Blaesoxipha*)
 - Cerci hemen hemen düz bir yapıya sahiptir (Görsel 2.3 d) (Cins: *Sarcophaga*) 6
6. Toraksta ya 3 adet post-dorsocentral kıl bulunur ya da kıllar belirsizdir (Görsel 2.3 e); harpes geniş olup ucu sivridir ve membranımsı yapıda değildir 7
 - Toraksta 4 adet post-dorsocentral kıl bulunur..... (Altcins: *Liosarcophaga*)
7. T3 ve T4'te ya median marjinal kıllar yok ya da yalnızca T3'te var (Görsel 2.3 e) (Altcins: *Bercaea*) 8
 - En çok 2 prestural dorsocentral ve 4 post dorsocentral kıla sahip (Görsel 2.3 b) (Altcins: *Sarcophaga*) 9
8. Aedeagus dorsali düz; styli uzun ve ince; ön tarafa doğru konumlanmış olan phallus oldukça belirgin bir juxtaya sahip ve distiphallustan açık bir şekilde ayrı; vesica içbükey yapıda (Görsel 2.3 d), gena gümüşümsü-gri kıllarla kaplı (Görsel 2.3 f) *africa* (Wiedemann, 1824)
9. ST6 dorsal bir kavise sahip, kısa ve dörtgenimsi şekilde; stylinin taban kısmı dar apikali geniş ve az kıvrımlı; vesica düz (Görsel 2.4 a) *bergi* Rohdendorf

- ST6 dorsal bir kavise sahip değil, düz, nispeten daha uzun ve dörtgenimsi şekilde; ventral plaka ve vesica aynı hizada, styli'nin boyu eninden daha uzun ve vesica'dan dışarı taşar (Görsel 2.4 b)..... *lehmanni* Müller



Görsel 2.3. *S. africa* 'ya ait erkek bireylerin teşhis karakterleri: (a) Hypopleuron; (b) Toraks; (c) Notopleural setalar; (d) Genitalya; (e) Median marjinal kıllar; (f) Gena.



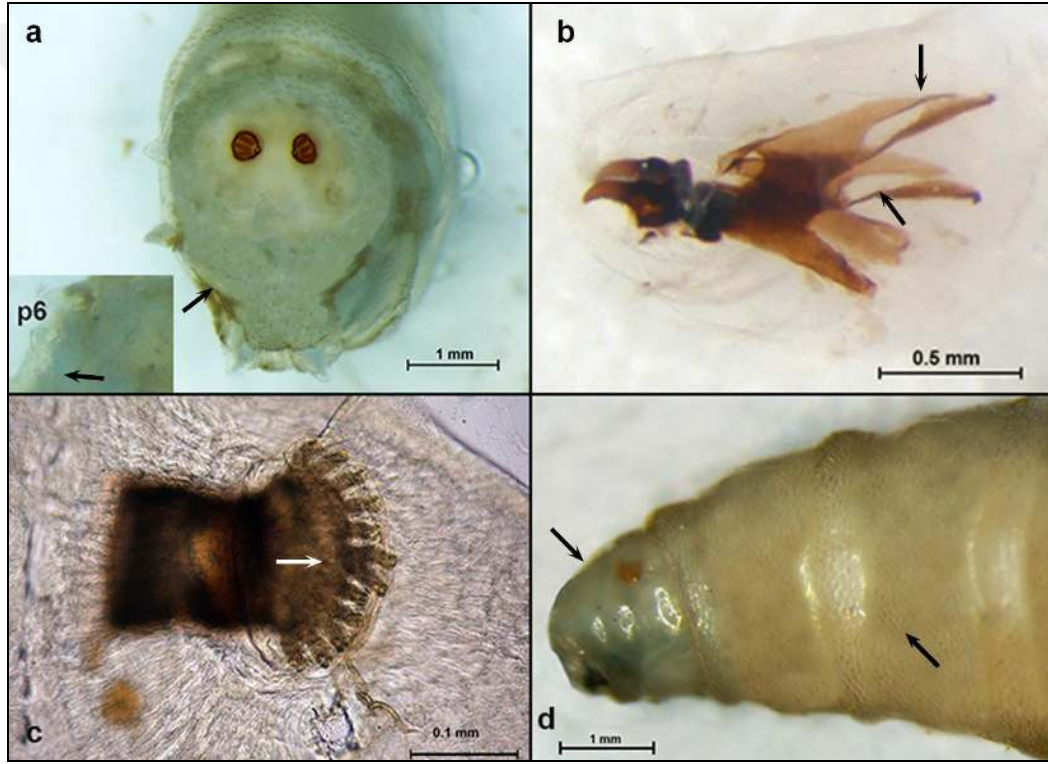
Görsel 2.4. *S. bergi* (a) ve *S. lehmanni* (b)'de aedeagusun lateral görüntüsü (Pekbey, 2017).

2.2.2. Üçüncü dönem larvalara ait tür tanı anahtarı

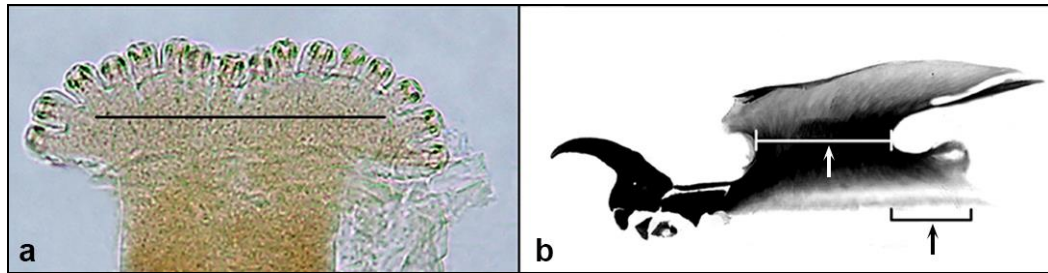
Üçüncü dönem larvaların teşhis anahtarı Szpila, Richet ve Pape (2015)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

1. Spiraküler boşluk derin bir çöküntü olarak gelişmiş (Görsel 2.5 a); dorsal cornu'da pencere şeklinde uzun, kolay görülebilir bir açıklık bulunur (Görsel 2.5 b) 2
2. Spiraküler boşluğun girişi küçük, boyutu arkadan görünümde anal bölüm genişliğinin en fazla 0.40'ını oluşturur *Sarcophila* spp., *Wohlfahrtia* spp.
 - Spiraküler boşluğun girişi geniş, boyutu arkadan görünümde anal bölüm genişliğinin en az 0.45'ini oluşturur 3
3. Anteriör spirakül geniş olup neredeyse düz bir çizgide düzenlenmiş lobları bulunur (Görsel 2.6 a); dorsal cornu'da açıklık kısa; ventral cornu dikey plaka genişliğinin yarısı kadar uzunlukta (Görsel 2.6 b) *Ravinia pernix* (Harris)
 - Anteriör spirakül yay şeklinde dizilmiş loblara sahiptir (Görsel 2.5 c); cephaloskeleton dorsal cornu'da açıklık uzun; ventral cornu dikey plaka genişliği kadar uzunlukta 4
4. Son abdominal segment ve anal bölgede segmentler arası (Inter-band) bölge, en azından dorsal yüzeyinde dikenlere sahip (Görsel 2.5 d) 5
 - Abdominal segmentler ve anal bölgede, inter-band bölgesinin dorsal yüzeyinde dikenler bulunmaz 9
5. Anteriör spirakül lobları bir sıra halinde sıralanmış (Görsel 2.5 c) 6
 - Anteriör spirakül lobları 2-3 düzensiz sıra halinde sıralanmış 8
6. II. toraks segmentinin inter-band bölgesinde, en azından anterior kısmında diken/çıkıntı bulunmaz (Görsel 2.7 a); anal bölgenin inter-band bölgesinde dikenler bulunur *Sarcophaga (Liopygia) argyrostoma* (Robineau-Desvoidy)
 - II. ve III. toraks segmentleri ile tüm abdominal segmentlerin inter-band bölgesinde diken/çıkıntı bulunur (Görsel 2.5 d); anal bölgedeki inter-band bölgesinde diken/çıkıntılar bulunur (Görsel 2.5 a); anal bölgenin inter-band bölgesindeki dikenler küt ya da sivri uçlu olabilir, ancak yumru şeklinde olmazlar 7
7. I. toraks segmentinin inter-band bölgesinde diken/çıkıntılar bulunmaz (Görsel 2.5 d); anal bölgenin posterior yüzeyinde papilla p6'nın laterali dışında diken/çıkıntılar bulunur (Görsel 2.5 a); diken/çıkıntılar sivri uçlu; ventral cornu'nun uç kısmı basit olup ek bir sklerotize parça bulunmaz (Görsel 2.5 b)
..... *Sarcophaga (Bercaea) africa* (Wiedemann)

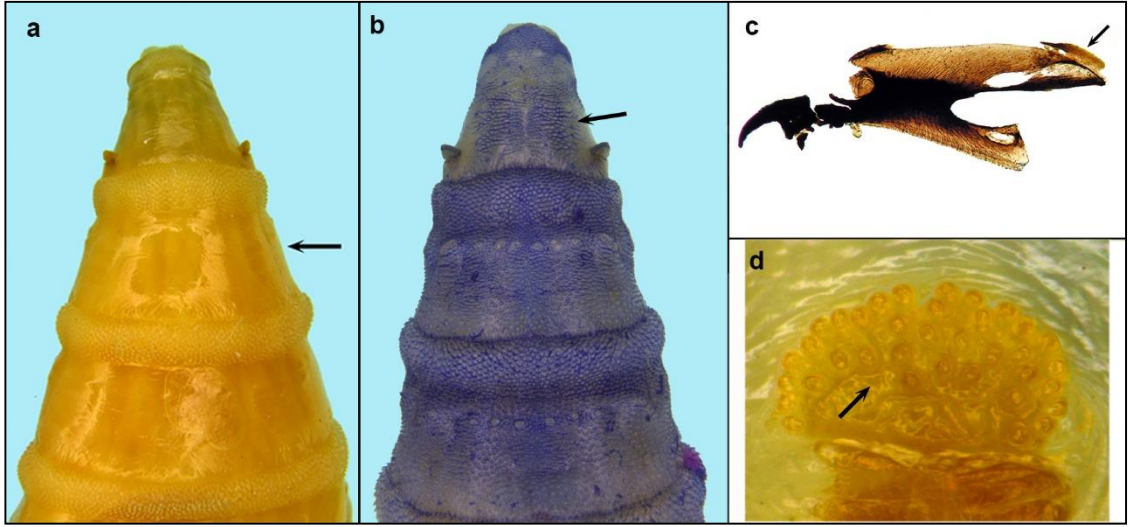
- I. toraks segmentinin inter-band bölgesinde dikenler bulunur (Görsel 2.7 b); anal bölgenin posteriyör yüzeyinin tamamında diken/çıkıntılar bulunur; ventral cornu'nun uç kısmı arka dorsal kısımda ilave bir güçlü sklerotize parça halindedir (Görsel 2.7 c) *S. (Helicophagella) melanura* Meigen
- 8. Toraks segmentleri ile abdominal segmentlerin inter-band bölgesindeki dikenler ince uzun ve sivri uçludur; anterior spirakülde loblar 2-3 düzensiz sıra halinde sıralanmıştır (Görsel 2.7 d) *S. (Parasarcophaga) albiceps* Meigen
- 9. Anterior spirakül lobları bazen hafifçe düzensiz 1 sıra halinde sıralanmıştır Altıns: *Liosarcophaga* Enderlein



Görsel 2.5. *S. africa*'ya ait larval teşhis karakterleri: (a) Anal bölge ve papilla P6'nın laterali; (b) Cephalopharyngeal skeleton; (c) Anterior spirakül; (d) toraks segmentleri ve inter-band bölgesi.



Görsel 2.6. *R. pernix* III. instar larvasına ait anterior spirakül (a) ve cephalopharyngeal skeleton (b) (Szpila ve Pape, 2015).



Görsel 2.7. *S. argyrostoma*, *S. melanura* ve *S. albiceps*'e ait III. instar larvaların teşhis karakterleri: (a) *S. argyrostoma*, T2 inter-band bölgesi; (b) *S. melanura*, T1 ve inter-band bölgesi; (c) *S. melanura*, Cephalopharyngeal skeleton; (d) *S. albiceps*, Anterior spirakül (Szpila ve Pape, 2015).

2.3. Deney Gruplarının Oluşturulması

Deneylerde her bir deney grubu için 100 g püre haline getirilmiş tavuk karaciğerine uygun deney dozları (mg/100 g besiyeri) toz halinde ilave edilmiştir (Denlinger, 1972). 100 g besiyerine 100 adet larva konulması gerekirken besiyerindeki sulanmayı önlemek için 50 gr besiyeri iki farklı kavanoza bölünerek ve her bir kavanoza 50 adet larva konularak iki ayrı kavanoz şeklinde hazırlanmıştır. Hazırlanan bu iki kavanoz bir deney grubunu temsil etmektedir (100 g besiyeri/100 larva). Yapılan tüm deneylerde larva sayılarının yeterli olabilmesi için deney setleri 3 paralel şeklinde çalışılmıştır. Yapılan tüm deneyler 5 tekrar olacak şekilde tekrarlanmıştır (Şekil 2.2).

Larval gelişim süresinin izlenmesi için 6 saat; ağırlık, boy ve pupa gelişiminin izlenmesi için ise 24 saat aralıklarla her gruptan, her bir deney tekrarı için, rastgele seçilmiş 10 adet larva alınarak gerekli ölçüm ve işlemler (ağırlık, boy, çap) yapılmıştır. Çalışmada farklı zamanlarda uygulanan 5 deney tekrarına ait veriler kullanılmıştır.

2.4. *S. africa* Türünün Kültüre Alınması

Tür teşhisleri yapılan *S. africa* türüne ait ergin bireyler Vivaryum laboratuvarında kültüre alınmıştır. Bireylerin normal gelişim koşulları olan optimum sıcaklık (25-28 °C) ve nem (%70-75) değerlerini sağlamak amacıyla laboratuvar iç koşulları stabil durumda tutulmuştur (Byrd ve Butler, 1998; Asiri, 2014). Sıcaklığın düştüğü durumlarda sıcaklık kontrollü ısıtıcılar (Fakir RF-11 Yağlı Radyatör) ile ortam sıcaklığı istenilen aralıklarda

[illegible]

33

Ergin bireyler, üç tarafı sinek teli ile çevrili, ön kısmı açılabilir şekilde cam, arka kısmı ortasında sürgü kapak olacak şekilde tahta ve diğer üç tarafı ise fiberglass sineklik teli ile çevrili 30x30x30 cm ölçülerinde ahşap kasadan yapılmış kafeslere aktarılmıştır (Görsel 2.8) (Buskirk ve Hahn, 2008; Vairo vd., 2015).

10 gr şekerin 100 ml distile su içerisinde çözündürülmesi ile %10'luk şekerli su çözeltisi pamuğa emdirilmiştir. Pamuklar petri içerisinde kafeslere konularak ergin bireylerin beslenmeleri sağlanmıştır (Byrd ve Butler, 1998). Ayrıca, dişilerdeki yumurta gelişimini teşvik etmek için de kafeslere tavuk ciğeri bırakılmıştır (Potter ve Bertin, 1988).

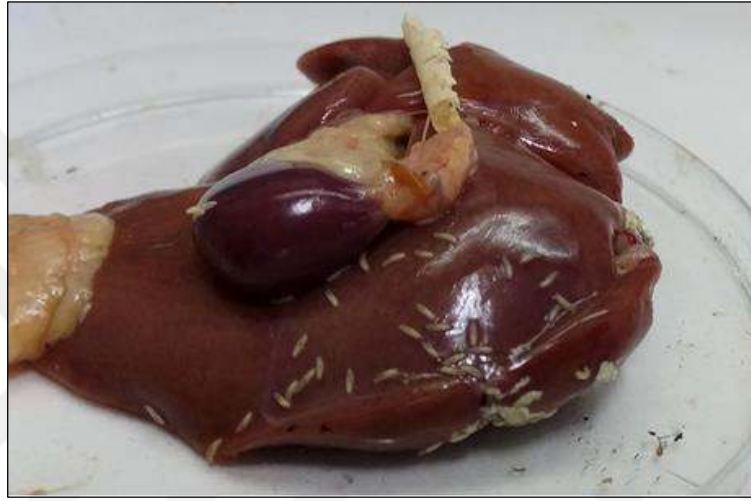


Görsel 2.8. *S. africa* kültüründe kullanılan kafesler: a) Ön cam kapak, b) Yandan görünüş, c) Üstten görünüş, d) Arka kapak.

2.4.1. Ergin bireylerden larva alınması

Ergin dişi bireylerin larvalarını bırakabilmesi için kafese taze tavuk karaciğeri parçaları petri kabı içine konularak kafeslere bırakılmıştır (Görsel 2.9). Larva bırakıldığı gözlenen ciğer parçaları kafesten alınarak plastik kaplara transfer edilmiştir. Plastik kabın içerisine ciğerden kaynaklanan sulanmayı önlemek için 1 cm kadar ağaç talaşı eklenmiştir (Denlinger, 1972). Larvaların besin ihtiyacına göre gerekli olan ciğer günlük olarak kaplara eklenmiştir. Kaplardaki gaz çıkışının sağlanması, larvaların başka türlerle karışması ve

larvaların kap dışına çıkmalarını önlemek için kaplar hava geçiren delikli, tül benzeri kumaş ile kapatılmıştır (Buskirk ve Hahn, 2008). Beslenme sonrası evreye (post-feeding) ulaşan larvalar kaplardan toplanmış ve içerisinde 1:3 oranında ağaç talaşı olan kavanozlara alınarak pupa evresine girmeleri sağlanmıştır. Benzer şekilde, pupaları pupa parazitoidlerinden korumak amacıyla kavanozlar hava geçiren ince gözenekli kumaş ile kapatılmıştır (Kumara vd., 2013). Pupalar larvalarla aynı sıcaklık ve nem şartlarında (25-28 °C sıcaklık ve %70-75 nem) yetiştirilmiştir (Denlinger, 1972).



Görsel 2.9. *Tavuk karaciğeri üzerine bırakılmış larvalar.*

2.4.2. Pupalardan ergin bireylerin elde edilmesi

Gelişimlerini tamamlayan pupaların, kabuklarını delerek serbest ergin forma gelmesi ile birlikte kavanozlar boş kafeslere transfer edilmiştir. Yeni ergin sineklerin besin ihtiyaçlarını karşılamak için kafeslere petri içerisinde, %10'luk şeker çözeltisi emdirilmiş pamuk konulmuştur (Abasa, 1972). Pupalardan tamamen açılarak erginlerin çıkması ile boşalan kavanozlar kafeslerden uzaklaştırılmıştır.

2.5. Borik Asitin Uygulanması

Deneylerin yapılması için ergin bireylerin bulunduğu kafes içerisine taze tavuk karaciğeri parçaları konularak dişilerin ciğer üzerine larva bırakmaları sağlanmıştır. Larvaların bırakıldıkları ciğer ile beslenmelerini önlemek için ciğer petri kabından alınarak larvalar BA'sız besin ortamından ayrılmıştır. Larvalara BA uygulanmasında, öncelikle BA'nın besine nüfuz etmesini sağlamak amacıyla ciğerin fazla suyu kurutma kâğıdı üzerinde bekletilerek uzaklaştırılmıştır. Tavuk karaciğerine (100 g) katı toz formda ilave

edilen BA'nın ciğer ile homojen bir şekilde karışması için ciğer blender (Arzum AR-1035) ile parçalanmış ve 5 dk boyunca cam baget ile karıştırılmıştır (Denlinger, 1972; Musvasva vd., 2001; Werren ve Loehlin, 2009).

2.6. LD₅₀ Değerinin Hesaplanması ve Dozların Belirlenmesi

Larvalara uygulanacak BA konsantrasyonlarının belirlenebilmesi ve LD₅₀ değerinin hesaplanması için ilk aşamada larvalar geniş aralıklarda dozlara (100 g besiyeri için: 1, 5, 10, 25, 50, 75, 100 ve 150 mg BA) maruz bırakılmıştır. Larvalara uygulanacak BA konsantrasyonlarının belirlenmesinde Sarcophagidae familyası türleri ile ilgili bir çalışma olmadığından en yakın gruplarla ilgili çalışmalar referans olarak ele alınmıştır (Ali, Xue ve Barnard, 2006; Cruz vd., 2010; Hyrls, Büyükgüzel ve Büyükgüzel, 2007; Xue vd., 2006; Yang vd., 2000). Bu çalışmalar arasında özellikle, doğada var olan ve pestisit uygulamalarından zarar görmesi muhtemel faydalı bir tür olan *Apis mellifera* (bal arısı) için rapor edilen toksik etki değeri referans alınmıştır (Cruz vd., 2010). BA'nın bağırsak dokusu üzerindeki toksik etkilerinin değerlendirildiği bu çalışmada 100 g besiyeri için uygulanan dozlar 100, 250 ve 750 mg olarak belirtilmiştir ve toksik etkinin 750 mg'lık dozda gerçekleştiği ortaya koyulmuştur. Bu tez çalışmasında seçilen başlangıç dozlarının en yükseği olan 150 mg/100 g besiyeri'lik doz, *Apis mellifera* için toksik olduğu belirtilen dozun beşte birine karşılık gelmektedir.

BA'sız ve belirlenen 8 farklı dozda BA içeren her bir ciğer besi yerine, yeni bırakılmış 30 adet larva konularak beslenmeleri sağlanmıştır. Larvaların 24 saatlik beslenmelerinin sonunda besiyerlerine konulan larvalardan canlı kalan bireyler sayılarak, ölen birey sayıları kaydedilmiştir. Elde edilen veriler, probit analizi (IBM SPSS Statistics 20) ile değerlendirilmiş ve LD₅₀ değeri hesaplanmıştır. Binom tepki değişkenlerini analiz etmek için kullanılan Probit analizi, sigmoidal doz-tepki eğrisini analiz ederek düz bir çizgiye dönüştürmekte ve LD₅₀ değerlerini istatistiksel olarak hesaplamaktadır. Larvalara uygulanacak BA dozları ve grup sayısı, probit analizinde elde edilen LD₅₀ değeri ile alt ve üst sınır değerleri dikkate alınarak belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında ise BA'nın *Sarcophaga africa* için belirlenen LD₅₀ dozu 42.010 mg'dır. Uygulama dozları belirlenirken (LD₅₀ dozunun 3'te birinden başlanarak ve bu oranda arttırılarak) LD₅₀'nin altında kalan iki doz (14 ve 28 mg/100 g besiyeri BA), LD₅₀ dozu (42 mg/100 g besiyeri BA) ve LD₅₀ dozunun üzerindeki etkileri görebilmek için de bir üst doz (56 mg/100 g besiyeri BA) uygulama dozları olarak seçilmiştir. Tüm deneylerde

ölen bireyler gözardı edilerek, her grup için hayatta kalan bireyler üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

2.7. Larva ve Pupa Evrelerinin Gelişiminin İzlenmesi

Ortam sıcaklığı (25-28 °C) ve nem miktarı (%70-75) sabit kalmak koşuluyla türlerin normal gelişim süreleri ve larval dönemleri dikkate alınarak larval gelişim süresinin izlenmesi için 6 saat; ağırlık, boy ve pupa gelişiminin izlenmesi için ise 24 saat aralıklarla örnekleme yapılmıştır (Madubunyi, 1986; Byrd ve Butler, 1998; Carvalho, Linhares ve Trigo, 2001; Asiri, 2014). Bireylerin gelişim süresi, larval dönemin başından pupa döneminin sonuna kadar izlenmiştir. Gelişim sürelerinin belirlenmesi amacıyla herbir deney grubundan rastgele 10 adet larva seçilmiş ve her bir grup için canlı kalan larvalar kullanılarak deneyler tekrarlanmıştır. Farklı deney gruplarında (kontrol grubu ve BA uygulanan dozlar) larval evrenin uzunluğuna göre herbir gruptan farklı tekrar sayılarında rastgele seçilen 10 örnek üzerinde çalışılmıştır ve seçim beş kez tekrarlanmıştır. “n” sayıları ve yüzde ölüm oranları her bir grup için Tablo 2.1’de belirtilen örneklerin ortalamaları alınarak istatistiksel hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 2.1. Deney gruplarında kullanılan toplam birey sayısı ve ölüm oranları.

Grup	Toplam birey sayısı (n)	Ölen birey sayısı	Ölüm oranı
Kontrol (0)	300	12	%4
Grup I (14 mg)	300	34	%11.33
Grup II (28 mg)	300	86	%28.67
Grup III (42 mg)	300	156	%52
Grup IV (56 mg)	300	166	%55,33

2.7.1. Larva evresi gelişim süresinin izlenmesi

Larvaların beslenmeye başlaması ile birlikte kontrol grubu ve BA uygulanan gruplardan 6 saatlik periyotlarla örnekler alınmıştır (Madubunyi, 1986). Larval ortalamalar biriken derece/saat hesabı üzerinden değerlendirilerek buğularda 24 saate göre verilmiştir (Bala ve Sharma, 2016). Larvaların ciğer üzerine bırakıldığı andan itibaren, larvaların peritrem içindeki posterior spiraküllerin yarı sayıları dikkate alınarak larval dönemlere giriş süreleri ile larvaların beslenmeyi bıraktıkları (post-feeding) pupa evresine giriş süreleri belirlenmiştir (Byrd ve Butler, 1998; Ahmad vd., 2011).

2.7.2. Pupa evresi gelişim süresinin izlenmesi

Larvaların post-feeding evresinden sonra başlayan pupa evresinde kaldıkları süre saat olarak her bir grup için tespit edilmiştir. Pupadan ergin sineklerin çıkması ile pupa süreleri belirlenmiştir. Deney gruplarından elde edilen veriler ile kontrol grubundan elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.

2.7.3. Büyüme hızının incelenmesi

Her bir deney grubundan alınan larvalar üzerinde bulunan artıklar su ile çalkalanıp uzaklaştırıldıktan sonra kurutma kâğıdı ile kurularak hassas terazide (Ohaus AP210S) ağırlıkları tartılmıştır. Boy ölçümünün doğru bir şekilde yapılabilmesi için larvalar sıcak suda (80 ± 5 °C) yaklaşık 30 sn bekletilerek fikse edilmiş ve kumpas (Vernier) yardımıyla boyları ölçülmüştür. Ağırlık ve boyları ölçülen larvalar etil alkol (%70) içerisine alınarak saklanmıştır (Mulieri, Mariluis ve Aballay, 2012; Vairo vd., 2015). Büyüme hızının değerlendirilmesinde kullanılan larvaların 0. saatteki ağırlık değeri için, yeni bırakılmış larvalardan rastgele 10 adet seçilerek hassas terazide tartılmış ve ortalamaları alınmıştır. Benzer şekilde, larvaların 0 saatteki boy değeri için 10 adet larva kumpas ile ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

2.8. Ergin Sineklerin Gelişimi

Pupa evresini tamamlayarak erginleşen bireylerden 10'ar adet erkek ve dişi seçilerek, Singh ve Kumar (2015)'in yöntemine göre dietil eter ile bayıltıldıktan sonra, antenlerin uç kısmından abdomen ucuna kadar olan kısım, referans alınarak kumpas yardımıyla boyları ölçülmüştür. Boy ölçümü Elde edilen değerlerin ortalaması alınarak veriler değerlendirilmiştir.

2.9. Borik Asitin Sterilite (Kısırlaştırıcı) Etkisi

Belirlenen dozların uygulandığı larvaların erginleşmeleri sağlanmıştır. Ergin bireyler kafes içerisinde %10'luk şeker çözeltisi ile beslenmişlerdir (Abasa, 1972). Çiftleşen ergin bireyler ayrı kafeslere alınarak, bireylerin bıraktıkları larvalar sayılmıştır. BA'nın sterilite ya da üreme potansiyeline uzun vadede etkisinin olup olmadığını gözlemlemek amacıyla ardışık elde edilen beş nesil izlenmiştir (Özbek ve Pande, 1992). Her nesilden elde edilen larva, pupa ve erginlere ait veriler değerlendirilmiştir.

2.10. İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin analizi için IBM SPSS Statistics 20 programı kullanılmıştır. 50'şer adet larva içeren kavanozlardan larval gelişim süresinin izlenmesi için 6 saat; ağırlık, boy ve pupa gelişiminin izlenmesi için ise 24 saat aralıklarla alınan rastgele seçilmiş 10 adet larva üzerinde gerekli ölçüm ve işlemler (ağırlık, boy, çap) yapılmıştır. Bu ölçüm ve işlemler farklı zamanlarda 5 kez tekrarlanarak, elde edilen verilerin istatistik analizleri gerçekleştirilmiştir.

Uygulanacak testin belirlenmesi için öncelikle verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı tespit edilmiştir. Normal dağılım test sonuçlarından elde edilen Kolmogorov-Smirnov değerleri ile Shapiro-Wilk değerlerine göre veriler normal bir dağılım göstermektedir. Verilerin normal bir dağılım göstermesi; çalışmada tek değişken ve bu değişkene bağlı olarak ikiden fazla deneme grubu kullanılması nedeniyle uygulanacak analiz/test yöntemi One-Way ANOVA olarak belirlenmiştir. BA'nın larva gelişim süresine, pupa süresine, büyüme hızına, erginlerde total boy ve sterilité üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesinde One-Way ANOVA testi kullanılmıştır. Daha sonra, normallik verilerine uygun Post-Hoc testi olan Scheffe testi uygulanarak çoklu karşılaştırma değerleri elde edilmiştir. LD₅₀ değerlerinin belirlenmesi için ise PROBIT analizi gerçekleştirilmiştir.

2.11. Histolojik Çalışmalar

Larvaların beslenme faaliyetleri genel olarak 3. instar evresinde artış göstermektedir. Bu nedenle sindirim sistemi histolojisinin incelenmesi için kontrol grubu ve BA verilen deney gruplarına ait 3. instar evresindeki larvalar histolojik çalışmalar için kullanılmıştır.

Bu amaçla, Sarcophagidae familyasına ait türler ile yapılmış olan histolojik çalışmalar ile farklı organizmalarla yapılmış histolojik çalışmalarda uygulanan yöntemler referans alınarak örneklere uygun protokol hazırlanmıştır (Khedre, 2002; Kılıç, 2011; Amir, 2014, 2016; Kılıç ve Kılıç, 2015).

Larvalar 0.1M fosfat tamponu ile hazırlanan glutaraldehide (%4) içerisine alınarak, çeker ocak altında ve +4 °C'deki fiksatif sıvısının içerisinde diseksiyona alınmıştır. Sindirim kanalı diseksiyonla çıkarıldıktan sonra orta bağırsak bölümü alınarak histolojik analizler için kullanılmıştır. Orta bağırsak, doz gruplarına göre farklı şişelere alınarak fiksatif içerisinde +4 °C'de 12 saat süre ile bekletilmiştir. Örneklerdeki fiksatif

uzaklaştırmak amacıyla örnekler oda sıcaklığında iki döngü olacak şekilde ve 15'er dk süre ile fosfat tamponu ile muamele edilmiştir.

Örnekler içerisinde bulunan suyun uzaklaştırılması için alkol (etanol) serisi uygulanmıştır. Bu amaçla örnekler 15'er dk'lık iki uygulama ile %50, %70, %90 ve %99'luk etanol serilerinden geçirilmiştir. LR White ve etanol (%70) (2:1) ile hazırlanan karışıma alınan örnekler +4 °C'de iki saat boyunca rotatorda döndürülmüştür. Süre sonunda örnekler karışımdan çıkarılarak saf LR White içerisine alınmış ve 24 saat +4 °C'de rotatorda döndürülmüştür. Bu aşamadan sonra örnekler kapsüllere alınmış ve kapsüllere LR White eklenerek kapakları kapatılmıştır. Kapsül içindeki LR White'ın polimerleşmesi için örnekler 60 °C'ye ayarlanmış olan etüv içerisinde 12 saat bekletilmiştir.

Resinin polimerleşmesi ile hazır hale gelen kapsüllerin kesit alınacak yüzeyleri Leica EM Trim ile düzeltilmiştir. Yüzeyleri düzeltilen kapsüllerden Leica EM UC6 ultramikrotomda 700 nm kalınlığında kesitler alınarak lam üzerine yerleştirilmiş ve dokular lam üzerine ısı ile fikse edilmiştir. Fikse edilen dokular 3 dk boyunca hotplate üzerinde Toluidin blue ile boyandıktan sonra distile su ile yıkanmıştır. Hazır hale gelen preparatlar Leica DM750 model mikroskop ile incelenmiş ve bu mikroskoba bağlı Leica DFC480 dijital kamera ile fotoğrafları çekilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. LD₅₀ Değeri ve Larvalara Uygulanacak Borik Asit Miktarı

Kontrol grubu ve sekiz farklı doz uygulanmış larvalardan 24 saat sonunda ölen bireyler sayılmıştır (Tablo 3.1). Larvalara uygulanan 100 ve 150 mg/100 g besiyeri BA'nın 24 saat içerisinde tüm larvaları öldürdüğü belirlenmiştir.

Tablo 3.1. Besi yerine eklenen borik asit konsantrasyonları ve ölen birey sayısı.

Uygulanan doz (mg BA/100 g ciğer)	Toplam birey sayısı (n)	Ölen birey sayısı (24 saat)
0 (Kontrol)	30	0
1	30	0
5	30	1
10	30	4
25	30	8
50	30	16
75	30	26
100	30	30

Elde edilen veriler, SPSS programında probit analizi ile değerlendirilmiş ve LD₅₀ değeri (100 g besi yeri için) 42.010 mg borik asit ($p < 0.05$) olarak bulunmuştur (Tablo 3.2). Bulunan LD₅₀ değerine göre “Materyal ve Metod” bölümünde açıklandığı şekilde, larvalara verilecek uygun BA miktarı 14 (Grup I), 28 (Grup II), 42 (Grup III) ve 56 (Grup IV) mg/100 g besiyeri olarak belirlenmiştir (Tablo 3.3).

3.2. Borik Asitin Larva ve Pupa Gelişimine Etkisi

3.2.1. Borik asitin larvalarda gelişim süresine etkisi

BA ilave edilmiş besine bırakıldıkları andan itibaren her grubun larvalarının bir sonraki evreye giriş zamanları Tablo 3.4’de belirtilmiştir.

Buna göre I. larval dönem kontrol grubunda 12,5 ($\pm 1,4$); Grup I’de 13,7 ($\pm 1,5$); Grup II’de 16,3 ($\pm 1,9$); Grup III’de 29,4 ($\pm 2,1$) ve Grup IV’de ise 35,9 ($\pm 2,4$) saat sürmüştür. II. larval dönem kontrol grubunda 29,9 ($\pm 2,1$); Grup I’de 36,4 ($\pm 2,5$); Grup II’de 54,1 ($\pm 3,1$); Grup III’de 68,5 ($\pm 3,3$) ve Grup IV’de 78,8 ($\pm 4,9$) saatte tamamlanmıştır. III. larval dönem ise kontrol grubunda 62,5 ($\pm 4,8$); Grup I’de 69,2 ($\pm 5,2$); Grup II’de 82,4 (± 6); Grup III’de 121,7 ($\pm 6,1$) ve Grup IV’de 140,5 ($\pm 6,5$) saatte tamamlanmıştır.

Tablo 3.2. Probit analizi sonuçları (* = LD₅₀, + Alt limit dozu, ^aÜst limit dozu).

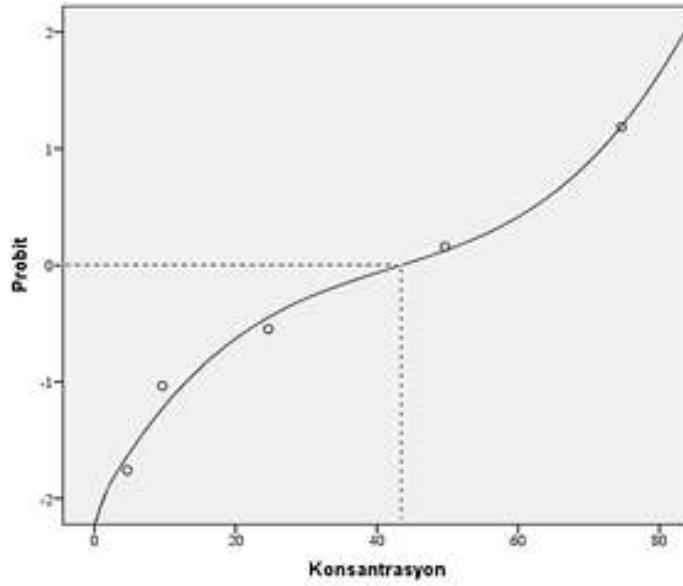
Parametre	Tahmin	Std. Hata	Z	Sig.	%95 Güven Aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
PROBIT ^a Doz	4,483	,930	4,821	,000	2,660	6,305
Sınır	-7,277	1,653	-4,401	,000	-8,931	-5,624

a. PROBIT model: PROBIT(p) = Sınır + BX (X öndeğişkeni 10,000 logaritma bazı kullanılarak dönüştürülmüştür).

Olasılık	Doz için %95 Güven Aralığı		
	Tahmin	Alt sınır	Üst sınır
PROBIT ^a 0,1	21,751	1,461	34,958
0,2	27,265	3,287	40,467
0,3	32,091	5,860	45,260
0,4	36,884	9,526	50,209
,500*	42,010*	14,811 ⁺	56,040 ^a
0,6	47,849	22,466	64,108
0,7	54,997	33,184	78,272
0,8	64,730	46,308	111,841
0,9	81,141	60,900	221,460
0,95	97,788	71,189	417,595
0,99	138,774	90,739	1443,010

a. Heterojenite faktörü kullanılmıştır.

b. Logaritma baz = 10.



Tablo 3.3. Çalışmada kullanılan deney grupları ve uygulanan doz miktarları.

Grup	Doz miktarı (BA)/100 g besi yeri
0 (Kontrol)	0
Grup I	14 mg/100 g besiyeri
Grup II	28 mg/100 g besiyeri
Grup III	42 mg/100 g besiyeri
Grup IV	56 mg/100 g besiyeri

Tablo 3.4. Ortalama larval dönem süreleri ve pupada kalma süreleri (n=50).

	Larval gelişim süresi (s)			Pupa gelişim süresi (s)
	(Ort * ± S.H) ⁺			
	I. instar	II. instar	III. instar	
Kontrol	12,5 (±1,4) ^a	29,9 (±2,1) ^a	62,5 (±4,8) ^a	156 (±4) ^a
Grup I (14 mg BA)	13,7 (±1,5) ^a	36,4 (±2,5) ^b	69,2 (±5,2) ^a	172 (±4) ^b
Grup I (28 mg BA)	16,3 (±1,9) ^b	54,1 (±3,1) ^c	82,4 (±6) ^b	196 (±7) ^c
Grup III (42 mg BA)	29,4 (±2,1) ^c	68,5 (±3,3) ^d	121,7 (±6,1) ^c	229 (±9) ^d
Grup IV (56 mg BA)	35,9 (±2,4) ^d	78,8 (±4,9) ^e	140,5 (±6,5) ^d	274 (±11) ^e

Ort Ortalama; S.H Standart hata

* Beş tekrarın ortalaması, her bir tekrar için 10 larva kullanılmıştır.

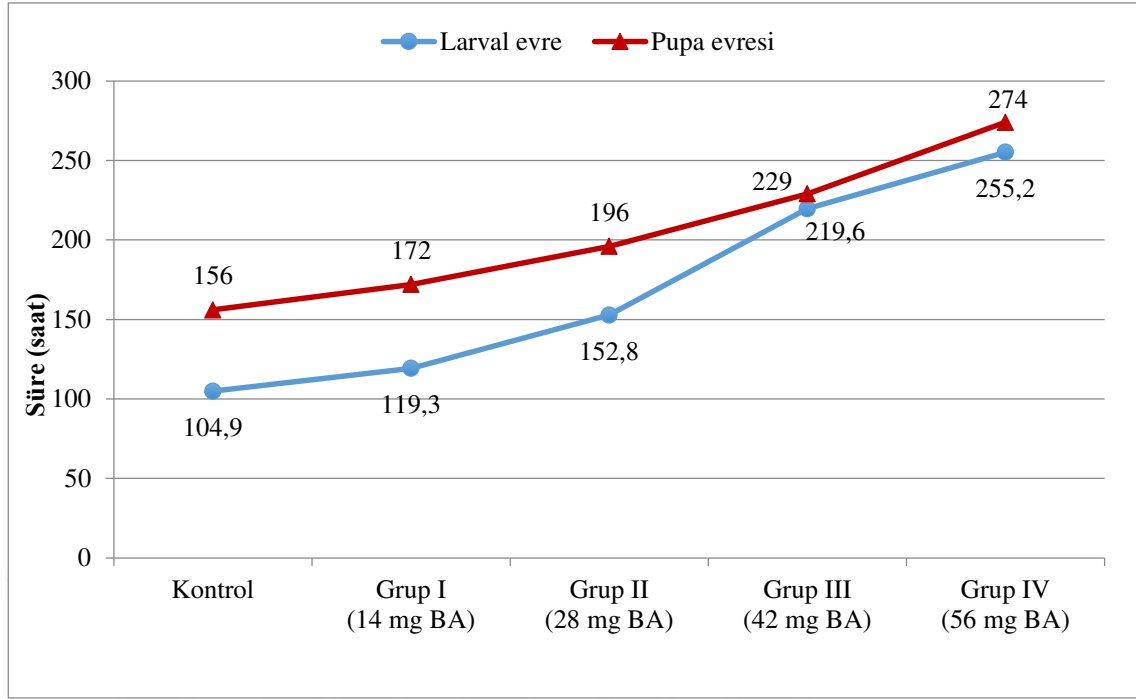
⁺ Aynı sütunda aynı harf (abcde) ile gösterilen değerlerin arasında farklılık yoktur, P<0.05 (One-Way Anova).

Larval gelişim süresi açısından kontrol grubu ve Grup I larvaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte; diğer gruplar kontrol grubu ile kıyaslandığında BA miktarının artması ile larvaların gelişim ve larval dönemlere giriş süreleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir artış olduğu görülmüştür (Tablo 3.4).

Pupaların gelişim süresi; post-feeding evresinin başlaması ile pupalardan ergin sineklerin çıkmasına kadar geçen süre esas alınarak belirlenmiştir (Tablo 3.4). Buna göre pupada kalma süreleri kontrol grubu ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, tüm gruplarda anlamlı bir artış olduğu görülmüştür. Bu artış kontrol grubuna göre, Grup I'de 16 saat, Grup II'de 40 saat, Grup III'de 73 saat ve Grup IV'de ise 118 saat olarak tespit edilmiştir. Larval gelişim sürelerinde olduğu gibi, BA miktarındaki artışın pupada kalma süresini de uzattığı tespit edilmiştir (Şekil 3.1).

3.2.2. Borik asitin larvaların ağırlığı üzerine etkisi

Kontrol grubu ve BA konsantrasyonlarının uygulandığı larvaların ağırlık ölçümleri, her bir deney tekrarı için, 50 larva içerisinde rastgele seçilen 10 bireyin hassas analitik terazide tartılıp ortalaması alınarak yapılmıştır. Ortalaması alınan veriler Tablo 3.5 ve Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

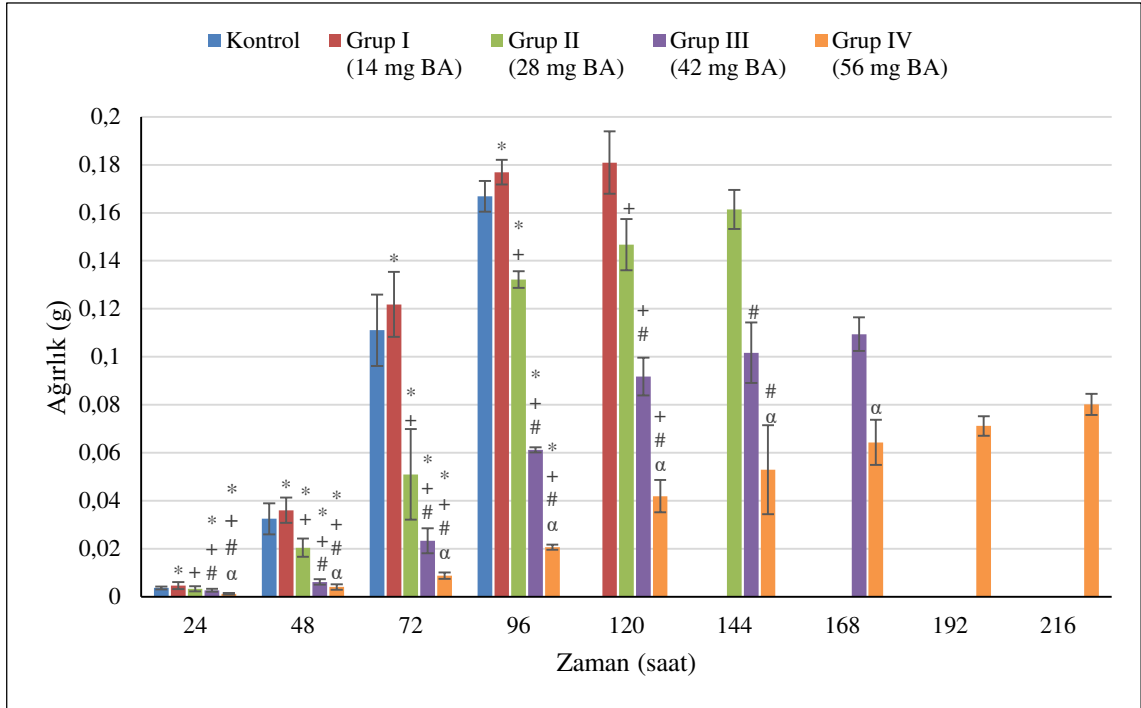


Şekil 3.1. Borik asitin larva ve pupa gelişim süresine etkisi.

Tablo 3.5. Larvaların uygulanan konsantrasyonlara göre ağırlık (g) ortalamaları (n=50).

Zaman	Kontrol	Grup I (14 mg BA)	Grup II (28 mg BA)	Grup III (42 mg BA)	Grup IV (56 mg BA)
0 s	0,00112	0,00125	0,00121	0,00113	0,00119
24 s	0,00365	0,00465	0,00329	0,00267	0,00120
48 s	0,03246	0,03602	0,02042	0,00612	0,00407
72 s	0,11105	0,12185	0,05098	0,02327	0,00878
96 s	0,16684	0,17694	0,13225	0,06115	0,02064
120 s	-	0,18093	0,14676	0,09181	0,04190
144 s	-	-	0,16140	0,10167	0,05290
168 s	-	-	-	0,10944	0,06433
192 s	-	-	-	-	0,07240
216 s	-	-	-	-	0,08418

Buna göre; Grup I larvaların ortalama ağırlığı, kontrol grubu ile kıyaslandığında, Grup I'in ortalama ağırlıklarının anlamlı düzeyde daha fazla olduğu belirlenmiştir. Diğer grupların tamamına yakınında ise ortalama ağırlık değerlerinin kontrole göre anlamlı düzeyde daha az olduğu görülmüştür. Buna göre, BA 14 mg/100 g besiyeri dozunda larvalarda ağırlık artışına neden olurken, diğer dozlarda ağırlık azalmasına neden olmaktadır.

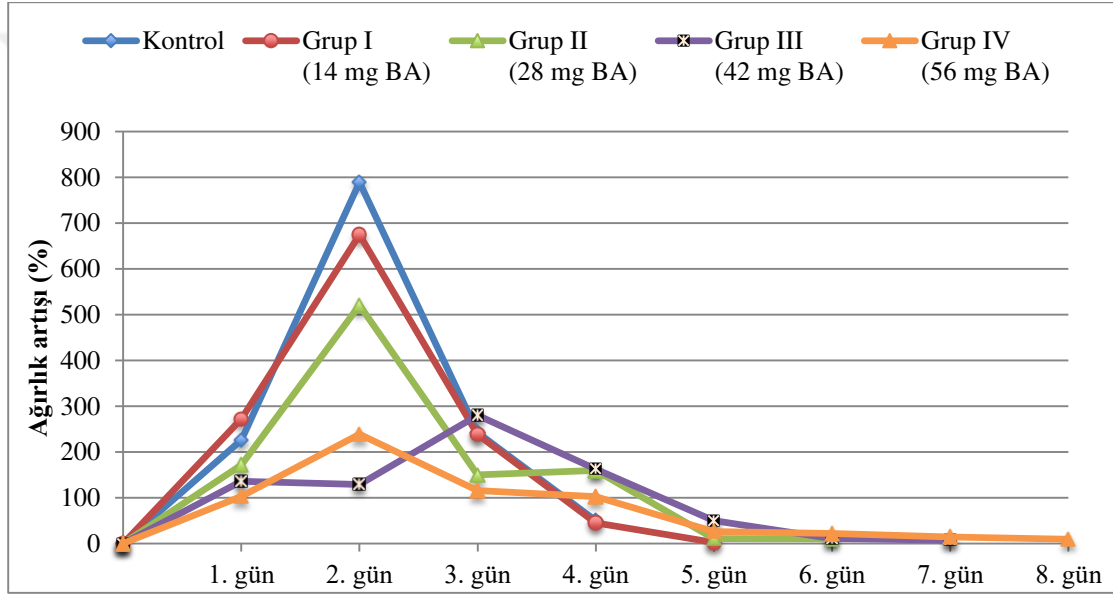


Şekil 3.2. Farklı konsantrasyonlarda borik asit uygulanan larvaların ağırlık ortalamaları. * Kontrol grubuna göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + Grup I'e göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # Grup II'ye göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); α Grup III'e göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama±standart hata olarak değerlendirilmiştir.

Larvaların beslendikleri süre boyunca bir önceki güne göre yüzde ağırlık artışları hesaplanmış (Tablo 3.6) ve grafik ile gösterilmiştir (Şekil 3.3). Buna göre; kontrol grubu larvalarında 1. günün sonunda %226'lık bir ağırlık artışı meydana gelmiş, 2. günün sonunda ise bu oran %789'a yükselmiştir. Grup I larvalarında ise bu oran 1. günün sonunda %272 olup, 2. gün ağırlık artışı %675'e yükselmiştir. Her iki grupta da 3. günden itibaren ağırlık artış yüzdesinde azalma meydana gelmekle birlikte bu değerlerin birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Grup II larvaların 1. gün sonundaki ağırlık artışı %172 olup, 2. günde bu oran %521'e yükselmiştir. 3. günde %150 olarak hesaplanan ağırlık artışı 4. günde %159'a yükselmesine rağmen bundan sonraki günlerde azalma göstermiştir. Grup III'de 1. gün %136 olan ağırlık artışı 2. gün %129'a düşmüştür. Ancak diğer tüm grupların aksine 3. günde ağırlık artışı %280'e yükselmiştir. Sonraki günlerde ise ağırlık artışında tekrar azalma meydana gelmiştir. Grup IV larvalarında ağırlık artış değerleri 2. günde en yüksek orana (%239) ulaşmıştır. Sonraki günlerde ise ağırlık artışında azalma gözlenmiştir.

Tablo 3.6. Larvaların uygulanan konsantrasyonlara göre yüzde ağırlık (%) artış oranları.

Zaman	Kontrol	Grup I (14 mg BA)	Grup II (28 mg BA)	Grup III (42 mg BA)	Grup IV (56 mg BA)
24 s	226	272	172	136	103
48 s	789	675	521	129	239
72 s	242	238	150	280	116
96 s	50	45	159	163	135
120 s	-	2	11	50	103
144 s	-	-	10	11	26
168 s	-	-	-	8	22
192 s	-	-	-	-	14
216 s	-	-	-	-	10



Şekil 3.3. Farklı konsantrasyonlarda borik asit uygulanan larvaların zamana göre yüzde ağırlık artışları.

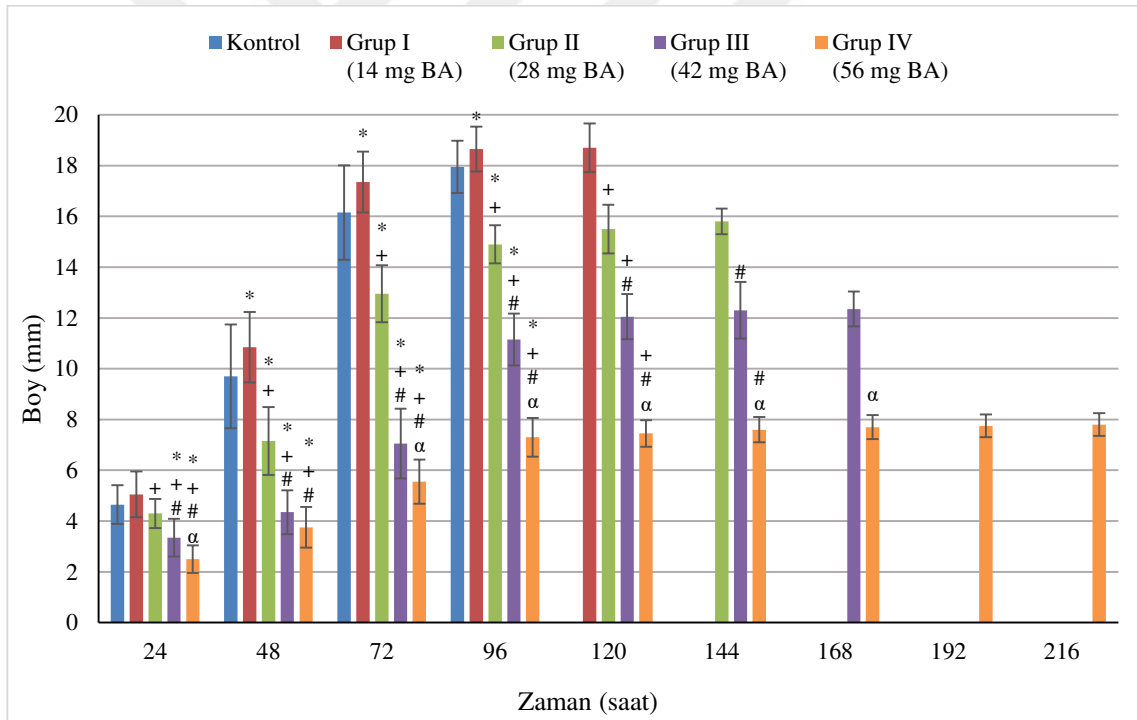
3.2.3. Borik asitin larvaların boyu üzerine etkisi

Ağırlık ölçümleri yapılmak üzere alınan larvaların kumpas yardımıyla boy ölçümleri de yapılmıştır (Tablo 3.7) (Şekil 3.4). Kontrol grubunda 4. gün, Grup I’de 5. gün; Grup II’de 6. gün, Grup III’de ise 7. günden itibaren larvalar pupaya girdiğinden ağırlık ve boy ölçümü yapılamamıştır. Grup IV’de ise larvalar 9. günde pupaya girmişlerdir.

Grup I larvalarının farklı zamanlardaki boy ortalamalarının kontrol grubu ve diğer gruplara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Görsel 3.1). Diğer gruplara ait larvaların boy uzunlukları karşılaştırıldığında; uygulanan BA miktarı arttıkça larva boylarının azaldığı tespit edilmiştir. 56 mg/100 g besiyeri BA uygulanan larvaların 4. günden itibaren boylarında çok az artış olduğu gözlenmiştir.

Tablo 3.7. Larvaların uygulanan konsantrasyonlara göre boy (mm) ortalamaları (n=50).

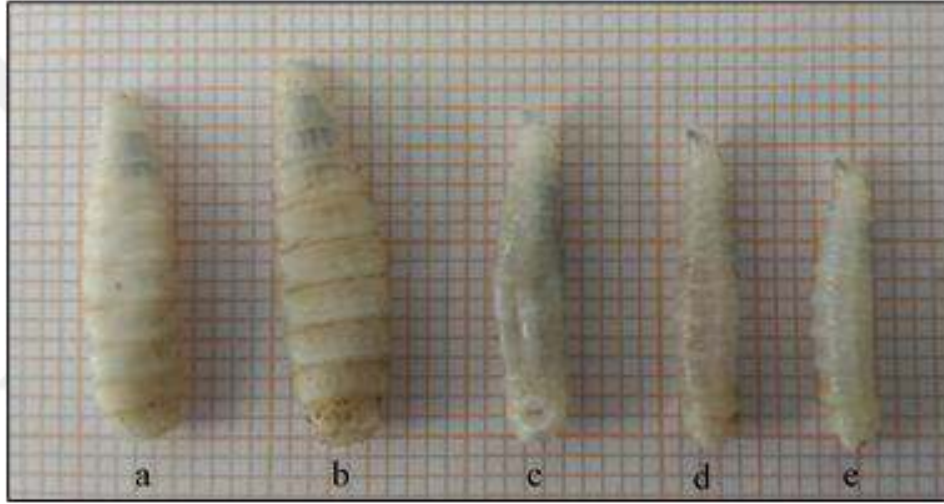
Zaman	Kontrol	Grup I (14 mg BA)	Grup II (28 mg BA)	Grup III (42 mg BA)	Grup IV (56 mg BA)
0 s	1,57	1,55	1,57	1,56	1,54
24 s	4,65	5,05	4,30	3,35	2,50
48 s	9,70	10,85	7,15	4,35	3,75
72 s	16,15	17,35	12,95	7,05	5,55
96 s	17,95	18,65	14,90	11,15	7,30
120 s	-	18,70	15,50	12,05	7,45
144 s	-	-	15,80	12,30	7,60
168 s	-	-	-	12,35	7,70
192 s	-	-	-	-	7,75
216 s	-	-	-	-	7,80



Şekil 3.4. Farklı konsantrasyonlarda borik asit uygulanan larvaların boy (mm) değişimi. * Kontrol grubuna göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + Grup I'e göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # Grup II'ye göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); α Grup III'e göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama±standart hata olarak değerlendirilmiştir.

Boy ölçümü yapılan larvaların bir önceki güne göre yüzde boy artışları hesaplanmıştır (Tablo 3.8) (Şekil 3.5). Buna göre; kontrol grubundaki larvalarda boy artışı 1. günün sonunda %196, diğer 3 gündeki boy artışı ise sırasıyla %109, %66 ve %11 olarak

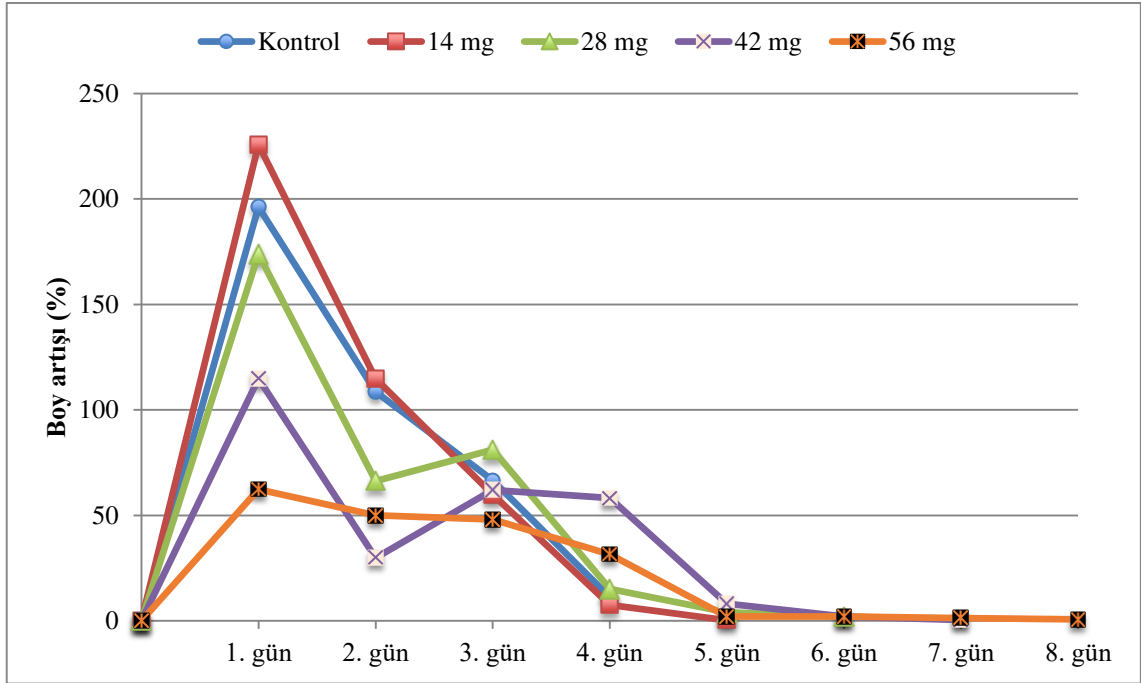
hesaplanmıştır. Grup I larvalarında ise bu oran 1. günün sonunda %226 olup, 2-4. günlerdeki boy artışı sırasıyla %115, %60 ve %7 olarak ölçülmüştür. Beşinci günde ise boy artışı %1'in altında bir değer göstermiştir. Grup II larvalarının 1. gün sonundaki boy artışı %174 olup, diğer günlerde sırasıyla %66, %81, %15, %4 ve %2 oranında artış gözlenmiştir. Grup III larvalarında ise 1. gün %115 olan boy artışı diğer günlerde sırasıyla %30, %62, %58, %8 ve %2 olarak ölçülmüş, 7. günde boy artışı %1'in altında gerçekleşmiştir. Grup IV larvalarında boy artış değerleri sırasıyla 62, %50, %48, %32, %2, %2, %1 ve %1 olarak hesaplanmıştır. Diğer tüm grupların aksine Grup II ve Grup III larvalarında 3. günde boy artışı bir önceki güne oranla artış göstermiştir.



Görsel 3.1. Borik asitin larva uzunluğuna etkisi: a) Kontrol, b) 14 mg, c) 28 mg, d) 42 mg, e) 56 mg.

Tablo 3.8. Larvaların uygulanan konsantrasyonlara göre yüzde boy (%) artış oranları.

Zaman	Kontrol	Grup I (14 mg BA)	Grup II (28 mg BA)	Grup III (42 mg BA)	Grup IV (56 mg BA)
24 s	196	226	174	115	62
48 s	109	115	66	30	50
72 s	66	60	81	62	48
96 s	11	7	15	58	32
120 s	-	0	4	8	2
144 s	-	-	2	2	2
168 s	-	-	-	0	1
192 s	-	-	-	-	1
216 s	-	-	-	-	1



Şekil 3.5. Farklı konsantrasyonlarda BA uygulanan larvaların günlere göre yüzde boy artışları.

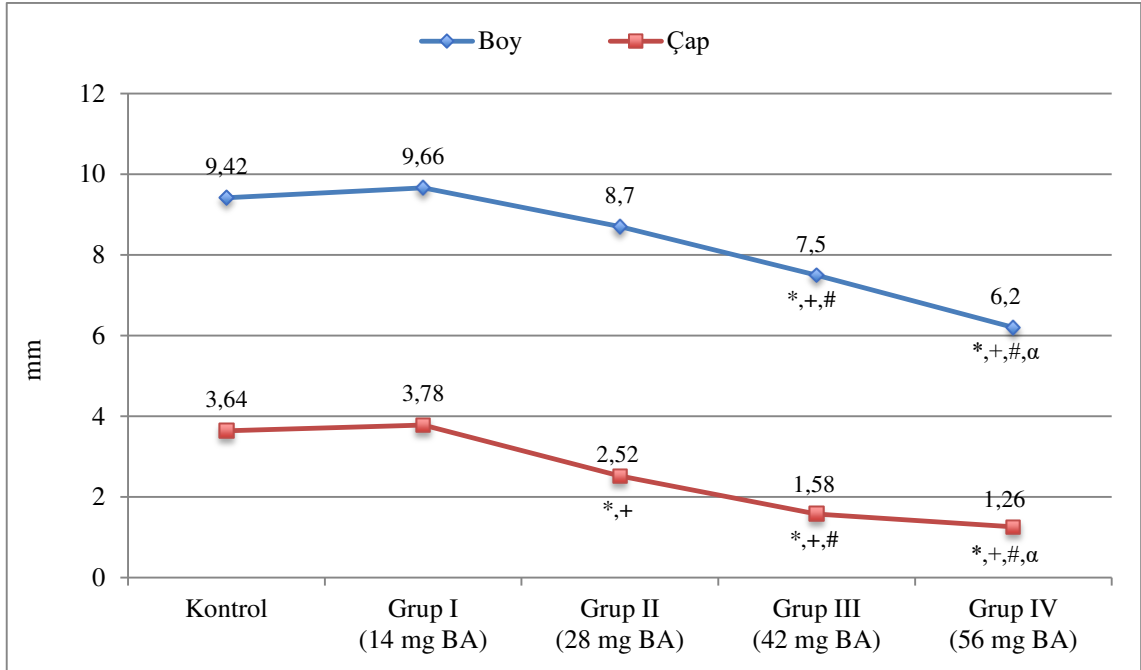
3.2.4. Borik asitin pupa gelişimi üzerine etkisi

BA'nın, *S. africa* türünün pupa evresi gelişimine olan etkilerini belirlemek üzere kontrol grubu ve BA içeren her bir gruptan rastgele alınan 10 adet pupanın boyları ve çapları ölçülmüştür (Tablo 3.9; Şekil 3.6).

Buna göre; 14 mg BA/100 g besiyeri uygulanan Grup I bireyleri pupalarının boy ortalaması 9.66 mm, çap ortalaması ise 3.78 mm olarak ölçülmüş ve kontrol grubundan daha uzun ve geniş oldukları belirlenmiştir. Pupa boyları istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde kontrol grubu ile Grup I ve Grup II pupaları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı; kontrol grubu ile Grup III ve Grup IV pupaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu ile Grup I pupaları arasında pupa çapı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı; Grup II, III ve IV pupalarının çaplarında ise kontrol grubuna göre anlamlı bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.9. Kontrol grubu ve BA uygulanan bireylerin pupa evresindeki boy ve çap (mm) değerleri (n=50).

	Kontrol	Grup I (14 mg BA)	Grup II (28 mg BA)	Grup III (42 mg BA)	Grup IV (56 mg BA)
Boy (mm)	9,42 (±0,43)	9,66 (±0,73)	8,7 (±0,5)	7,5 (±0,69)	6,2 (±0,5)
Çap (mm)	3,64 (±0,27)	3,78 (±0,17)	2,52 (±0,32)	1,58 (±0,42)	1,26 (±0,17)



Şekil 3.6. Kontrol grubu ve BA uygulanan bireylerin pupa evresindeki boyları ve çapları. * Kontrol grubuna göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + Grup I'e göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # Grup II'ye göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); α Grup III'e göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama±standart hata olarak değerlendirilmiştir.

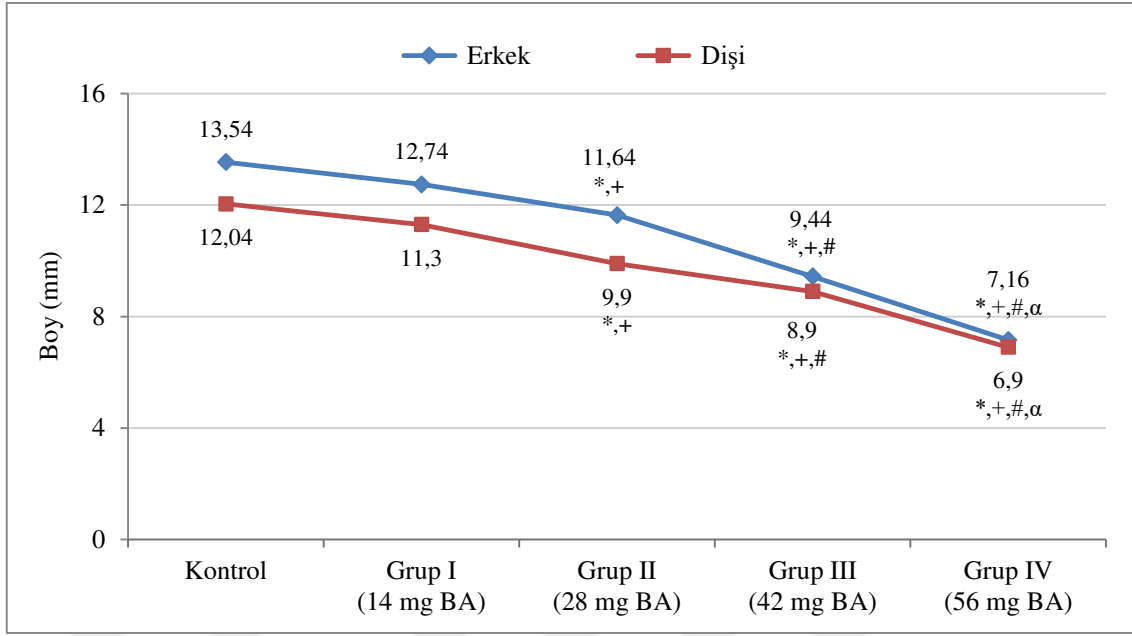
3.2.5. Borik asitin ergin bireylerin boyları üzerine etkisi

Deney gruplarına ait pupalardan çıkan erginlerden rastgele bireyler seçilmiş ve boyları ölçülmüştür. Kontrol grubu ve BA ilave edilen her bir deney grubundan 10'ar adet erkek ve dişi bireyin boyları ölçülerek ortalamaları alınmıştır (Tablo 3.10; Şekil 3.7).

Tablo 3.10. Kontrol grubu ve BA uygulanan larvalardan elde edilen ergin erkek ve dişi bireylerin boy ortalaması ($n=50$).

	Kontrol	Grup I (14 mg BA)	Grup II (28 mg BA)	Grup III (42 mg BA)	Grup IV (56 mg BA)
Erkek	13,54 (±0,94)	12,74 (±0,75)	11,64 (±0,83)	9,44 (±0,62)	7,16 (±0,45)
Dişi	12,04 (±0,93)	11,3 (±0,96)	9,9 (±0,86)	8,9 (±0,74)	6,9 (±0,54)

Yapılan ölçümlerde erkek bireylerin tüm gruplarda dişilerden daha uzun oldukları belirlenmiştir. Kontrol grubuna ait erkek ve dişi bireylerin boylarının BA uygulanmış bireylerin boylarından daha uzun olduğu tespit edilmiştir. BA ilave edilmiş besinde yetiştirilen larvalardan elde edilen erkek bireylerin boy uzunlukları uygulanan dozlara göre sırasıyla 12.74, 11.64, 9.44 ve 7.16 mm; dişi bireylerin ise 11.3, 9.9, 8.9 ve 6.9 mm olarak ölçülmüştür.

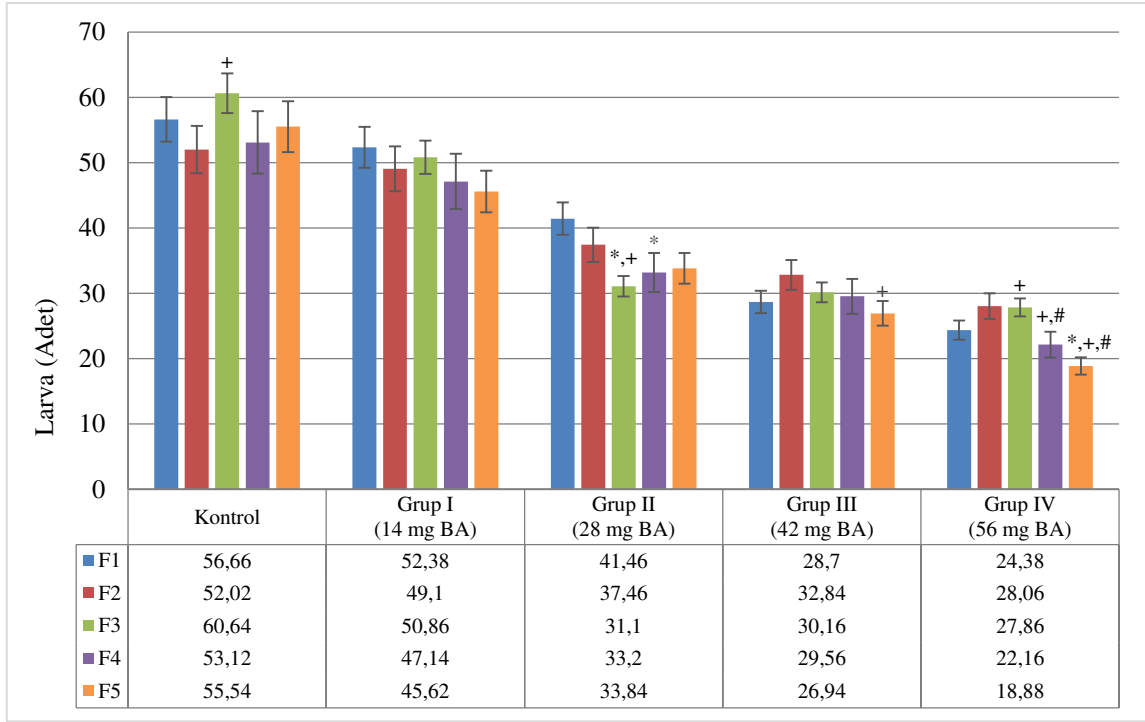


Şekil 3.7. Kontrol grubu ve BA uygulanan larvalardan elde edilen ergin bireylerin boy ortalaması. * Kontrol grubuna göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + Grup I'e grubuna göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # Grup II'ye göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); α Grup III'e göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama ± standart hata olarak değerlendirilmiştir.

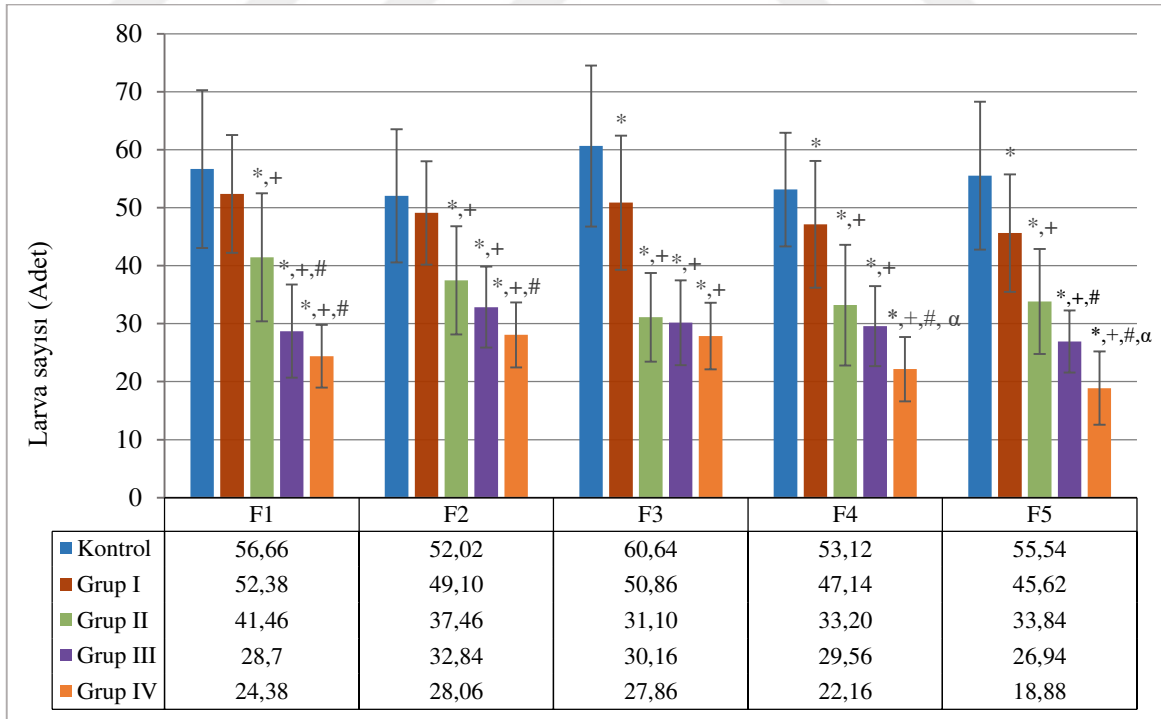
3.2.6. Borik asitin ergin sineklerde steriliteye etkileri

BA ilave edilmiş besi yeri ortamında yetiştirilen larvalardan elde edilen erginler aynı laboratuvar koşulları altında yetiştirilerek, her bir grup için ardışık beş nesil elde edilecek şekilde kültüre devam edilmiştir. Belirlenen dozların uygulandığı larvalar erginleştikten sonra, çiftleşen bireyler ayrı kafeslere alınmıştır. İlk aşamada, her nesil için, dişi bireylerden elde edilen larvalar sayılmıştır. İkinci aşamada ise her nesilden elde edilen üçüncü dönem larva, pupa ve erginlerin ağırlık, boy ve uzunluk ölçümleri yapılmıştır.

Ayrı kafeslere konulan çiftleşmiş dişi bireylerin ciğer üzerine bıraktıkları larvalar sayılarak hem nesiller arasında hem de deney grupları arasındaki larva sayıları değerlendirilmiştir (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9). Buna göre; kontrol grubu erginlerinin bıraktıkları ortalama larva sayısı F1'den F5'e doğru sırasıyla 56.66, 52.02, 60.64, 53.12 ve 55.54 olarak kaydedilmiştir. BA ilave edilmiş ciğer ile beslenen larvalardan çıkan erginlerin bıraktıkları ortalama larva sayısı F1'den F5'e doğru sırasıyla Grup I için 52.38, 49.10, 50.86, 47.14 ve 45.62; Grup II için 41.46, 37.46, 31.10, 33.20 ve 33.84; Grup III için 28.70, 32.84, 30.16, 29.56 ve 26.94; Grup IV için ise 24.38, 28.06, 27.86, 22.16 ve 18.88 olarak tespit edilmiştir.



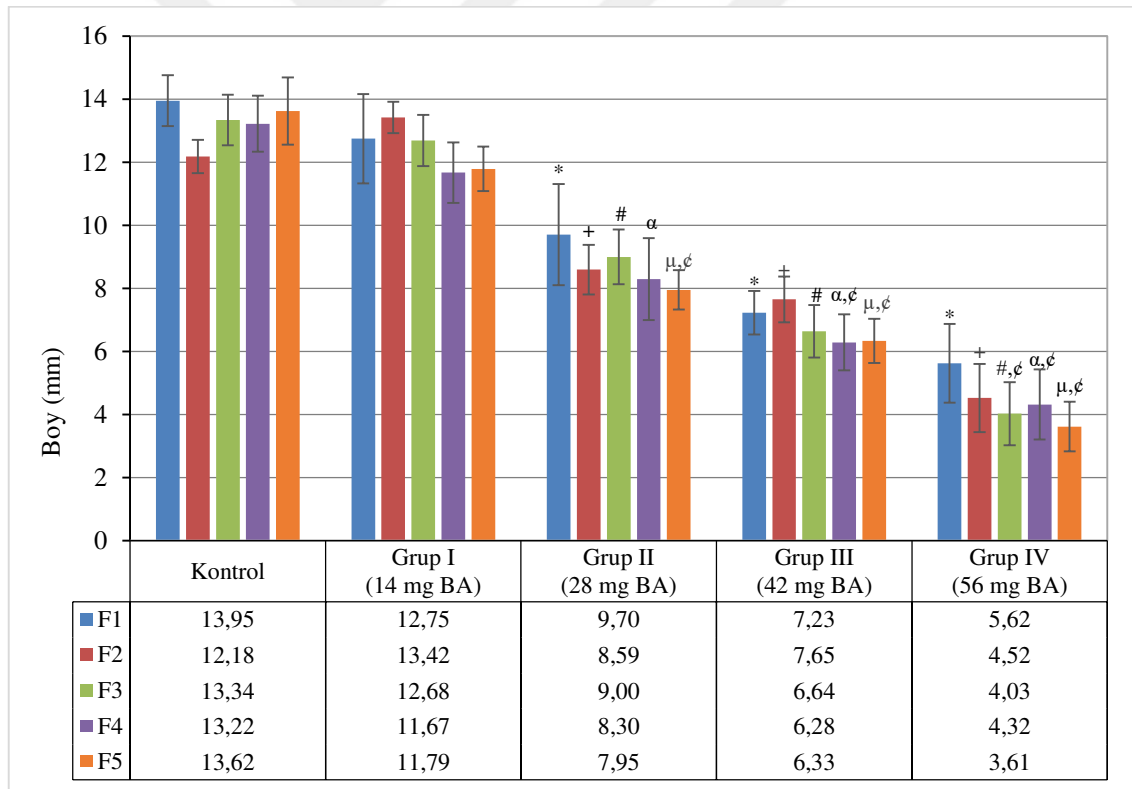
Şekil 3.8. Deney gruplarına göre her bir nesilde bırakılan ortalama larva sayısı. * F1 nesline göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + F2 nesline göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # F3 nesline göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); ^a F4 nesline göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama±standart hata olarak değerlendirilmiştir.



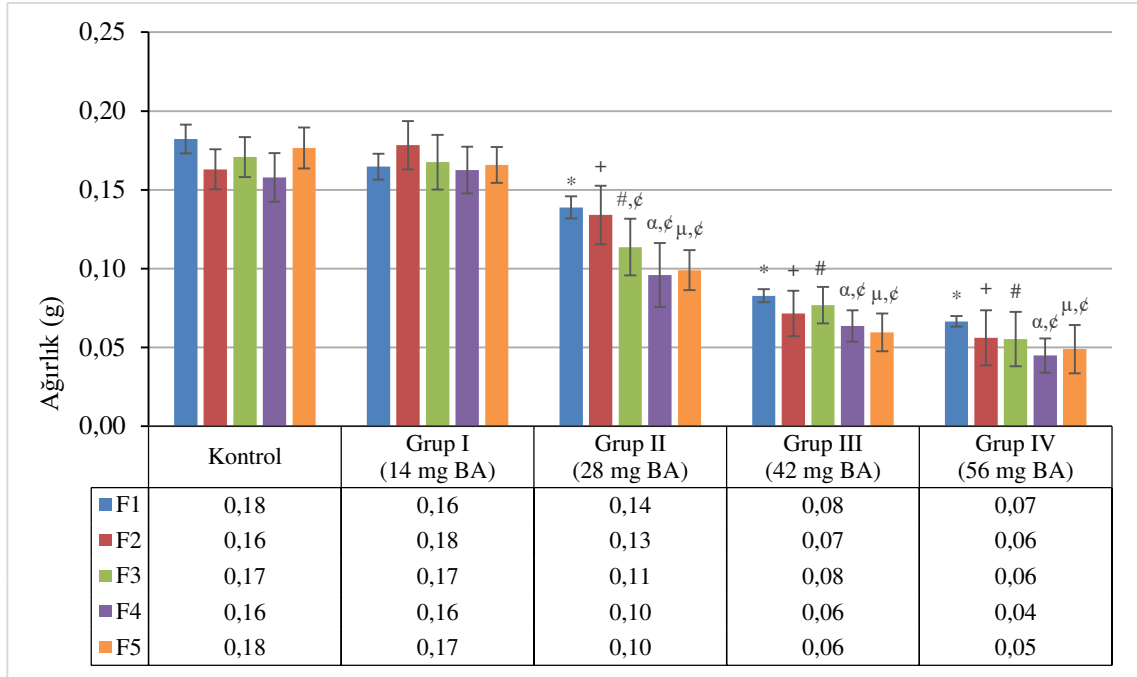
Şekil 3.9. Nesillere göre deney gruplarında bırakılan larva sayısı. * Kontrol grubuna göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + Grup I'e göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # Grup II'ye göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); ^a Grup III'e göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama±standart hata olarak değerlendirilmiştir.

BA'nın ardışık nesillerde larva boyuna etkisinin belirlenmesi amacıyla her bir grubun ardışık beş neslinden elde edilen larvaların ortalama boy uzunlukları ölçülmüştür (Şekil 3.10). Buna göre ardışık beş nesilden elde edilen larvaların boy ortalaması F1'den F5'e doğru sırasıyla, kontrol grubunda 13.95, 12.8, 13.34, 13.22 ve 13.62 mm; Grup I'de 13.4, 12.7, 12.7, 11.7 ve 11.8 mm; Grup II'de 9.7, 8.6, 9, 8.3 ve 7.9 mm; Grup III'de 7.2, 7.7, 6.6, 6.3 ve 6.3 mm; Grup IV'de ise 5.6, 4.5, 4, 4.3 ve 3.6 mm olarak hesaplanmıştır.

BA'nın nesillere göre larva ağırlığına etkisine bakıldığında kontrol grubunda ardışık beş neslin ağırlık ortalaması F1'den F5'e doğru sırasıyla 0.182, 0.163, 0.171, 0.158 ve 0.177 g olarak ölçülmüştür. Diğer deney gruplarındaki ağırlık ortalaması ise Grup I için 0.165, 0.178, 0.168, 0.163, 0.166 g; Grup II için 0.139, 0.134, 0.114, 0.096, 0.099 g; Grup III için 0.083, 0.072, 0.077, 0.064, 0.060 g ve Grup IV için 0.067, 0.056, 0.055, 0.045, 0.049 g olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.11).



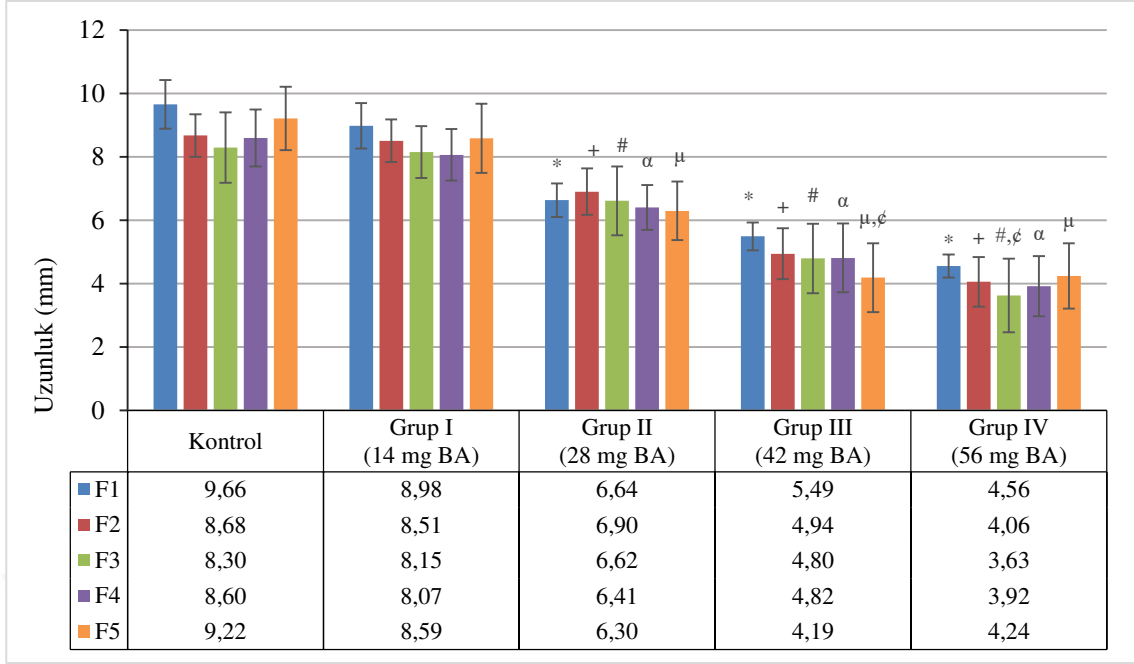
Şekil 3.10. Gruplara göre borik asitin ardışık nesillerdeki larva boyuna etkisi. Kontrol grubuna göre: *F1 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + F2 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # F3 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); α F4 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). ϵ Her bir deney grubunun kendi F1 nesline göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama $\pm$ standart hata olarak değerlendirilmiştir.



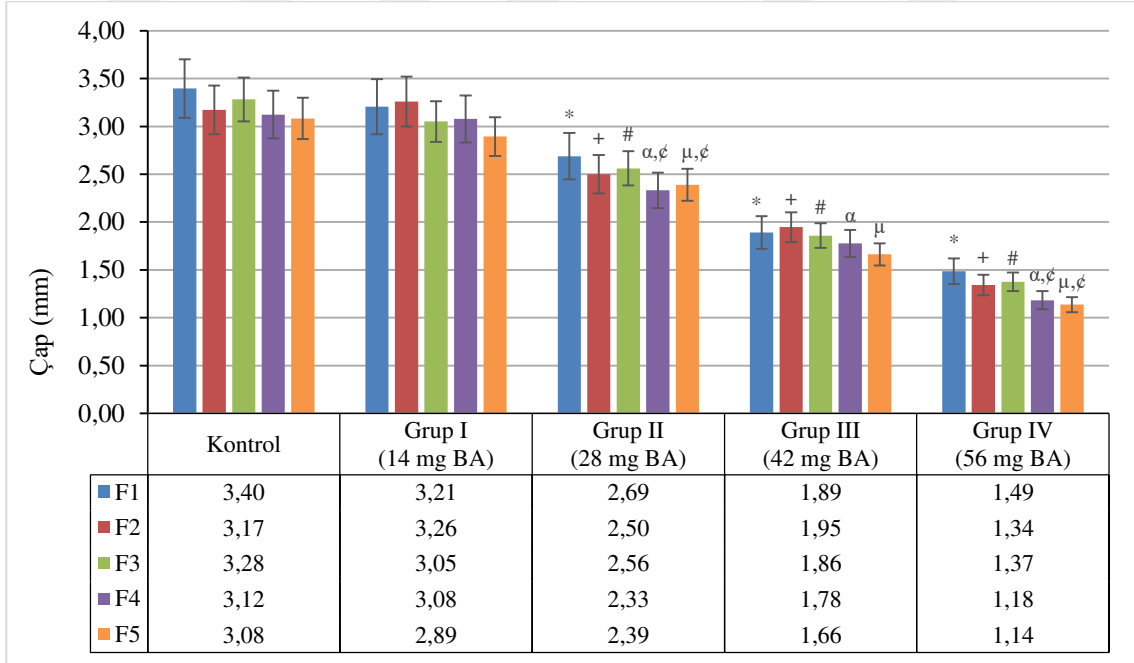
Şekil 3.11. Gruplara göre borik asitin ardışık nesillerdeki larva ağırlığına etkisi. Kontrol grubuna göre: *F1 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + F2 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # F3 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); ^a F4 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). ^εHer bir deney grubunun kendi F1 nesline göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama±standart hata olarak değerlendirilmiştir.

Kontrol grubu ile BA uygulanmış her bir grubun larvalarının ardışık beş nesline ait pupaların boy uzunluğu ve çapları ölçülmüştür (Şekil 3.12; Şekil 3.13). F1’den F5 nesline doğru, pupa boylarına ait değerler sırasıyla kontrol grubu için 9.7 8.7, 8.3, 8.6 ve 9.1 mm; Grup I için 9, 8.5, 8.2, 8.1 ve 8.6 mm; Grup II için 6.6, 6.9, 6.6, 6.4 ve 6.3 mm; Grup III için 5.5, 4.9, 4.8, 4.8 ve 4.2 mm; Grup IV için ise 4.6, 4.1, 3.6, 3.9 ve 4.2 mm olarak tespit edilmiştir. Pupa çaplarının ortalamaları ise nesillere göre sırasıyla kontrol grubunda 3.4, 3.21, 3.28, 3.12 ve 3.08 mm; Grup I’de 3.21, 3.26, 3.05, 3.08, 2.89 mm; Grup II’de 2.69, 2.50, 2.55, 2.32 ve 2.35 mm; Grup III’de 1.89, 1.95, 1.86, 1.78 ve 1.66 mm; Grup IV’de ise 1.49, 1.34, 1.37, 1.18 ve 1.14 mm olarak ölçülmüştür.

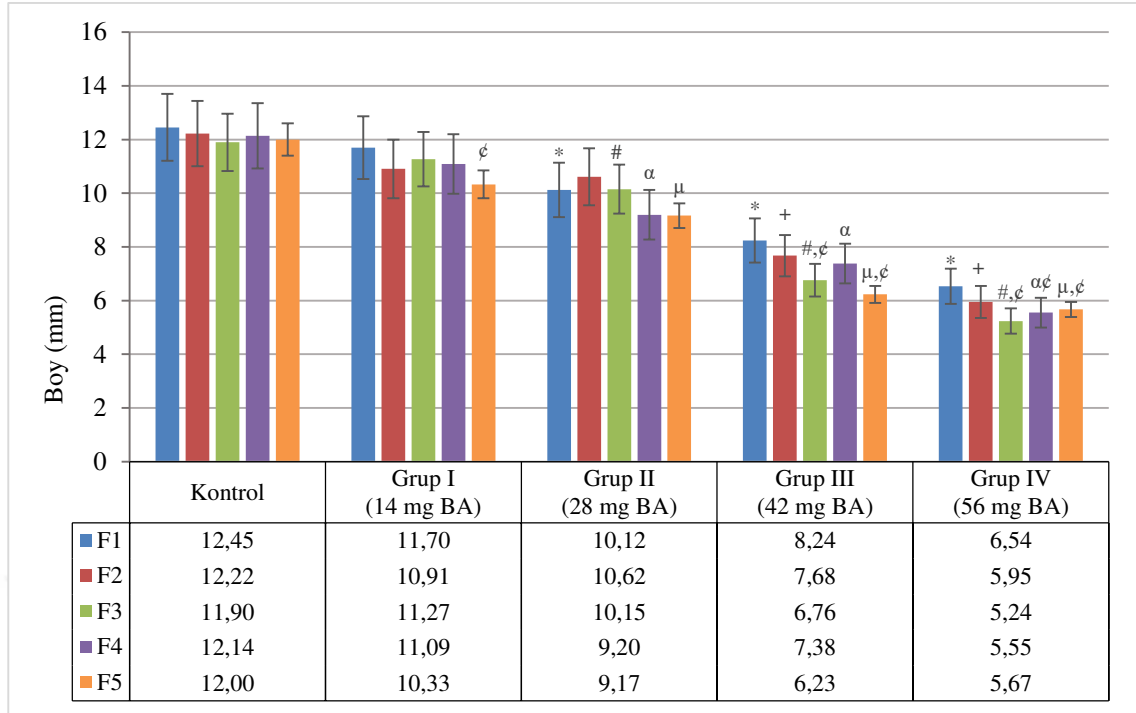
Pupalardan çıkan ergin bireylerin boyları ölçülmüş ve BA’nın her grup için her nesilde, yine pupa boy ve çaplarına bağlı olarak, ergin boyunda azalmalara neden olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.14). F1’den F5 nesline doğru, ergin boylarına ait değerler sırasıyla kontrol grubu için 12.45, 12.22, 11.9, 12.5 ve 12.2 mm; Grup I için 11.7, 12.1, 11.27, 11.7 ve 11.03 mm; Grup II için 9.6, 10.16, 9.65, 9.40 ve 8.77 mm; Grup III için 7.74, 7.08, 7.76, 7.11 ve 6.23 mm; Grup IV için ise 6.04, 5.45, 4.74, 5.05 ve 5.17 mm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.12. Gruplara göre borik asitin ardışık nesillerdeki pupa boyuna etkisi. Kontrol grubuna göre: *F1 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + F2 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # F3 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); α F4 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). ϵ Her bir deney grubunun kendi F1 nesline göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama $\pm$ standart hata olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.13. Gruplara göre borik asitin ardışık nesillerdeki pupa çapına etkisi. Kontrol grubuna göre: *F1 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + F2 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # F3 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); α F4 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). ϵ Her bir deney grubunun kendi F1 nesline göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama $\pm$ standart hata olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.14. Gruplara göre borik asit'in ardışık nesillerdeki ergin boyuna etkisi. Kontrol grubuna göre: *F1 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); + F2 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); # F3 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$); α F4 neslinde anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). ϵ Her bir deney grubunun kendi F1 nesline göre anlamlı farklılıklar ($P < 0.05$). Tüm değerler ortalama $\pm$ standart hata olarak değerlendirilmiştir.

3.3. İstatistiksel Bulgular

Elde edilen verilerin analizi IBM SPSS Statistics 20 programı ile değerlendirilmiştir. Uygulanacak testin belirlenmesi için öncelikle verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı tespit edilmiştir. Analizlerde 5 deney tekrarına ait her bir deney grubundan 10 örneklem yapılarak toplam 50 bireyden elde edilen ölçümler kullanılmıştır.

Larvalardan elde edilen ağırlık, boy vb. sayısal değerlerin normal dağılım analizi sonucunda verilerin normal bir dağılıma sahip olduğu görülmüştür (EK-1).

Verilerin normal bir dağılım göstermesi; çalışmada tek değişken ve bu değişkene bağlı olarak ikiden fazla deneme grubu kullanılması nedeniyle uygulanacak analiz/test yöntemi One-Way ANOVA olarak belirlenmiştir.

Larvalara uygulanan BA miktarının larvaların ağırlığı ve boyu üzerine etkilerinin belirlenmesinde elde edilen verilere gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenebilmesi için One-Way ANOVA (Scheffe testi) testi uygulanmıştır (Tablo 3.11).

Tablo 3.11. Borik asitin *S. africa* larvalarının ağırlık, boy ve yaşama oranına etkisi.

Grup	Larva ağırlığı (Ort * ± S.H) ⁺	Larva boyu (Ort * ± S.H) ⁺	Ölüm oranı (%) (Ort * ± S.H) ⁺
Kontrol	0,096±0,010 ^a	13,28±0,95 ^a	4,00±1,00 ^a
Grup I (14 mg BA)	0,104±0,010 ^b	14,12±0,55 ^a	11,33±3,79 ^a
Grup II (28 mg BA)	0,071±0,008 ^a	10,96±0,41 ^b	28,67±5,27 ^b
Grup III (42 mg BA)	0,037±0,005 ^c	7,59±0,41 ^c	52,00±11,18 ^c
Grup IV (56 mg BA)	0,017±0,003 ^d	5,31±0,28 ^d	55,33±13,05 ^c

^{Ort} Ortalama; ^{S.H} Standart hata
* Beş tekrarın ortalaması, her bir tekrar için 10 larva kullanılmıştır.
+ Aynı sütunda aynı harf (abcd) ile gösterilen değerlerin arasında farklılık yoktur, P<0.05 (One-Way Anova).

Elde edilen sonuçlara göre, kontrol grubu ile 28 mg/100 g besiyeri BA uygulanan Grup II arasında larva ağırlıkları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı; kontrol grubu ile diğer tüm gruplar arasında ise istatistik açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.

BA'nın larvaların boyu üzerine olan etkileri bakımından, kontrol grubu ile 14 mg BA/100 g besiyeri uygulanan Grup I arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı; kontrol grubu ile diğer gruplar arasında ise anlamlı bir fark olduğu kaydedilmiştir.

Larvalara uygulanan BA miktarının pupa boyu, pupa çapı ve ergin boyu üzerine etkilerinin belirlenmesinde elde edilen verilere, gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenebilmesi için One-Way ANOVA (Scheffe testi) testi uygulanmıştır (Tablo 3.12).

Tablo 3.12. Borik asitin *S. africa* larvalarının pupa boyu, çapı ve ergin boyuna etkisi.

Grup	Pupa boyu (Ort * ± S.H) ⁺	Pupa çapı (Ort * ± S.H) ⁺	Ergin boyu (Ort * ± S.H) ⁺
Kontrol	9.42±0.43 ^a	3.64±0.27 ^a	12.79±0.89 ^a
Grup I (14 mg BA)	9.66±0.73 ^a	3.78±0.17 ^a	12.02±0.90 ^a
Grup II (28 mg BA)	8,704±0.51 ^b	2.52±0.32 ^b	10.77±1.11 ^b
Grup III (42 mg BA)	7.502±0.70 ^c	1.58±0.42 ^c	9.17±0.75 ^c
Grup IV (56 mg BA)	6.202±0.50 ^d	1.26±0.18 ^d	7.03±0.52 ^d

^{Ort} Ortalama; ^{S.H} Standart hata
* Beş tekrarın ortalaması. Her bir tekrar için 10 larva kullanılmıştır.
+ Aynı sütunda aynı harf (abcd) ile gösterilen değerlerin arasında farklılık yoktur. P<0.05 (One-Way Anova)

Test sonuçlarına göre, pupaların boyu ve çapları bakımından kontrol grubu ile 14 mg BA/100 g besiyeri uygulanmış Grup I arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farkın

olmadığı; kontrol grupları ile diğer gruplar arasında ise anlamlı bir farkın bulunduğu belirlenmiştir.

Erginlerin boy uzunlukları istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde kontrol grubu ile 14 mg/100 g besiyeri BA uygulanmış Grup I larvalardan elde edilen erginlerin boyları bakımından aralarında anlamlı bir fark olmadığı; diğer doz grupları arasında ise anlamlı bir fark bulunduğu belirlenmiştir. 28 mg/100 g besiyeri BA uygulanan Grup II larvalarının erginleri boy bakımından Grup I ve kontrol grubuna yakın olsa da istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir fark bulunmaktadır.

3.4. Histolojik Bulgular

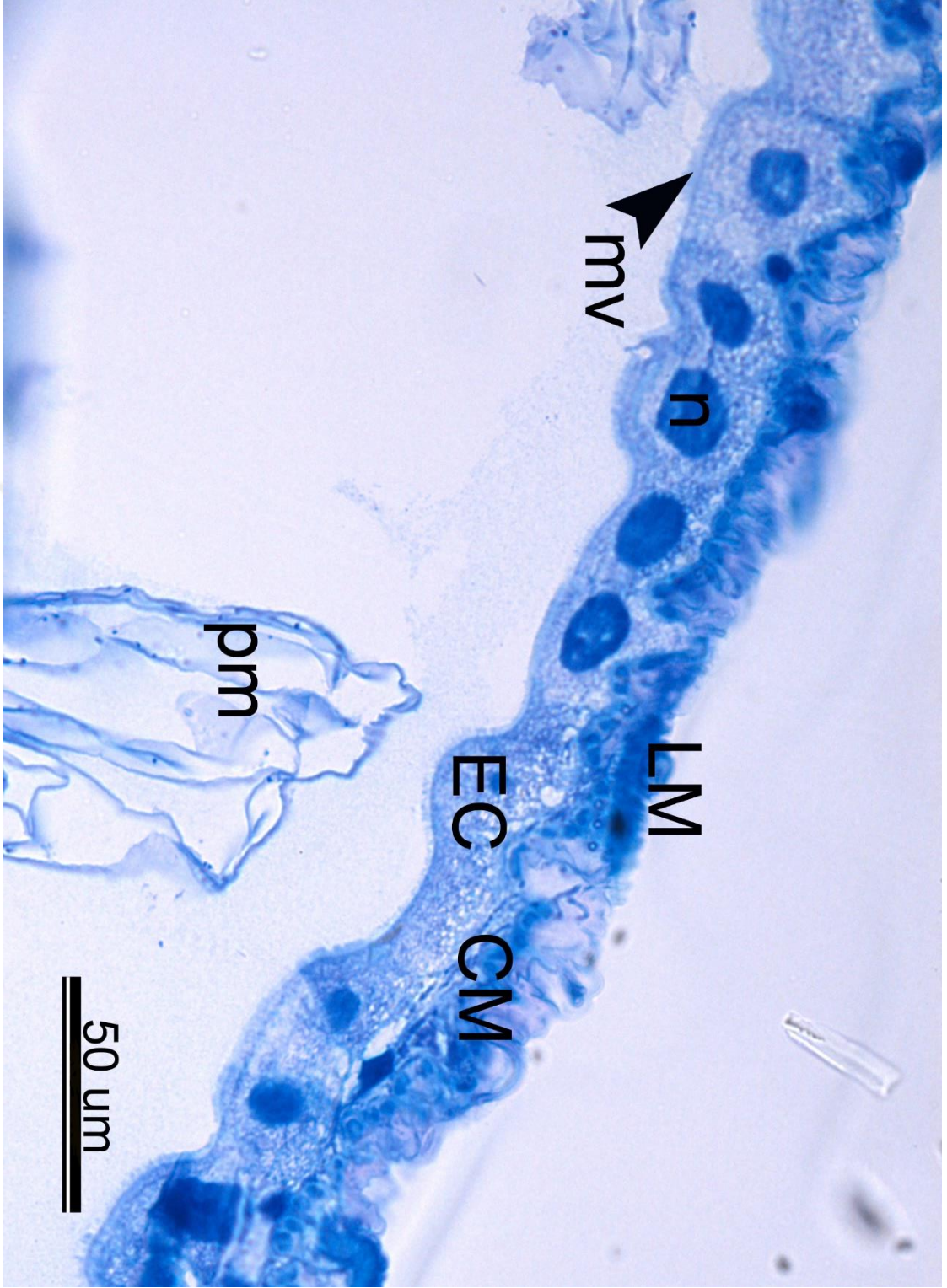
Bu tez çalışmasında elde edilen kontrol grubu larvalarına ait orta bağırsak kesitlerinin histolojisi, literatürde tanımlanan yapısal özelliklerle uyumludur (Görsel 3.2). Düzenli sıralanan epitel hücreleri hücre ortasında yer alan, iri ve düzgün sınırlı çekirdeklere sahiptir. Mikrovilluslar normal görünümlü olup, halkasal ve boyuna kaslar ile peritrofik membran bütünlüğünü korumaktadır.

Grup I larvalarının orta bağırsak kesitlerinde besin yolu ile alınan BA'nın bağırsak dokusu üzerinde bazı geri dönüşümlü değişikliklere neden olduğu görülmüştür). Bu etkiler epitel hücrelerinde düşük düzeyde vakuolasyon ve şişme, boyuna kaslarda ve halkasal kaslarda hafif düzeyde deformasyon, mikrovilli'de hücrelerin su alarak şişmesine bağlı düzensiz görünüm olarak tespit edilmiştir. Peritrofik membran bütünlüğünü korumakla birlikte membran içerisinde besin partiküllerinin yoğun olarak biriktiği gözlenmiştir (Görsel 3.3 ve Görsel 3.4).

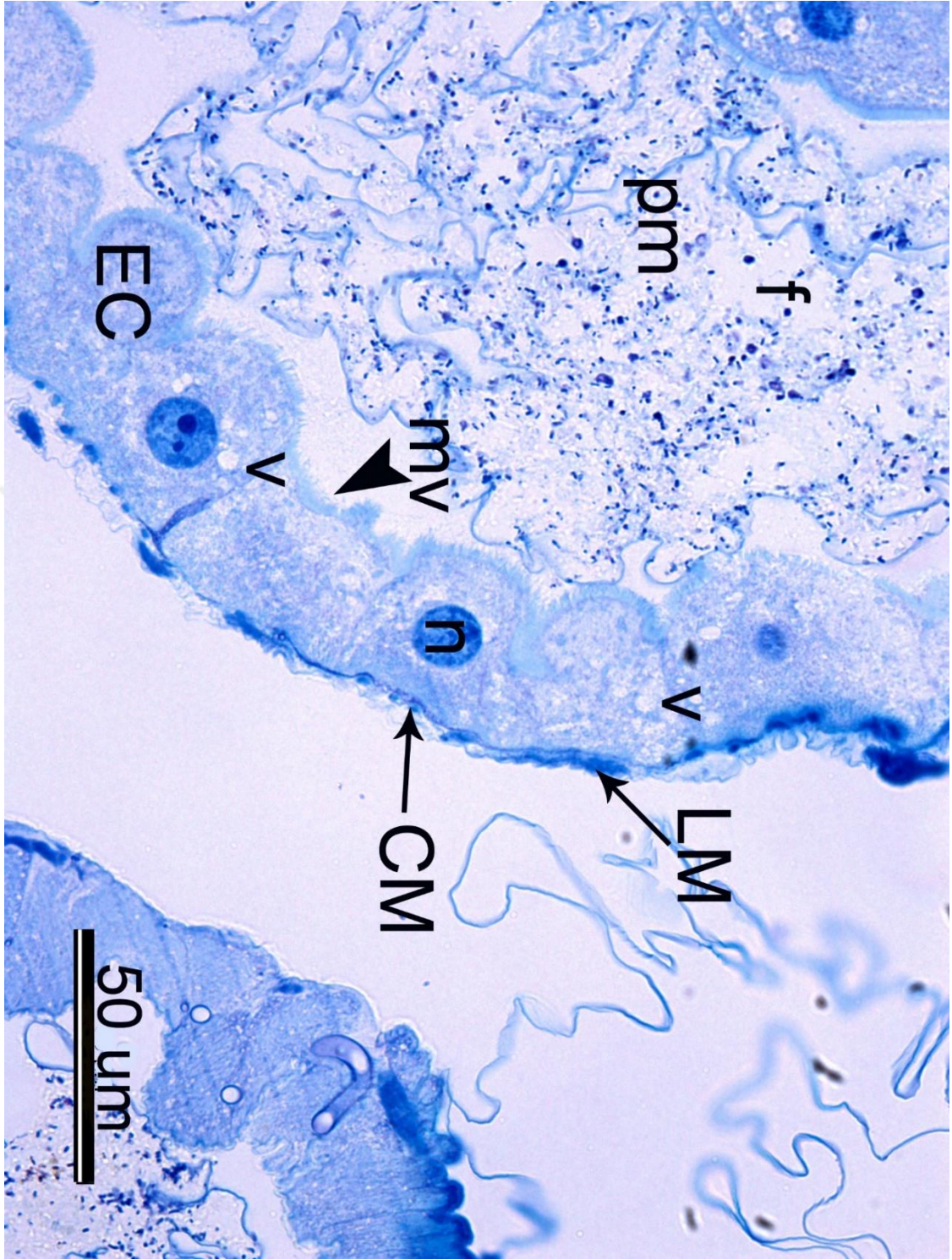
Grup II larvalarında orta bağırsağın farklı bölgelerinden alınan kesitlerde değişen yoğunluktaki patolojik lezyonlara rastlanmıştır. Epitel hücreleri'nin apikal sitoplazmasında yoğunlaşan mikroveziküler dejenerasyon görülmüştür. Epitel hücrelerinde şişme, hücrelerarası boşluklarda genişleme, boyuna kaslar'da ve halkasal kaslar'da artan dejenerasyon ve parçalanma ve mikrovilli'de hücrel şişmeye bağlı düzensiz görünüm ile mukus sekresyonunda artış tespit edilmiştir (Görsel 3.5). Bununla birlikte orta bağırsağın diğer bölgelerinde; epitel hücrelerinin sitoplazmasında yaygın olarak gözlenen makroveziküler dejenerasyon, sitoplazma kaybı ve çekirdek deformasyonu, epitel hücre hiperplazisi, nekroz, mikrovilli kaybı ve mukus sekresyonunda artış görülmüştür (Görsel 3.6).

Grup III larvalarındaki patoloji BA'in akut doz (42 mg/100 g besiyeri BA) uygulamasının etkilerini yansıtmaktadır. Bu grupta şiddeti orta bağırsağın farklı bölgelerinden alınan kesitlerde değişiklik gösteren patolojik lezyonlar izlenmiştir. Ayrıca, lezyonların şiddetinin uygulanan BA dozuna bağlı olarak da artmış olduğu görülmüştür. Hücresel sınırlar ortadan kalkmış, epitel hücre hiperplazisi ve nekrotik bölgelerin yoğunluğunda artış izlenmiştir. Ayrıca mikrovilli kaybı, boyuna kaslar'da ve halkasal kaslar'da artan dejenerasyon ve parçalanma, çekirdek deformasyonu, mukus sekresyonunda artış ve peritrofik membran içindeki besin partiküllerinde azalma görülmüştür (Görsel 3.7). Bazı bölgelerde yoğun makroveziküler dejenerasyon ve sitoplazma kaybı bulunmaktadır (Görsel 3.8).

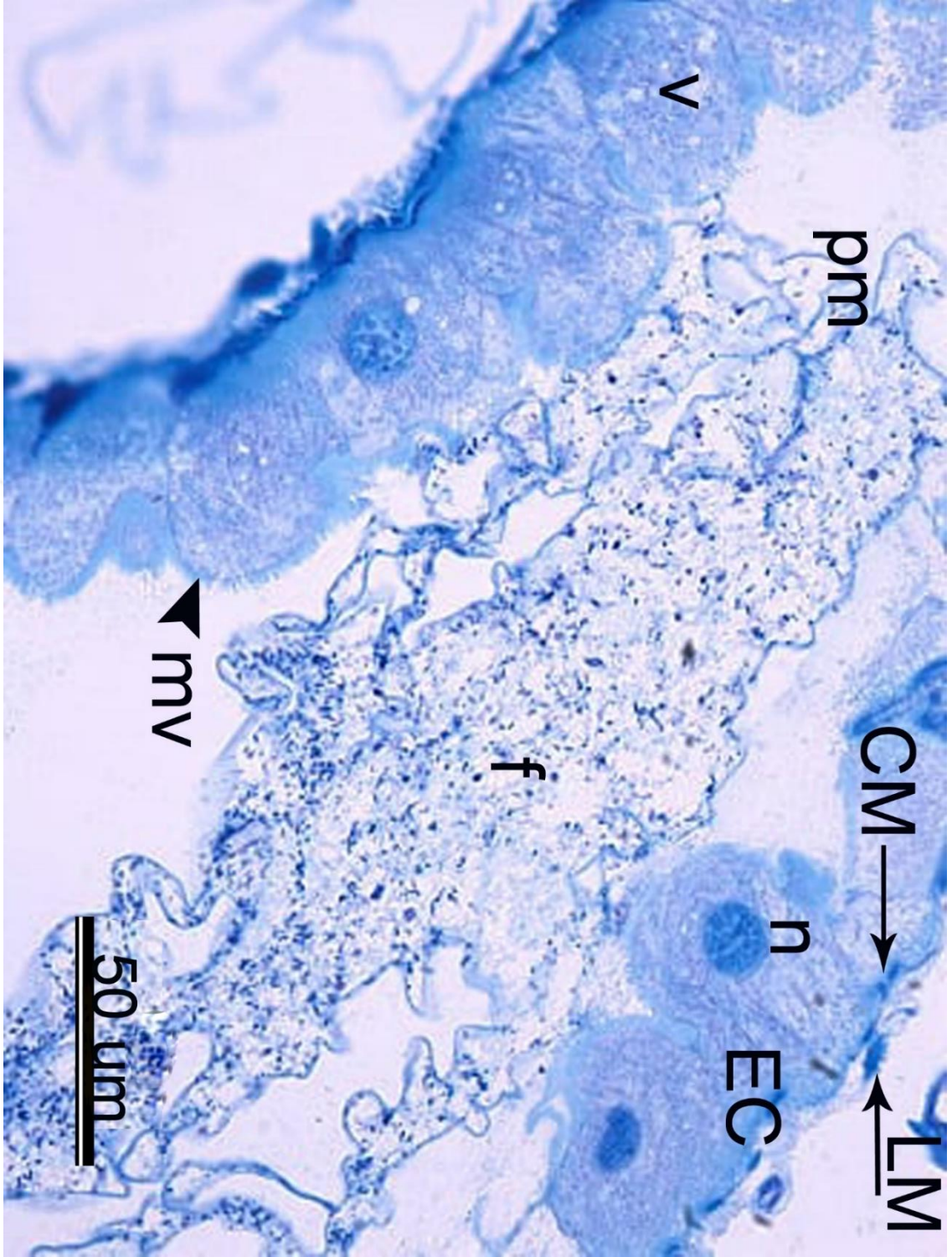
Grup IV larvaları BA'in bu çalışmada uygulanan en yüksek dozuna (56 mg/100 g besiyeri BA) maruz kalmıştır. Bu grupta daha düşük dozlar uygulanan diğer gruplardakiler ile ortak lezyonlar görülmekle birlikte, bu lezyonların sıklığı ve şiddeti artmıştır. Epitel hücreleri, boyuna ve halkasal kaslarda görülen nekroz hücresel düzeyden dokunun geneline yayılmıştır. Bu nedenle hücresel sınırların tamamen ortadan kalktığı ve doku bütünlüğünün zarar gördüğü tespit edilmiştir (Görsel 3.9). Makroveziküler dejenerasyon ve sitoplazmik kayıplar doku genelinde yaygındır (Görsel 3.10). Peritrofik membran incelmış ve birçok bölgede bütünlüğünü kaybetmiş, besin içeriği düşük düzeydedir (Görsel 3.11).



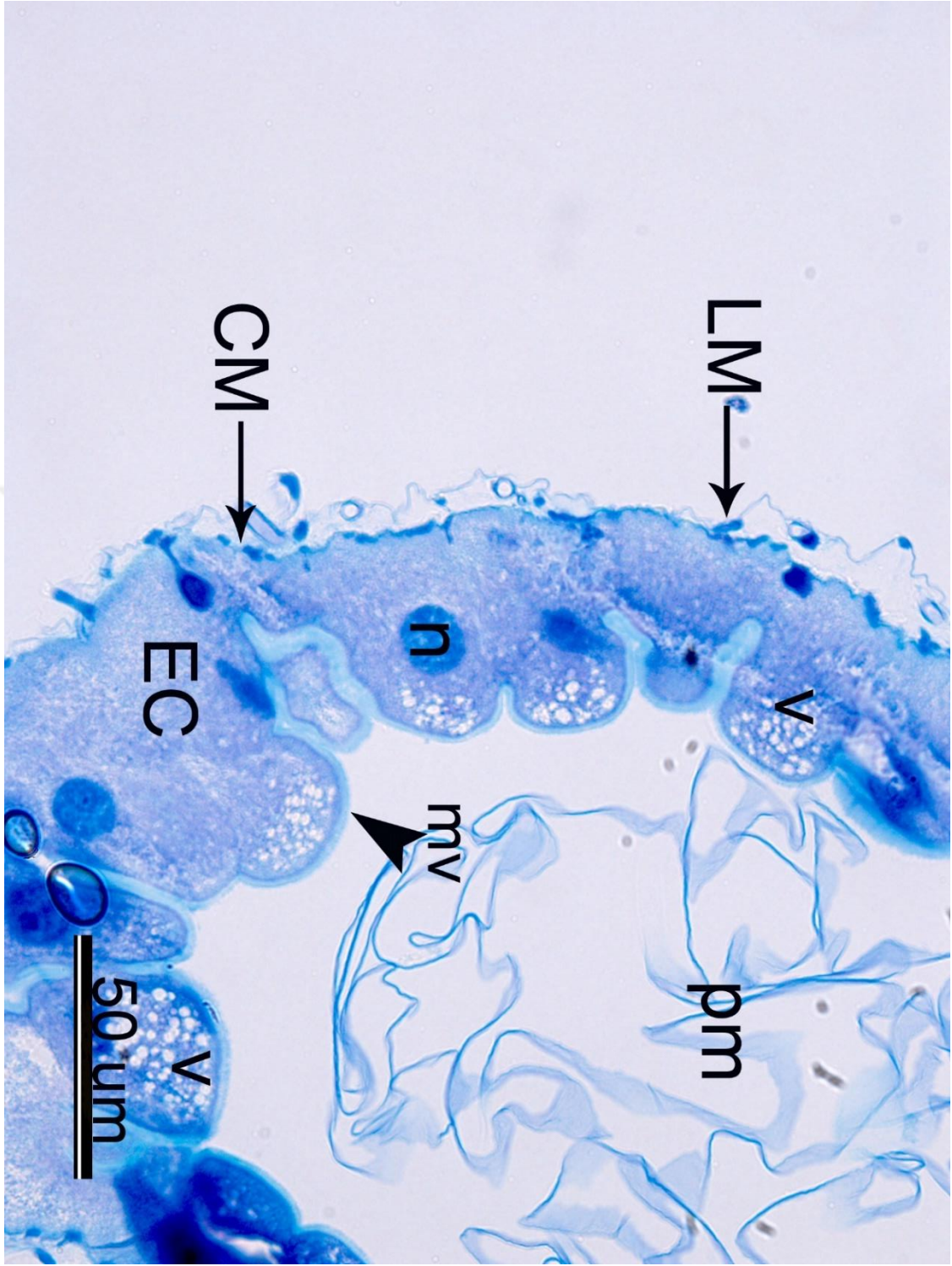
Görsel 3.2. *S. africa*’nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Kontrol Grubu: Epitel hücreleri (EC) ve çekirdek (n), boyuna kaslar (LM), halkasal kaslar (CM), mikrovilluslar (mv) ve peritrofik membranın (pm) normal görünümü.



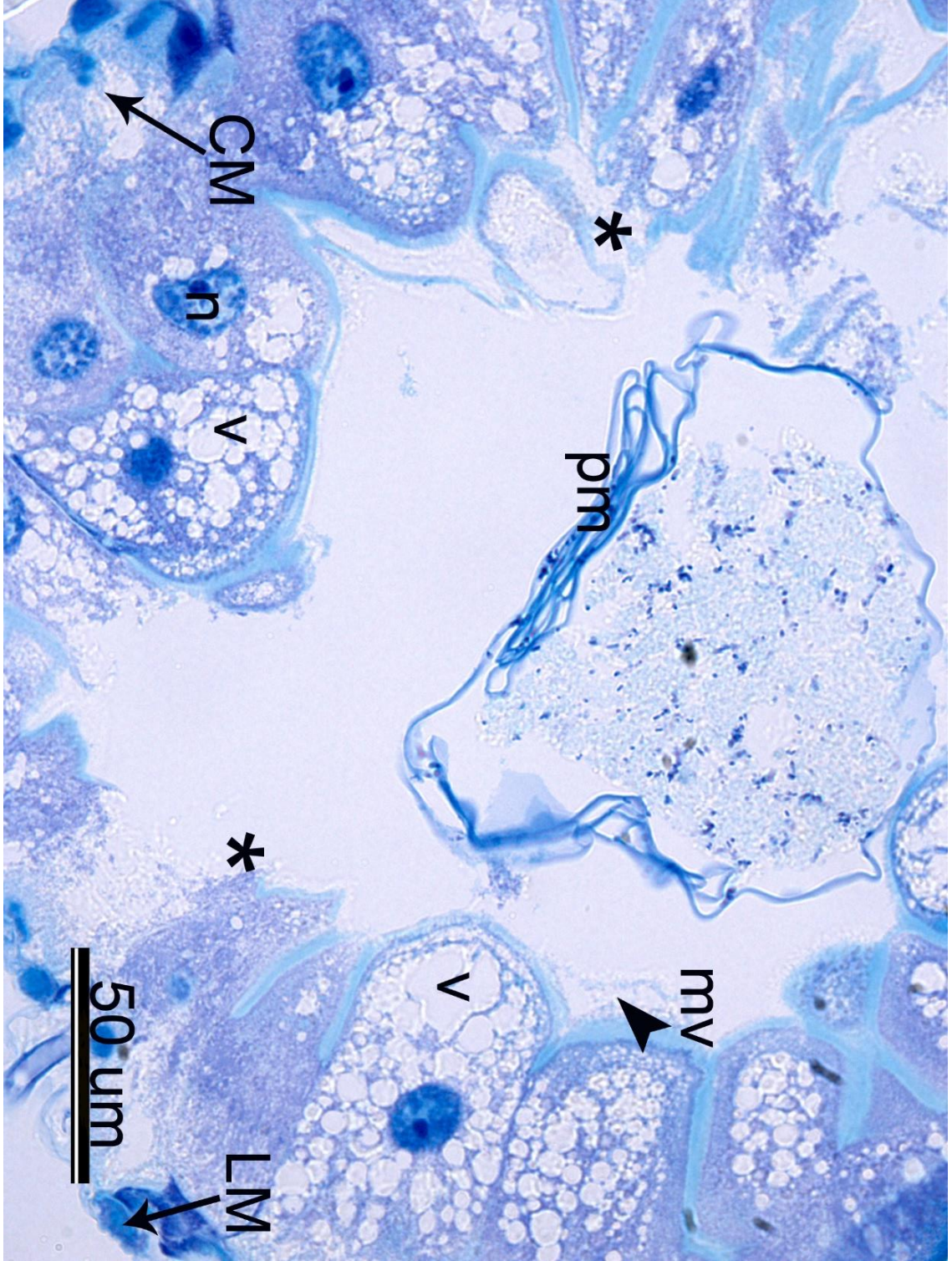
Görsel 3.3. *S. africa*’nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup I (14 mg/100 g besiyeri BA): Epitel hücreleri (EC)’nde düşük düzeyde vakuolasyon (v) ve şişme, boyuna kaslar (LM)’da ve halkasal kaslar (CM)’da hafif düzeyde deformasyon, mikrovilli’de hücresel şişmeye bağlı düzensiz görünüm, peritrofik membran (pm) içerisinde yoğun olarak gözlenen besin partikülleri (f).



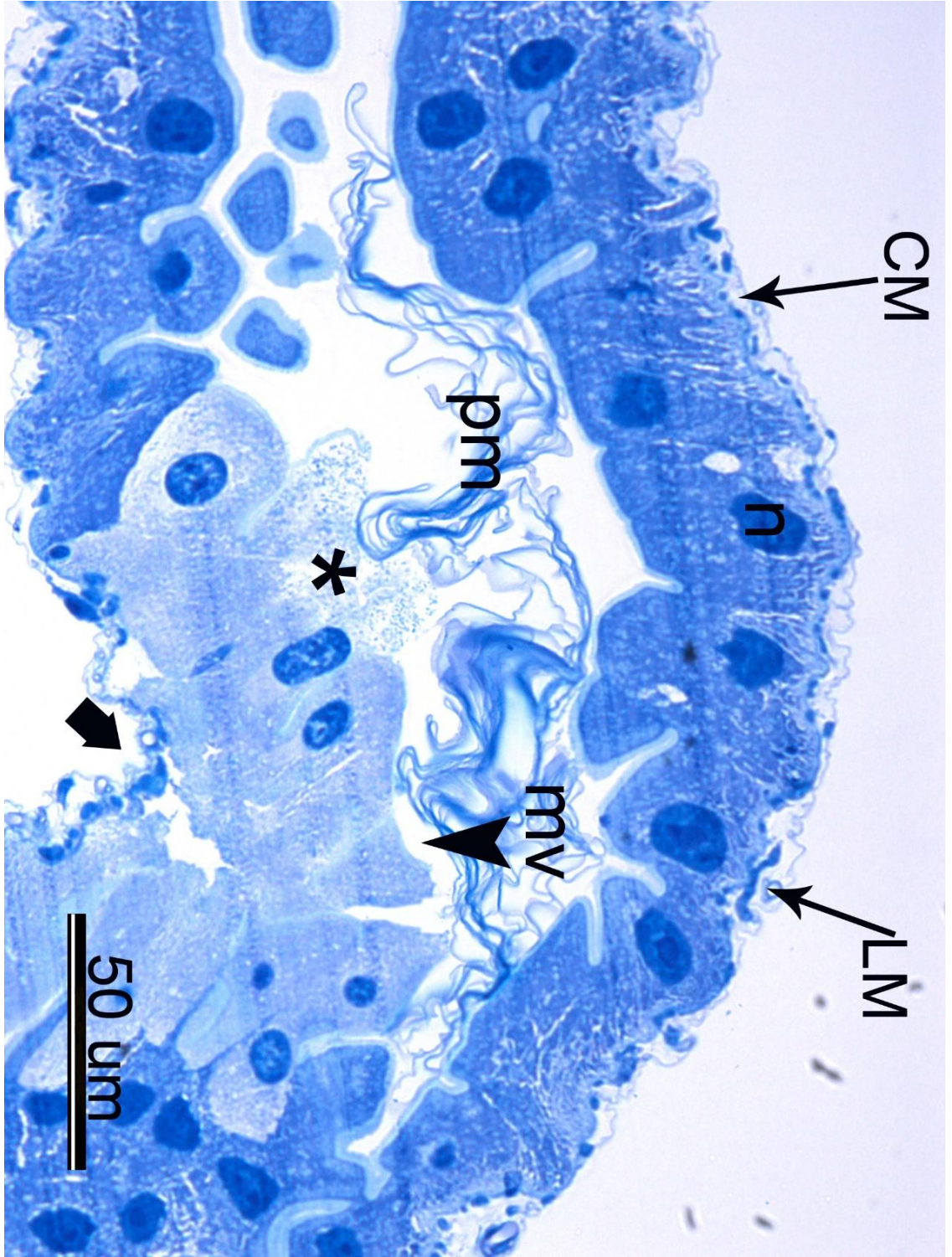
Görsel 3.4. *S. africa*'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup I (14 mg/100 g besiyeri BA): Epitel hücreleri (EC)'nde düşük düzeyde vakuolasyon (v) ve şişme, boyuna kaslar (LM)'da ve halkasal kaslar (CM)'da hafif düzeyde deformasyon, mikrovilli'de hücresel şişmeye bağlı düzensiz görünüm, peritrofik membran (pm) içerisinde yoğun olarak gözlenen besin partikülleri (f).



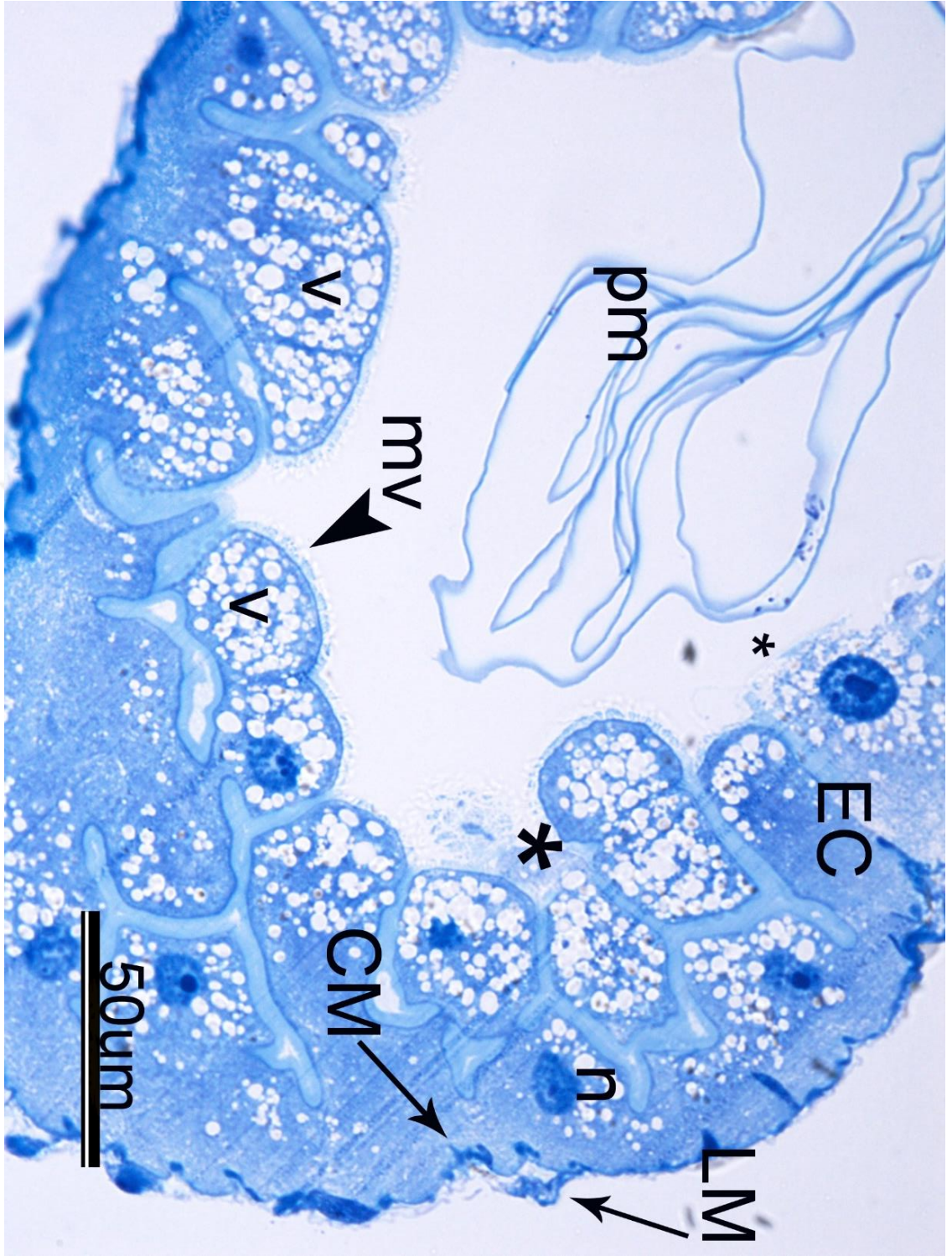
Görsel 3.5. *S. africa*'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup II (28 mg/100 g besiyeri BA): Epitel hücreleri (EC)'nde apikal sitoplazmada mikroveziküler dejenerasyon (v) ve şişme, hücrelerarası boşluklarda genişleme, boyuna kaslar (LM)'da ve halkasal kaslar (CM)'da artan dejenerasyon ve parçalanma, mikrovilli'de hücresel şişmeye bağlı düzensiz görünüm (mv) ve mukus sekresyonunda artış.



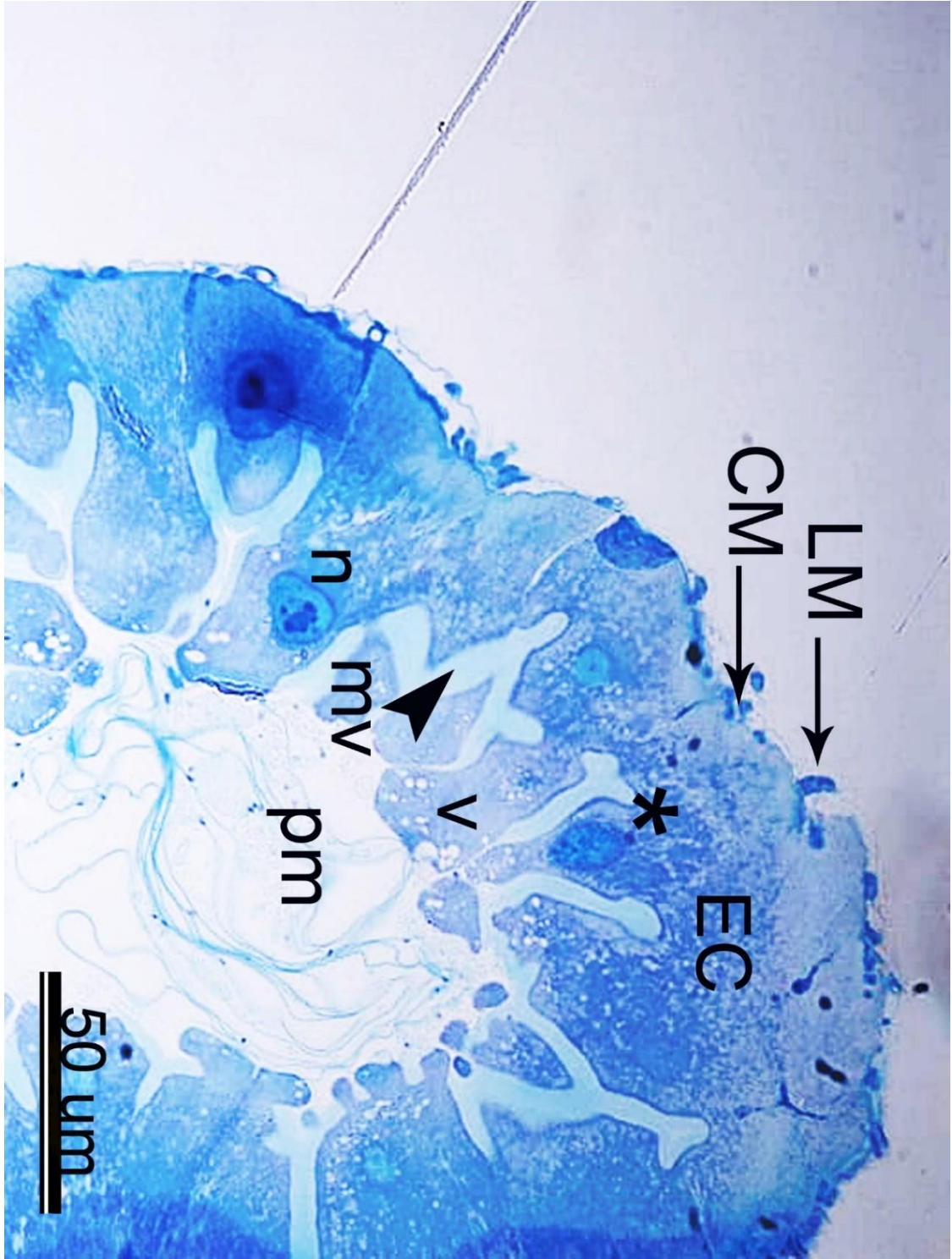
Görsel 3.6. *S. africa* 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup II (28 mg/100 g besiyeri BA): Epitel hücreleri (EC) 'nde makroveziküler dejenerasyon (v), şişme, hiperplazi ve nekroz (*), epitel hücrelerinde çekirdek deformasyonu (n), boyuna kaslar (LM) 'da ve halkasal kaslar (CM) 'da artan dejenerasyon ve parçalanma, mikrovilli 'de düzensiz görünüm ve parçalanma (mv), mukus sekresyonunda artış.



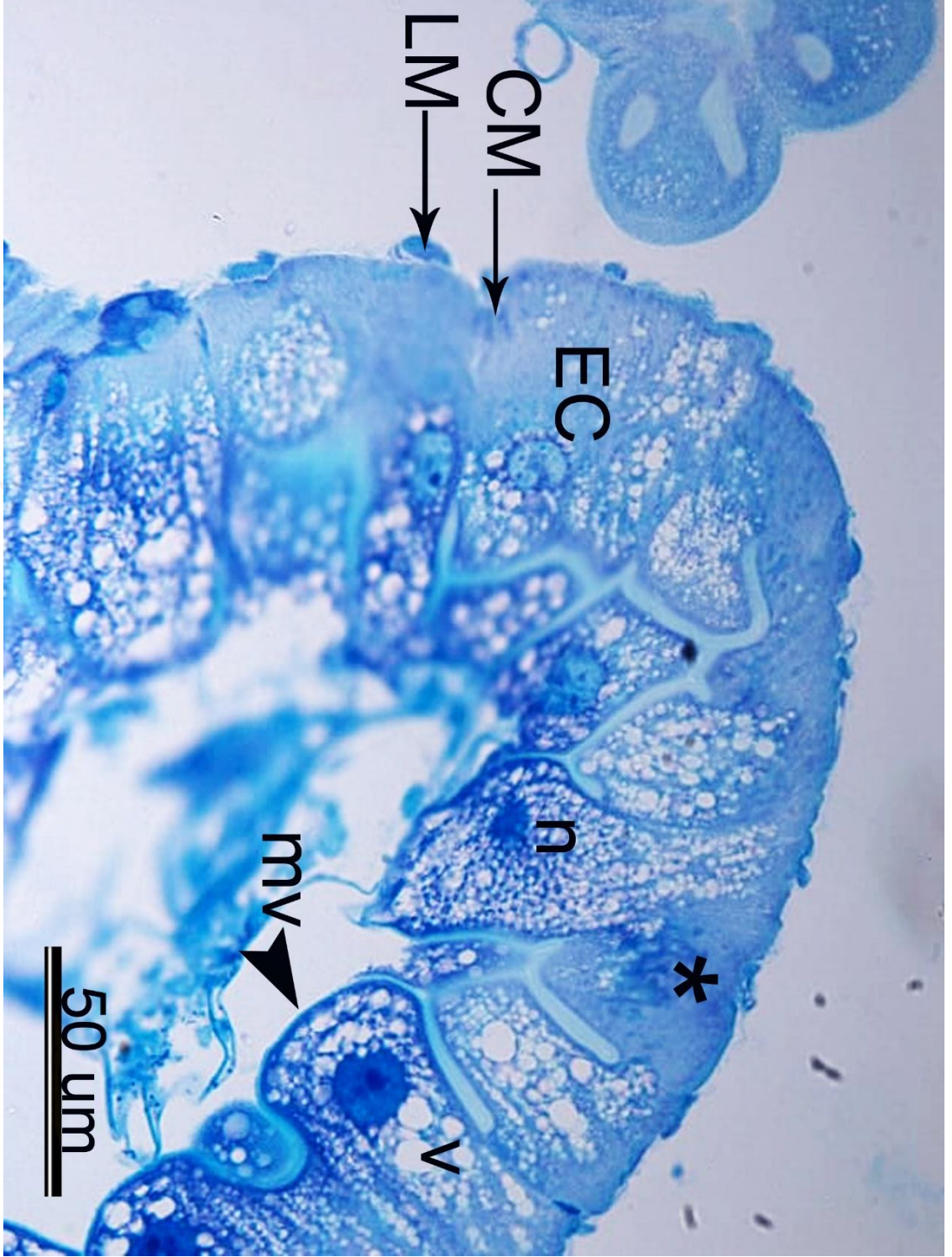
Görsel 3.7. *S. africa*'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup III (42 mg/100 g besiyeri BA): Epitel hücreleri (EC)'nde şişme, hiperplazi ve nekroz (*), epitel hücrelerinde çekirdek deformasyonu (n), hücre sınırlarının kaybı ve mikrovilli kaybı (mv), boyuna kaslar (LM)'da ve halkasal kaslar (CM)'da artan dejenerasyon ve parçalanma, mukus sekresyonunda artış, peritrofik membran (pm) içindeki besin partiküllerinde azalma.



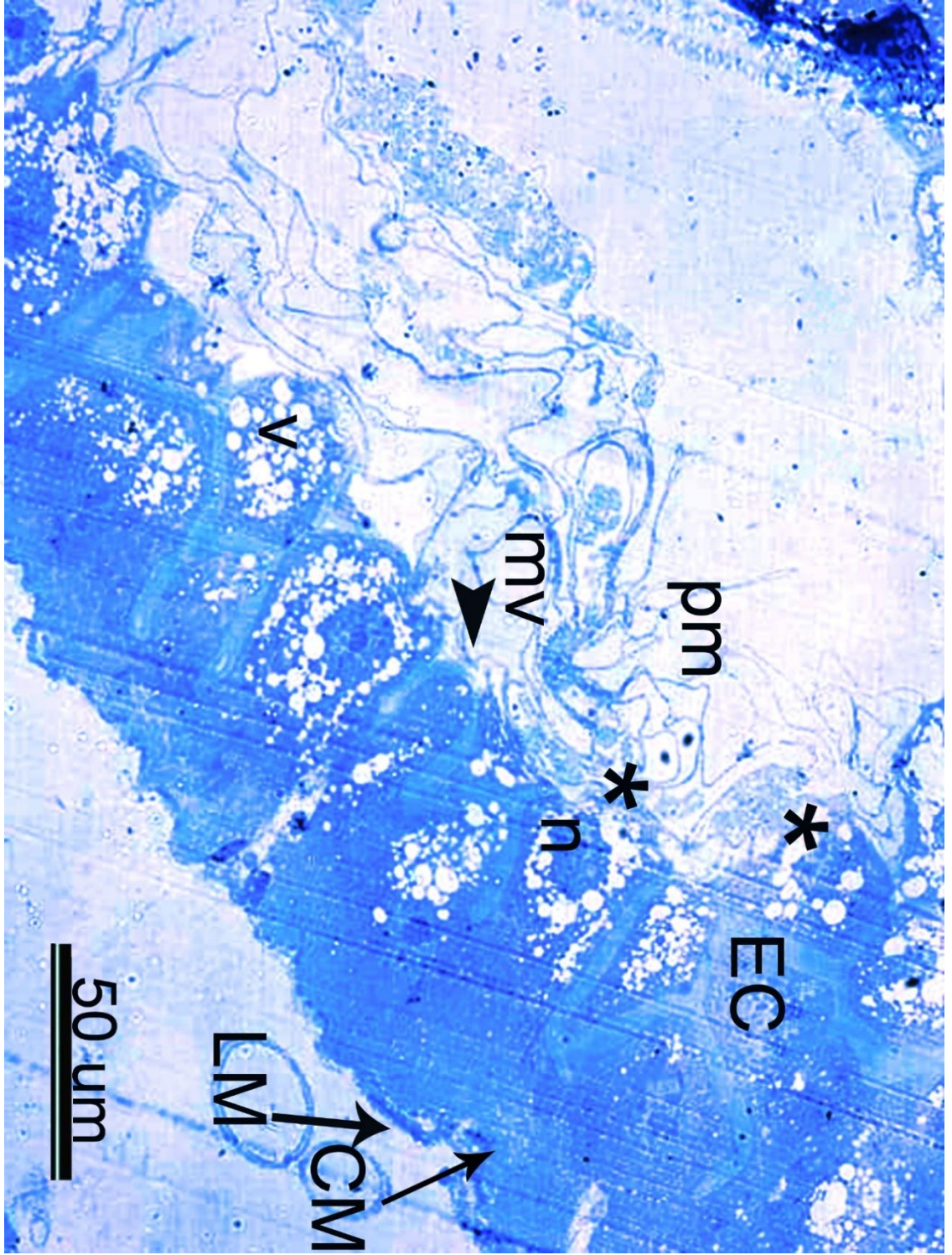
Görsel 3.8. *S. africa*'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup III (42 mg/100 g besiyeri BA): Epitel hücreleri (EC)'nde makroveziküler dejenerasyon (v), şişme, hiperplazi ve nekroz (*), epitel hücrelerinde çekirdek deformasyonu (n), boyuna kaslar (LM)'da ve halkasal kaslar (CM)'de parçalanma, mikrovilli'de düzensiz görünüm ve parçalanma (mv), mukus sekresyonunda artış, peritrofik membran(pm) içindeki besin partiküllerinde azalma.



Görsel 3.9. *S. africa*'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup IV (56 mg/100 g besiyeri BA): Epitel hücreleri (EC)'nde hücresel sınırların kaybı ve yaygın nekroz (*), epitel hücrelerinde çekirdek deformasyonu (n) ve mikrovilli kaybı (mv), hücrelerarası boşluklarda genişleme, boyuna kaslar (LM)'da ve halkasal kaslar (CM)'da parçalanma ve nekroz, mukus sekresyonunda artış, peritrofik membranda incelme (pm).



Görsel 3.10. *S. africa* 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup IV (56 mg/100 g besiyeri BA): Epitel hücreleri (EC) 'nde makroveziküler dejenerasyon, hücresel sınırların kaybı ve nekroz (*), epitel hücrelerinde çekirdek deformasyonu (n) ve mikrovilli kaybı (mv), boyuna kaslar (LM) 'da ve halkasal kaslar (CM) 'da parçalanma veya yaygın nekroz (*), mukus sekresyonunda artış, peritrofik membranda inceltme ve parçalanma (pm), besin partiküllerinde azalma.



Görsel 3.11. *S. africa* 'nın III. larval döneme ait orta bağırsak enine kesiti. Grup IV (56 mg/100 g besiyeri BA): Epitel hücreleri (EC) 'nde makroveziküler dejenerasyon, hücresel sınırların kaybı ve nekroz (*), epitel hücrelerinde çekirdek deformasyonu (n), mikrovilli kaybı (mv) ve nekroz (*), boyuna kaslar (LM) 'da ve halkasal kaslar (CM) 'da parçalanma ve yaygın nekroz, mukus sekresyonunda artış, peritrofik membranda incelmeye ve parçalanma (pm), besin partiküllerinde azalma.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Larvalara uygulanacak BA konsantrasyonlarının belirlenmesinde Sarcophagidae familyası türleri ile ilgili bir çalışma olmadığından en yakın gruplarla ilgili çalışmalar referans olarak ele alınmıştır (Ali, Xue ve Barnard, 2006; Cruz vd., 2010; Hyrls, Büyükgüzel ve Büyükgüzel, 2007; Xue vd., 2006; Yang vd., 2000b). Bu nedenle bu çalışmada elde edilen sonuçlar gelecekte yapılacak benzer çalışmalar için referans olacaktır.

Bu çalışmada *Sarcophaga africa*'da BA için LD₅₀ değeri (100 g besin için) 42.010 mg borik asit ($p<0.05$) olarak bulunmuştur.

B ve türevlerinin böcekler üzerindeki etkileri ile ilgili yapılmış birçok çalışmada bor bileşiklerinin larva ve pupaların böceklerde yumurta üretimini ve açılımını azalttığı, larva ve pupa evrelerinde ölüm oranını arttırdığı ve gelişimi geciktirdiği rapor edilmiştir (Zurek vd., 2003; Xue ve Barnard, 2003; Gore ve Schal, 2004; Gore vd., 2004; Hyrls, Büyükgüzel ve Büyükgüzel, 2007). *Sarcophaga africa*'da ise BA'nın larva ve pupa gelişimi üzerine etkileri ile ilgili daha önce yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada elde edilen verilerde *S. africa*'da BA uygulanmış gruplarda larval döneme giriş sürelerinin kontrol grubuna göre uzadığı görülmektedir. Kontrol grubu ile Grup I, II ve III'de post-feeding süresinin 24 saat sürmesine rağmen Grup IV'de 48 saat sürmesi, bu evrenin uzamasında BA'nın yüksek konsantrasyonunun etkili olduğunu göstermektedir. Post-feeding evresinin sonundan ergin sineklerin çıkışına kadar olan pupa sürelerine bakıldığında kontrol grubuna göre pupada kalma süresi bir önceki gruba göre 24 saat uzamıştır. Bu da BA'nın pupaların gelişim süresini de uzattığını ortaya koymaktadır. Elde edilen bu sonuçlar BA'nın *S. africa*'da larval ve pupal gelişimi geciktirdiğini ilk kez ortaya koymakta ve diğer türler üzerinde BA'nın etkileri ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmaların verilerini desteklemektedir.

Satpathy vd. (2012) ile Eskin vd. (2017) yaptıkları çalışmalarda BA'nın böcek larvalarının ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda larva ağırlığı ile ilgili elde edilen sonuçlarda, kontrol grubuna göre 14 mg/100 g besiyeri BA ile beslenen Grup I larvaların ağırlıklarında kontrol grubuna göre artış gözlenirken, diğer gruplardaki larvaların ağırlıklarında azalma olduğu belirlenmiştir. Grup I'de meydana gelen bu ağırlık artışı, Xue ve Barnard (2003)'ün belirttiği gibi, BA'nın 14 mg/100 g besiyeri dozunda larvalarda besin alımını teşvik ederek daha çok beslenmelerine neden olması ile açıklanabilir. Diğer dozlardaki ağırlık azalmasının nedeni ise Cochran (1995)'in

çalışmasındaki BA'nın ön ve orta bağırsak hücrelerine zarar vererek sindirimi engellediği bilgisiyle ilişkilendirilmiştir. Bu bulgular, çalışmada elde edilen histolojik bulgularla da örtüşmektedir. Grup I larvalarında orta bağırsakta geri dönüşümsüz patolojik bulgulara rastlanmazken, bu grupta besin alımındaki artışa bağlı olarak peritrofik membran içerisinde yoğun miktardaki besin partiküllerine rastlanmıştır. Diğer gruplarda ise bağırsakta doza bağlı olarak artan şiddette geri dönüşümsüz patolojik lezyonlara rastlanmış, besin partiküllerinin ise düşük yoğunlukta olduğu görülmüştür.

Larvaların ağırlık artışları (%) incelendiğinde, kontrol grubunda en fazla ağırlık artışının ikinci günde olduğu, sonraki günlerde ise ağırlık artışının azaldığı belirlenmiştir. Diğer grupların aksine Grup I ve Grup III larvalarının 24 saat sonunda en yüksek ağırlık artışına sahip olduğu görülmüştür. Bu da I. grupta bu dozun besin alımını teşvik ettiği ancak bu miktar ve sürede sindirim metabolizmasını bozacak kadar etki etmediği ile açıklanabilir. Diğer gruplarda ise ağırlık artışlarının düzensiz bir şekilde artıp azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun da yüksek dozun larvalarda strese yol açmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu durumun da BA'nın daha yüksek dozlarının larvalarda oksidatif strese yol açmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Literatürde yer alan önceki çalışmalar, BA toksisitesinin oksidatif stres ile ilişkili olduğu düşüncesini desteklemektedir (Hyrsi vd., 2007; Büyükgözel vd., 2013; Güneş ve Büyükgözel 2017).

BA'nın larvaların boyu üzerine etkileri incelendiğinde Grup I larva boylarının, ölçüm yapılan tüm günlerde, kontrol grubu da dâhil olmak üzere tüm gruplardan daha fazla olduğu belirlenmiştir. İlk 24 saatlik sürede kontrol grubu ve Grup II bireylerinin boyları birbirine yakın olsa da sonraki günlerde aralarındaki boy farkının arttığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre 14 mg/100 g besiyeri BA boy uzunluğunu arttırmakta, daha yüksek dozlarda ise boy uzunluğunu azaltmaktadır.

Yüzde olarak boy artışları değerlendirildiğinde, en yüksek boy artış değerlerinin tüm gruplarda ilk 24 saatte gerçekleştiği görülmektedir. Kontrol grubu ile Grup I ve Grup IV'de boy artış değerleri bir önceki güne göre azalma göstermesine rağmen; Grup II ve Grup III'de üçüncü gün boy artış oranlarında yükselme, sonraki günlerde ise azalma tespit edilmiştir.

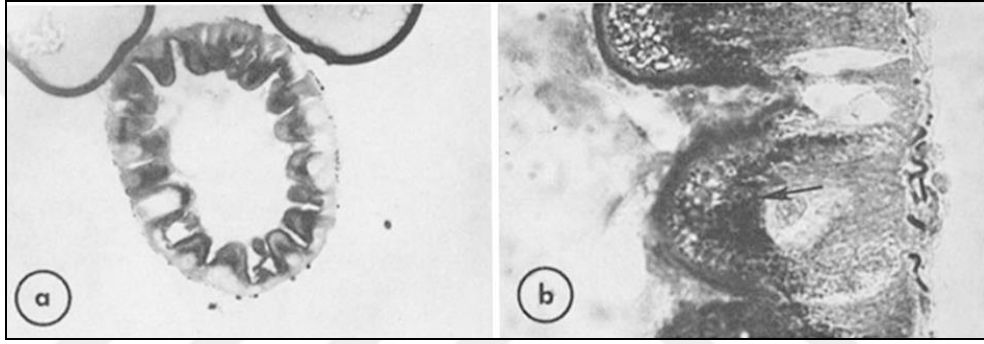
Larva boyu ve ağırlığı ile ilgili elde edilen veriler, 14 mg/100 g besiyeri BA'nın besin alımını arttırmasına bağlı olarak metabolizmayı hızlandığını ve larva boyu ile ağırlığını arttırarak olumlu yönde etkilediğini düşündürmektedir. Diğer gruplarda günlere

bağlı olarak farklılıklar gözlenirse de, elde edilen sonuçlar bu dozların kontrol grubuna göre larva boy ve ağırlığını azaltarak olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu gruplarda görülen düzensizliğin, BA dozlarının, 48 saatlik süreçte larvalarda oluşturduğu oksidatif strese, sonraki günlerde ise bu strese bağlı olarak sindirim sisteminde meydana gelen lipid peroksidasyonu ile ilişkili doku hasarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çeşitli böcek türleri üzerinde BA'nın neden olduğu oksidatif strese ve lipid peroksidasyonuna yönelik bulgular ortaya koyan çalışmalar mevcuttur (Hyrsl vd., 2007; Büyükgüzel vd., 2013; Güneş ve Büyükgüzel 2017). Grupların ağırlık artışlarındaki bu düzensizliğin dokularda meydana gelen toksik etkiye bağlı olarak ortaya çıkan, hücrelerde su alımı, şişme, doku ödemi gibi doza ve zamana bağlı olarak değişebilen etkilere kaynaklandığı da düşünülmektedir. Çalışmada elde edilen histolojik bulgular bu sonuçları desteklemektedir.

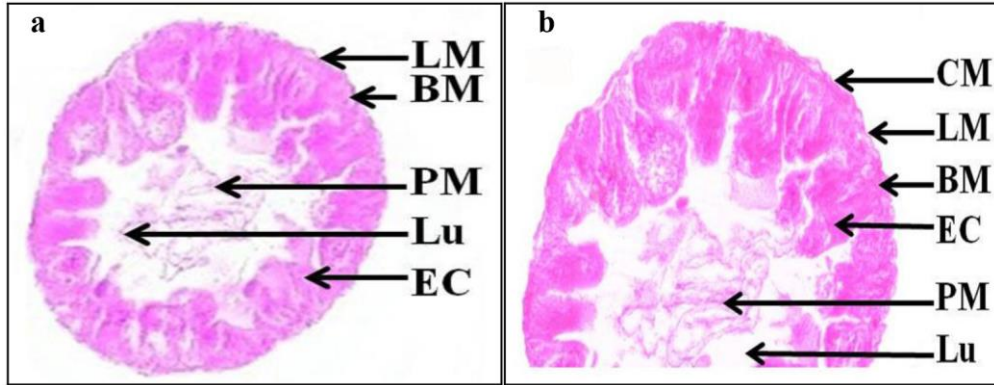
Fiziksel ve patolojik uyarıcılara maruz kalan hücreler, adaptasyon ile vücut içindeki metabolik işlemlere ve enerji ihtiyaçlarına karşı cevap oluştururlar. Bu uyarıların ortadan kalkması durumunda hücreler normal hallerine geri dönerler. Ancak hücrelerin uyarıcı etmenlere uzun süre maruz kalması gibi durumlarda geri dönüşümlü olan hücresel değişiklikler kalıcı ve geri dönüşümsüz hale gelebilir. Uyarıcı etkisinin hücrenin uyum kapasitesini aşması durumunda kalıcı hücre hasarları oluşarak hücre ölümleri meydana gelir. Toksik etkilere bağlı olarak dokularda meydana gelebilen hasarın ilk göstergelerinden biri hücrelere yoğun su alımı ile ortaya çıkan şişme olarak kaydedilmektedir. Bu durum dokuların temel düzeyde oluşan hasara verdikleri bir yanıt olarak ortaya çıkmaktadır ve çoğunlukla geri dönüşümlüdür (Kılıç, 2010). Geri dönüşümlü olarak mikroveziküler dejenerasyon, bununla birlikte geniş vakuollerin içinde bir araya gelerek hücre sitoplazmasını kaplayan yağlı değişiklikler de meydana gelebilmektedir (Kılıç, 2010). Elde edilen histolojik bulgulara göre 14 mg/100 g besiyeri BA uygulanan Grup I larvalarındaki histolojik değişiklikler geri dönüşümlü değişikliklerdir. Bu grupta aynı zamanda BA uygulamasının besin alımını teşvik ederek larvalarda ağırlık artışına neden olduğu da belirlenmiştir. Peritrofik membran içerisinde tüm gruplara oranla çok daha yoğun olduğu gözlenen besin partikülleri bu durumu açıkça ortaya koymaktadır. Bağırsakta izlenen düşük düzeydeki geri dönüşümlü patoloji ve ağırlıktaki artış, sindirim faaliyetlerinin de normal şekilde devam etmekte olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle BA'nın 14 mg/100 g besiyeri'lik dozda beslenmeyi teşvik etmesiyle, larvaların bünyelerine daha yüksek düzeyde BA alımının gerçekleşeceği düşünülebilir. Diğer organizmalar

üzerindeki potansiyel toksik etkileri göz önüne alındığında BA'nın *S. africa* ile mücadelede 14 mg/100 g besiyeri gibi düşük bir dozda uygulanırken, larvaların bünyesine alınan BA miktarının beslenmeyi teşvik edici etkiyle artırılabilmesi, zararlı türlerle mücadelede önemli bir avantaj olarak göz önüne alınmalıdır.

Literatürde yer alan daha önce yapılmış çalışmalarda, *Sarcophaga bullata* larvaları ve Diptera takımı içerisinde yer alan bir başka tür olan *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) larvalarının orta bağırsak enine kesitinin kontrol grubu'na ait histolojik bulgular, genel histolojik yapının karşılaştırılması amacıyla verilmiştir (Görsel 3.2 ve Görsel 3.3) .



Görsel 4.1. *Sarcophaga bullata*, III. instar larva orta bağırsak enine kesiti (Radford ve Misch, 1971): (a) X100, (b) X500.



Görsel 4.2. *Chrysomya megacephala*, III. instar larva orta bağırsak enine kesiti (Yasmeen ve Amir, 2018): (BM) Bazal membran, (CM) Halkasal kaslar, (EC) Epitel hücreleri, (LM) Boyuna kaslar, (Lu) Lümen, (PM) Peritrofik membran.

Bu tez çalışmasında elde edilen kontrol grubu larvalarına ait orta bağırsak kesitlerinin histolojisi, yukarıda belirtilen ve literatürde tanımlanan yapısal özelliklerle uyumludur. Düzenli sıralanan epitel hücreleri hücre ortasında yer alan, iri ve düzgün sınırlı çekirdeklere

sahiptir. Mikrovilluslar normal görünümlü olup, halkasal ve boyuna kaslar ile peritrofik membran bütünlüğünü korumaktadır (Görsel 3.4).

Bu çalışmada elde edilen histolojik bulgular BA'nın *S. africa'nın* sindirim sistemi üzerindeki etkilerini ilk kez ortaya koymaktadır. BA'nın sindirim sistemi üzerine olumsuz etkilerinin olduğu gözlenmektedir. BA'nın bağırsak epitel dokusu üzerindeki etkilerine bakıldığında Grup I (14 mg/100 g besiyeri BA) ve Grup II'de (28 mg/100 g besiyeri BA) epitel hücrelerde vakuolasyon; Grup III (42 mg/100 g besiyeri BA) ve Grup IV'de (56 mg/100 g besiyeri BA) ise vakuolasyon, nekroz ve dilatasyonlar tespit edilmiştir. Uygulanan BA miktarı arttıkça görülen bu tür hasarların miktar ve şiddetinde artış olduğu görülmüştür. Ayrıca, uygulanan BA miktarı ile doğru orantılı olarak tüm gruplarda mukus sekresyonunun arttığı gözlenmiştir. Bu artış, sindirim yolu ile vücuda alınan BA'ya karşı vücudun kendini savunması için bağırsak salgı hücrelerinden daha çok mukus salgılamaya ihtiyaç duyması ile açıklanabilir. Bununla birlikte, Grup I larvalarında gözlenen ağırlık artışının, hem besin alımındaki artış hem de mukus sekresyonundaki artışa bağlı olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada Grup IV larvalarında gelişen ileri derecedeki doku hasarı, yaygın nekroz gibi bağırsak dokusunun bütünlüğünü bozan bulgularla karakterizedir. Buna bağlı olarak bu grupta elde ettiğimiz bulgular da görüldüğü şekilde larvalarda ileri derecede doku hasarına bağlı ağırlık kaybı ortaya çıkmıştır. Bağırsak merkez lümeni içerisinde yer alan peritrofik membranın, BA'dan etkilendiği Grup IV larvalarında oldukça belirgin bir şekilde görülmektedir. İncelenen kesitlerde peritrofik membranın incelendiği ve birçok noktada parçalandığı tespit edilmiştir.

Çalışmamızda Grup IV larvalarında gelişen ileri derecedeki doku hasarı geri dönüşümsüz patolojik lezyonlarla karakterizedir. Buna bağlı olarak bu grupta elde ettiğimiz bulgular da görüldüğü şekilde larvalarda ileri derecede doku hasarına bağlı ağırlık kaybı ortaya çıkmıştır.

Histolojik kesitlerde, BA'nın sindirim sistemi üzerindeki diğer bir etkisi de bağırsak yapısında bulunan halkasal ve boyuna kaslarda görülen hasarlardır. Bu hasarlar, Grup I ve Grup II'de deformasyonlar; Grup III ve Grup IV'de ise dilatasyonlar şeklinde tespit edilmiştir.

Yapılan incelemelerde, BA'nın bağırsağın farklı kısımlarında karakteri ve şiddeti değişebilen etkilere neden olduğu görülmüştür. Grup II ve Grup III larvalarına ait olan kesitlerde bazı bölgelerde bağırsak epitel hücrelerinin sitoplazmik içeriğinin boşalarak

farklılaşması ve parçalanması gibi patolojik değişikliklerin ortaya çıktığı gözlenmiştir. Grup II ve Grup III'de görülen nekrotik bulgular hücresel düzeyde iken, Grup IV'de bağırsak dokusunun genelinde yaygınlaşan nekroz gözlenmiştir.

BA'nın pupaların boy ve çapları üzerindeki etkileri larvalardaki boy ve ağırlık etkileri ile benzerlik göstermektedir. Kontrol grubu ile Grup I pupaların boy ve çap ölçüleri birbirine yakın değerler göstermekle birlikte, 14 mg/100 g besiyeri BA uygulanan bu gruptaki pupaların boy ve çapları kontrol grubu ve diğer gruplardan daha fazladır. Uygulanan BA miktarı arttıkça pupaların boy ve çapları azalmaktadır. Bu sonuçlar larva dönemindeki gelişime bağlı olarak larval dönem sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Pupalardan çıkan ergin bireyler boy bakımından değerlendirildiğinde erkek ve dişi erginlerin boy uzunlukları birbirine yakın değerler gösterse de genel olarak erkek bireylerin tüm gruplarda daha uzun oldukları görülmüştür. 14 mg/100 g besiyeri BA uygulanan Grup I bireylerinin larva boy ve ağırlıkları ile pupa boyu ve çapları kontrol grubundan daha fazla olmasına rağmen kontrol grubu erginlerinin boylarının daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, larva dönemi boyunca düşük dozda alınan BA'nın pupa evresi başladıktan sonraki erginleşme sürecinde etkisini göstermiş olabileceği ile açıklanabilir.

BA'nın sterilite etkisini araştırmak amacıyla BA ile beslenen larvalar beş nesil boyunca yetiştirilmiş ve veriler değerlendirilmiştir. Braverman vd. (1994), bir dişinin her bir üreme periyodunda 40-80 civarında larva bıraktığını bildirmiştir. Bu bilgiye dayanarak, ergin dişilerden elde edilen larva sayılarına bakıldığında kontrol grubu ile Grup I erginlerinden elde edilen larva sayıları birbirine yakın değerler göstermekle birlikte anlamlı bir farklılık görülmemektedir. Ancak, F1 neslinden sonraki nesillerde larva sayısının azalmasında BA'nın etkisi olduğu düşünülmektedir. Diğer gruplarda ise, kontrol grubuna göre larva sayısında genel olarak bir azalma olduğu görülmektedir. Grup II verilerine göre larva sayısı F1 neslinden sonra normal sınırların altına düşmektedir. F3 nesline göre, F4 ve F5 nesillerinde larva sayısında tekrar artış görülse de, larva sayıları arasındaki fark anlamlı görülmemektedir. Grup III ve Grup IV'de F1 neslinden sonra larva sayısında bir artış gözlenmiş olmasına rağmen F2 neslinden sonra larva sayısında tekrar azalma meydana gelmiştir. Elde edilen veriler ışığında, 14 mg/100 g besiyeri BA'nın ardışık beş nesil kapsamında steriliteye neden olmadığı ancak larva sayısını normal sınırlar içerisinde azalttığı; 28, 42 ve 56 mg/100 g besiyeri BA'nın ise larva sayısını normal sınırların altına düşürdüğü belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre BA'nın ergin bireyler üzerinde larva sayısını azaltan bir sterilite etkisine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

BA'nın nesillere göre larva boy ve ağırlığı ile pupa boyu ve çapına etkileri incelendiğinde, larva boy ve ağırlığı ile pupa boyu ve çapının her nesilde azalma gösterdiği görülmektedir. BA'nın larval gelişimi olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle bireylerin pupal gelişimi de olumsuz etkilenmekte ve larvalarda meydana gelen yapısal değişiklikler ergin bireylerde de devam etmektedir. Buna bağlı olarak da, her nesilde uygulanan BA bireylerin boy, ağırlık, çap gibi özelliklerine etki etmektedir.

Çalışmada elde edilen veriler, 14 mg/100 g besiyeri'lik BA'nın *S. africa* türünün larval gelişimini olumlu yönde arttırdığını, diğer gruplarda ise larval gelişimi olumsuz etkilediğini göstermektedir. BA'nın pupa boyu ve çapı ile ergin boyuna olan etkisi ise tüm gruplarda benzer sonuçlar ortaya koyarak pupal gelişimin de BA'dan olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Bu veriler daha önce yapılmış çalışmalarda elde edilen verilerle uyum sağlamaktadır.

Sonuç olarak; BA 14 mg/100 g besiyeri dozunda uygulandığında larvalarda besin alımını teşvik etmekte, buna bağlı olarak larvalarda boy ve ağırlık artışına neden olmaktadır. 14 mg/100 g besiyeri'lik BA uygulaması bağırsakta geri dönüşümsüz patoloji oluşturmamaktadır. BA larvalara düzenli bir şekilde 28 mg/100 g besiyeri dozundan itibaren uygulandığında ise, bağırsakta geri dönüşümsüz ve doza bağlı olarak artan patolojik etkilere neden olmaktadır. Buna bağlı olarak olumsuz etkilen gelişim parametreleri ve ölüm oranları dikkate alındığında 28 mg/100 g besiyeri ve üzerindeki dozlarda uygulama yapıldığında *S. africa* 'nın kontrol altına alınmasının sağlanabileceği öngörülmektedir. BA, *S. africa* için 42 mg/100 g besiyeri'lik akut dozda ve üzerindeki dozlarda ise yüksek düzeyde ölümcül toksik etkilere neden olmaktadır. Bu çalışmada seçilen ve uygulanan tüm dozlar *Apis mellifera* (bal arısı) için BA'nın toksik kabul edilen değeri olan 750 mg/100 g besiyeri dozunun dikkate değer düzeyde altında kaldığından 28 mg/100 g besiyeri ve üzerindeki dozların *S. africa* 'nın kontrol altına alınmasında potansiyel olarak diğer türlere zarar vermeksizin kullanılabileceği düşünülmektedir.

Bununla birlikte bu çalışmada elde edilen veriler *S. africa* ve yakın türlerle ilgili benzer çalışmalarda da referans olarak kullanılabilecektir.

KAYNAKÇA

- Abasa, R.O. (1972). Water and Fat Content of Immature and Adult *Sarcophaga tibialis* (Diptera: Sarcophagidae), *Annals of the Entomological Society of America*, 65 (2), 96-399.
- Açıkgöz, H.N., Hancı, İ.H. ve Çetin, G. (2002). Adli olaylarda böceklerden nasıl yararlanılır. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 51 (3), 117-125.
- Ahmad, A.K., Abdel-Hafeez, E.H., Makhloof, M., Abdel-Raheem, E.M. (2011). Gastrointestinal Myiasis by Larvae of *Sarcophaga* sp. and *Oestrus* sp. in Egypt: Report of Cases, and Endoscopical and Morphological Studies. *The Korean journal of parasitology*, 49 (1), 51-57.
- Alfred, J.T. (2011). *Morphological and molecular techniques for the differentiation of myiasis-causing Sarcophagidae*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Iowa: Iowa State University, Graduate Theses and Dissertations, 10390.
- Ali, A., Xue, R.D. ve Barnard, D.R. (2006). Effects of sublethal exposure to boric acid sugar bait on adult survival, host-seeking, blood feeding behavior, and reproduction of *Stegomyia albopicta*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22, 464-468.
- Amir, M. (2014). Histopathological Effect of Some Toxicants on the Female Reproductive System of *Sarcophaga ruficornis* Fabricius (Diptera: Sarcophagidae). *Cibtech Journal of Zoology*, 3 (2), 1-6.
- Amir, M. (2016). Histopathological Effect of Some Insecticides on the Male Reproductive System of *Sarcophaga ruficornis* Fabricius (Diptera: Sarcophagidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4 (5), 860-864.
- Anderson, T.D. ve Zhu, K.Y. (2004). Synergistic and antagonistic effects of atrazine on the toxicity of organophosphorodithioate and organophosphorothioate insecticides to *Chironomus tentans* (Diptera: Chironomidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 80, 54-64.
- Asiri, B.M.K. (2014). The Biological Effects of the Water Extract of *Piper nigrum* (Fam: Piperaceae) Seeds on the Larvae of *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallen) (Diptera: Sarcophagidae). *Life Science Journal*, 11 (7), 444-454.
- Aslan, A. ve Çalışkan, H. (2009). Eskişehir Sarcophagidae (Insecta, Diptera) Faunası ve Türkiye İçin Yeni Kayıtlar. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 2, 15-27.

- Ayaşlıgil, Y. (1997). Eskişehir/Anadolu Botanik Bahçesi Örneğinde peyzaj ekolojisi ve vejetasyon araştırmasının peyzaj mimarlığı açısından önemi ve değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 47 (1), 71-88.
- Baker, J.R., Apperson, C.S. ve Arends, J.J. (1986). Flesh flies, *Sarcophaga* spp., Sarcophagidae, Diptera. J.R. Baker, C.S. Apperson ve J.J Arends (Editörler), *Insect and related pests of man and animals: Some important, common, and potential pests in the southeastern United States* içinde (s. 1-92). Raleigh: North Carolina Agricultural Extension Service Publication AG-369.
- Bala, M. ve Sharma, A. (2016). Postmortem Interval Estimation of Mummified Body Using Accumulated Degree Hours (ADH) Method: A Case Study from Punjab (India). *Journal of Forensic Sciences & Criminal Investigation*, 1 (1), 1-5.
- Bänziger, H. ve Pape, T. (2004). Flowers, faeces and cadavers: natural feeding and laying habits of flesh flies in Thailand. *Journal of Natural History*, 38 (13), 1677-1694.
- Barata, C., Baird, D.J., Soares, A.M.V.M., Guilhermino, L. (2001). Biochemical factors contributing to response variation among resistant and sensitive clones of *Daphnia magna* straus exposed to ethyl parathion. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 49, 155-163.
- Bhavan-Saravana, P. ve Geraldine, P. (2001). Biochemical reponses in tissues of the prawn *Macrobrachium malcolmsonii* on exposure to endosulfan. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2531, 1-15.
- Bidau, C.J. (2018). Doomsday for insects? The alarming decline of insect populations around the world. *Entomology, Ornithology & Herpetology: Current Research*, 7 (1), e130.
- Borkovec, A.B. (1976). Control and management of insect populations by chemosterilants. *Environmental Health Perspectives*, 14, 103-107.
- Borkovec, A.B., Settepani, J.A., LaBrecque, G.C., Fye, R.L. (1969). Boron compounds as chemosterilants for house flies. *Journal of Economic Entomology*, 62, 1472-1480.
- Braverman, I., Dano, I., Saah, D., Gapany, B. (1994). Aural myiasis caused by flesh fly larva, *Sarcophaga haemorrhoidalis*. *Journal of Otolaryngology*, 23, 204-205.
- Buskirk, M.C. ve Hahn, D.A. (2008). Starvation Reveals no Effect of Body Size on Pupal Hibernation in the Flesh Fly, *Sarcophaga crassipalpis*. *Journal of Undergraduate Research*, 9 (3), 1-11.

- Butterwick, L., De Oude, N. ve Raymond, K., (1989). Safety assessment of boron in aquatic and terrestrial environments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 17, 339-371.
- Byrd, J.H. ve Butler, J.F. (1998). Effects of Temperature on *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Diptera: Sarcophagidae) Development. *Journal of Medical Entomology*, 35 (5), 694-698.
- Byrd, J.H. ve Castner, J.L. (2010). *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*. (2. baskı). Boca Raton: CRC Press.
- Canbulat, Ü. (2004). Bor sektörümüz ve Bor'un geleceği. *Eskişehir Ticaret Odası Dergisi*, 93 (21), 21-30.
- Capinera, J.L. (2010). *Insects and Wildlife: Arthropods and their relationships with wild vertebrate animals*. Florida: Wiley-Blackwell.
- Carvalho, L.M.L., Linhares, A.X. ve Trigo, J.R. (2001). Determination of drug levels and the effect of diazepam on the growth of necrophagous flies of forensic importance in southeastern Brazil. *Forensic Science International*, 120(1-2), 140-144.
- Chakraborty, A., Saha, G.K. ve Banerjee, D. (2017). Biosystematic Checklist of Common Myiasis Causing Calliphorids and Sarcophagids Flies of India. *Journal of Advanced Zoology*, 38 (2), 199-212.
- Cochran, D.G. (1995). Toxic effects of boric acid on the German cockroach. *Experientia*, 51, 561-563.
- Cruz, S.A., Silva-Zacarin, E.C.M., Bueno, O.C., Malaspina, O. (2010). Morphological alterations induced by boric acid and fipronil in the midgut of worker honey bee (*Apis mellifera*) larvae. *Cell Biology and Toxicology*, 26, 165-176.
- Denlinger, D. (1972). Induction and Termination of Pupal Diapause in *Sarcophaga* (Diptera: Sarcophagidae). *Biological Bulletin*, 142 (1), 11-24.
- Destire, C. (2010). *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Meşelik Yerleşkesi Arenea (Arachnida) Faunası Üzerine Araştırmalar*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Devirian, T.A. ve Volpe, S.L. (2003). The physiological effects of dietary boron. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(2), 219-231.
- Dhadialla, T.S., Retnakaran, A. ve Smagghe, G. (2005). Insect growth and developmental disturbing insecticides. L.I. Gilbert, K. Iatrou ve S.K. Gill (Editörler), *Comprehensive Molecular Insect Science* içinde (s. 55-116). Oxford: Elsevier.

- Dieter, M.P. (1994). Toxicity and carcinogenicity studies of boric acid in male and female B6C3F1 mice. *Environmental Health Perspectives*, 102 (7), 93-97.
- Dixon, R.L, Sherins, R.J. ve Lee, I.P. (1979). Assessment of environmental factors affecting male fertility. *Environmental Health Perspectives*, 30, 53-68.
- Draize, J.H. ve Kelley, E.A. (1959). The urinary excretion of boric acid preparations following oral administration and topical applications to intact and damaged skin of rabbits. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1, 267-276.
- Durmuş, Y. ve Büyükgüzel, K. (2008). Biological and Immune Response of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) to Sodium Tetraborate. *Journal of Economic Entomology*, 101 (3), 777-783.
- Ebeling, W. (1995). Inorganic insecticides and dusts. M.K. Rust, J.M. Owens ve D.A. Reiersen (Editörler), *Understanding and Controlling the German cockroach* içinde (s. 193-226). New York: Oxford University Press.
- Ebeling, W., Reiersen, D.A., Pence, R.J., Viray, M.S. (1975). Silica aerogel and boric acid against cockroaches: external and internal action. *Pesticide Biochemistry Physiology*, 5, 81-89.
- Ersoy, Y. ve Helvacı, C. (2007). Stratigraphy and Geochemical Features of the Early Miocene Bimodal (Ultrapotassic and Calc-alkaline) Volcanic Activity Within the NE-trending Selendi Basin, Western Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16 (2), 117-139.
- Eskin, A., Kocabayraktar, G., Orak, M., Sert, A., Candan, M., Deniz, G. (2017). Determination of LC50 Value of Borax ($\text{Na}_2\text{O}_2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) on *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) and Determination Toxic Effects of Sublethal Doses of Borax on Mealworm Larvae. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (2), 467-475.
- Fail, P.A., George, J.D., Sauls, S.W., Dennis, S.W., Seely, J.C. (1989). Effect of boric acid on reproduction and fertility of rodents. *Advances in Contraceptive Delivery Systems*, 5, 323-333.
- Fail, P.A., George, J.D., Seely, J.C., Grizzle, T.B., Heindel, J.J. (1991). Reproductive toxicity of boric acid in Swiss (cd-1) mice: Assessment using the continuous breeding protocol. *Fundamental and Applied Toxicology*, 17, 225-239.
- Farkas, R., Hall, M.J.R. ve Kelemen, F. (1997). Wound myiasis of sheep in Hungary. *Veterinary Parasitology*, 69, 133-144.

- Fenske, R.A., Kedan, G., Lu, C.S., Fisker-Andersen J.A., Curl, C.L. (2002). Assessment of organophosphorous pesticide exposures in the diets of preschool children in Washington State. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 12, 21-28.
- Fishman, L., Primor, N. ve Zlotkin, E. (1984). The selective permeability of fleshfly midgut to an orally toxic cobra venom cardiotoxin. *Journal of Experimental Biology*, 108, 441-451.
- Gennard, D. (2012). *Forensic Entomology: An Introduction; With Guest Chapter by Krzysztof Szpila*, (2. baskı). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Georghiou, G.P. ve Lagunes-Tejeda, A. (1991). *The Occurrence of resistance to pesticides in arthropods*. Rome: FAO.
- Gericke, A. ve Pitz S. (2008). Maggot therapy for periocular skin graft failure in the immunocompromised patient. *British Journal of Ophthalmology*, 92, 860-861.
- Goldbloom, R.B. ve Goldbloom, A. (1953). Boric acid poisoning. *Journal of Pediatrics*, 43, 631-643.
- Gore, J.C. ve Schal, C. (2004). Laboratory evaluation of boric acid-sugar solutions as baits for management of German cockroach infestation. *Journal of Economic Entomology*, 97, 581-587.
- Gore, J.C., Zurek, L., Santangelo, R.G., Stringham, S.M., Watson, D.W., Schal, C. (2004). Water solutions of boric acid and sugar for management of German cockroach populations in livestock production system. *Journal of Economic Entomology*, 97, 715-720.
- Graczyk, T.K., Knight, R. ve Tamang, L. (2005). Mechanical transmission of human protozoan parasites by insects. *Clinical Microbiology*, 18 (1), 128-132.
- Gren, G.H. ve Weeth, H.J. (1977). Responses of heifers ingesting boron in water. *Journal of Animal Science*, 46, 812-818.
- Gren, G.H, Lott, M.D. ve Weeth, H.J. (1973). Effects of boron water on rats. *Proceedings of the Western Section-American Society of Animal Science*, 24, 254-258.
- Gullan, P.J. ve Cranston, P.S. (2012). *Böcekler: Entomolojinin Ana Hatları* (Çev. Ed.: A. Gök), Ankara: Nobel.
- Habes, D., Morakchi, S., Aribi, N., Farine, J.P., Soltani, N. (2006). Boric acid toxicity to the German cockroach, *Blattella germanica*: Alterations in midgut structure, and

- acetylcholinesterase and glutathione-s-transferase activity. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 84, 17-24.
- Hall, M. ve Wall, R. (1995). Myiasis of humans and domestic animals. *Advances in Parasitology*, 35, 258-334.
- Hall, R.D. ve Gerhardt, R.R. (2009). Flies (Diptera). G. Mullen ve L. Durden (Editörler), *Medical and Veterinary Entomology* içinde (s. 19-143). London: Academic Press.
- Hayat, R., Richet, R., Bayrak, N., Pekbey, G. (2008). Contributions to the knowledge of flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) from Turkey, with a new record. *Turkish Journal of Zoology*, 32 (4), 385-390.
- Heindel, J.J., Price, C.J., Field, E.A., Marr, M.C., Myers, C.B., Morrissey, R.E., Schweitz, B.A. (1992). Developmental Toxicity of Boric Acid in Mice and Rats. *Fundamental and Applied Toxicology*, 18, 266-277.
- Horowitz, A.R. ve Ishaaya, I. (2004). Biorational Insecticides-Mechanisms, Selectivity and Importance in Pest Management. A.R. Horowitz ve I. Ishaaya (Editörler), *Insect Pest Management: Field and Protected Crops* içinde (s. 1-28). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hoşnüter, M., Babuççu, O., Kargı, E., Payaşı, C., Işıkdemir, A., Tekerekoğlu, B. (2003). Modern tıbbın onay verdiği bir biyoterapi metodu: larva (maggot) tedavisi. *Mediforum*, 1 (2), 85-88.
- http-1: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ESKISEHIR> (Erişim tarihi: 20.01.2020)
- Hyrlís, P., Büyükgüzel, E. ve Büyükgüzel, K. (2007). The effects of boric acid-induced oxidative stress on antioxidant enzymes and survivorship in *Galleria mellonella*. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 66, 23-31.
- Ishaaya, I. ve Horowitz, A.R. (1998). Insecticides with novel mode of actions: Overview. I. Ishaaya ve D. Degheel (Editörler), *Insecticides With Novel Mode of Action: Mechanisms and Application* içinde (s. 1-24), Berlin, Heidelberg: Springer.
- Ishii, Y., Fujizuka, N., Takahashi, T., Shimizu, K., Tuchida, A., Yano, S., Naruse, T., Chishiro, T. (1993). A fatal case of acute boric acid poisoning. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*, 31, 345-352.
- James, M.T. (1947). *The Flies That Cause Myiasis in Man*. Washington: U.S. Government Printing Office.

- Karatepe, M., Yağcı, Ş., Karatepe, B., Karaer, Z. (2005). Sığır kesim artıkları üzerinde gelişimlerini sürdüren myiasis sinekleri. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 29 (4), 271-274.
- Khedre, A.M. (2002). Ultrastructural Studies on the Midgut of Wohlfahrtia Nuba (Wiedemann) Larvae (Diptera: Sarcophagidae). *Efflatounia*, 2, 1-20.
- Kılıç, G.A. (2010). *Rat Karaciğer Hücrelerinde Talyum Toksisitesinin Neden Olduğu Oksidatif Strese Karşı Metallotioneinlerin Etkilerinin Biyokimyasal ve Histopatolojik Olarak Araştırılması*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kılıç, G.A. (2011). Histopathological and Biochemical Alterations of the Earthworm *Lumbricus terrestris* as Biomarker of Soil Pollution Along Porsuk River Basin Turkey. *Chemosphere*, 83 (8), 1175-1180.
- Kılıç, V. ve Kılıç, G.A. (2015). Metallothioneins, Oxidative Stress Responses and Histopathological Changes in the Earthworm (*Aporrectodea caliginosa*) in Metal Contaminated Agricultural Soils of Sakarya River Basin (Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 24 (10), 3123-3131.
- Ku, W.W., Shih, L.M. ve Chapin, R.E., (1993). The effects of boric acid (BA) on testicular cells in culture. *Reproductive Toxicology*, 7, 321-331.
- Ku, W.W., Chapin, R.E., Wine, R.N., Gladen, B.C. (1993). Testicular toxicity of boric acid (BA): Relationship of dose to lesion development and recovery in the F344 rat. *Reproductive Toxicology*, 7, 305-319.
- Kumara, T.K., Hassan, A.A., Salmah, M.R., Bhupinder, S. (2013). Larval growth of *Liosarcophaga dux* Thompson (Diptera: Sarcophagidae) under uncontrolled indoor temperatures in Malaysia. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 44 (2), 182-187.
- Lang, J.T. ve Treece, R.E. (1972). Boric acid effects on face fly fecundity. *Journal of Economic Entomology*, 65, 740-741.
- Lee, I.P., Sherins, R.J. ve Dixon, R.L. (1978). Evidence for induction of germinal aplasia in male rats by environmental exposure to boron. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 45, 577-590.
- Linder, R.E., Strader, L.F. ve Rehnberg, G.L. (1990). Effect of acute exposure to boric acid on the male reproductive system of the rat. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 31, 133-146.

- Lum, K.T. ve Meers, P.D. (1989). Boric acid converts urine into an effective bacteriostatic transport medium. *Journal of Infection*, 18, 51-58.
- Madubunyi, C.L. (1986). Laboratory life history parameters of the red-tailed fleshfly, *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Falle'n) (Diptera: Sarcophagidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 7, 617-621.
- Mastromatteo, E. ve Sullivan, F. (1994). Summary: International symposium on the health effects of boron and its compounds. *Environmental Health Perspectives*, 102 (7), 49-53.
- McGraw, T.A. ve Turiansky, G.W. (2008). Cutaneous myiasis. *Journal of American Academic Dermatology*, 58 (6), 907-926.
- Merritt, R.W., Courtney, G.W. ve Keiper, J.B. (2009). Diptera (Flies, Mosquitoes, Midges, Gnats). V.H. Resh ve R.T. Carde (Editörler). *Encyclopedia of Insects* içinde (s. 284-297). (2. Baskı). London: Academic Press, Elsevier.
- Mohamed, N.T., Mohamed, M.S. ve Abdel-Salam, D.H. (2015). Ultra Structure of the Midgut of the Third Instar Larvae of *Sarcophaga Aegyptiaca* (Diptera: Sarcophagidae). *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 6 (3), 56-63.
- Moseman, R.F. (1994). Chemical disposition of boron in animals and humans. *Environmental Health Perspectives*, 102 (7), 113-117.
- Mulieri, P.R., Patitucci, L.D., Schnack, J.A., Mariluis, J.C. (2011). Diversity and seasonal dynamics of an assemblage of sarcophagid Diptera in a gradient of urbanization. *Journal of Insect Science*, 11 (91), 1-15.
- Mulieri, P.R., Mariluis, J.C. ve Aballay, F.H. (2012). Two Species of *Microcerella* (Diptera: Sarcophagidae) Found in Highland Arid Landscapes of Argentina, during Forensic Studies. *Journal of Medical Entomology*, 49 (1), 183-191.
- Murray, J.F. (1998). A comparative review of the pharmacokinetics of boric acid in rodents and humans. *Biological Trace Element Research*, 66, 331- 341.
- Musvasva, E., Williams, K.A., Muller, W.J., Villet M.H. (2001). Preliminary observations on the effects of hydrocortisone and sodium methohexital on development of *Sarcophaga (Curraea) tibialis* Macquart (Diptera: Sarcophagidae), and implications for estimating post mortem interval. *Forensic Science International*, 120 (1-2), 37-41.

- Naghii, M.R. ve Saman, E.S. (1993). The role of boron in nutrition and metabolism. *Progress in Food and Nutrition Science*, 17, 331-349.
- Naponitaya, W. ve Misch, D.W. (1974). Developmental cytology of the midgut of the fleshly *Sarcophaga bullata* (Parker). *Tissue and Cell*, 6, 487-502.
- Ostrovskij, N.I. (1955). Toxic effect on honey bees by contact with herbicides and foliar fertilizers. *Dokl. Vses. Akad. Skh. Nauk. im VI Lenina.*, 20, 32-34.
- Özbek, H. ve Pande, Y.D. (1992). Böceklerin Yönetiminde Cinsel Kısırlaştırma Yönteminin Kullanılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 149-159.
- Özcan, M. ve Çolak, Ö. (2008). Çukurova Üniversitesi Balcalı Kampüs Bölgesinde Yaşayan *Sarcophaga haemorrhoidalis* Türü Kırmızı Kıçlı Boz Et Sineği Populasyonlarında Anomali Tipleri İle Sıklığının Araştırılması Ve Genomik DNA İzolasyonu. *Ç. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (3), 12-22.
- Palmer, M.R., Helvacı, C. ve Fallick, A.E. (2004). Sulphur, Sulphate Oxygen and Strontium Isotope Composition of Cenozoic Turkish Evaporates. *Chemical Geology*, 209, 341-256.
- Pape, T. (1987). The Sarcophagidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. Leiden-Copenhagen: Brill/Scandinavian Science Press. Ltd.
- Pape, T. (1996). *Catalogue of the Sarcophagidae of the world (Insecta, Diptera)*. Gainesville-Florida: Associated Publishers.
- Pape, T. (1998). Sarcophagidae. L. Papp ve B. Darvas (Editörler). *Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera, Vol. 3*, içinde (s. 649–678). Budapest: Science Herald.
- Pape, T., Blagoderov, V. ve Mostovski, M.B. (2011). Order Diptera Linnaeus, 1758. Z.-Q. Zhang (Ed.), *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness* içinde (s. 222-229). Zootaxa, 3148, Auckland: Magnolia Press.
- Pekbey, G. (2011). *Bayburt, Erzincan ve Erzurum İlleri Sarcophagidae (Diptera) Türleri Üzerinde Sistematik ve Faunistik Çalışmalar*. Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pekbey, G. (2017). Distribution and Identification of Turkish *Sarcophaga* (s. str) Meigen, 1826 (Diptera: Sarcophagidae). *Turkish Journal of Science*, 2 (1), 15-20.

- Pekbey, G. (2019). A Preliminary Study on Determination of Small Carrion Visitor Sarcophagidae (Diptera) Species from Yozgat (Turkey), with Two New Records. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6 (3), 354-362.
- Pfeiffer, C.C., Hallman, L.F. ve Gersh, I. (1945). Boric acid ointment: A study of possible intoxication in the treatment of burns. *Journals of the American Medical Association*, 128, 266-274.
- Potter, C. ve Bertin, R. (1988). Amino Acids in Artificial Nectar: Feeding Preferences of the Flesh Fly *Sarcophaga bullata*. *The American Midland Naturalist*, 120 (1), 156-162.
- Povolný, D. ve Verves, Y. (1997). *The Flesh-Flies of Central Europe (Insecta, Diptera, Sarcophagidae)*. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Price, C.J., Marr, M.C., Myeos, C.B., Seely, J.C., Heindel, J.J., Schwetz, B.A. (1996). The developmental toxicity of boric acid in rabbits. *Fundamental and Applied Toxicology*, 34, 176-187.
- Radford, S.V. ve Misch, D.W. (1971). The cytological effect of ecdysterone on the midgut cells of the flesh-fly *Sarcophaga bullata*. *The Journal of Cell Biology*, 49, 702-711.
- Rafinejad, J., Akbarzadeh, K., Nozari, J., Rassil, Y., Sedaghat, M.M. , Hosseini, M., Abadi, Y.S. (2014). Spatial distribution of Sarcophagidae (Insecta, Diptera) in Fars province, Iran. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 8 (2), 135-139.
- Robinson, W.H. (2005). *Urban Insects and Arachnids: A Handbook of Urban Entomology*. New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları.
- Rohdendorf, B.B. (1988). Family Sarcophagidae. Bey-Bienko G.Y. (Ed.), *Keys to the Insects of the European Part of the USSR, Vol. V, Diptera and Siphonoptera, Part II* içinde (s. 1021-1096). Washington, D.C.: Smithsonian Institution Libraries & National Science Foundation.
- Roudabush, R.L., Terhaar, C.J., Fassett, D.W., Dziuba, S.P. (1965). Comparative acute effects of some chemicals on the skin of rabbits and guinea pigs. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 7, 559-565.
- Samman, S., Naghii, M.R., Lyons Wall, P.M., Verus, A.P. (1998). The nutritional and metabolic effects of boron in humans and animals. *Biological Trace Element Research*, 66, 227-235.

- Satpathy, S., Akhilesh, K., Shivalingaswamy, M.T., Rai, A.B. (2012). Effect of foliar spray of boron on biology, egg laying activity and control of brinjal shoot and fruit borer (*Leucinodes orbonalis* Guen.). *Indian Journal of Horticulture*, 69 (2), 295-298.
- Scudder, G.G.E. ve Cannings, R.A. (2006). *The Diptera Families of British Columbia*. Vancouver: British Columbia University.
- Settepani, J.A., Crystal, M.M. ve Borkovec, A.B. (1969). Boron chemosterilants against screw-worm flies: Structure-activity relationship. *J. Econ. Entomol.*, 62, 375-383.
- Sherman, R.A. (2002). Maggot therapy for foot and leg wounds. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*, 1 (2), 135-142.
- Shewell, G.E. (1987). Sarcophagidae. J.F. McAlpine (Ed.), *Manual of Nearctic Diptera* Vol. 2 içinde (s. 1159-1186). Ontario: Research Branch Agriculture.
- Showman, A. ve Connelly, C.R. (2011). Red-tailed flesh fly, *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallen). Featured Creatures, EENY-495. Electronic Data Information Source of University of Florida, Entomology and Nematology Department. http://entnemdept.ifas.ufl.edu/creatures/misc/flies/red-tailed_flesh_fly.htm (Erişim tarihi: 16.06.2017)
- Silaev, A.A., Kasparov, A.A., Korolev, V.V., Nebstrueva, V.V. (1977). Electronmicroscopic investigation of the effect of boric acid on the seminiferous tubules of albino rats. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 83, 588-591.
- Singh, S. ve Kumar, K. (2015). Effects of Juvenoid Pyriproxyfen on Reproduction and F1 Progeny in Myiasis Causing Flesh Fly *Sarcophaga ruficornis* L. (Sarcophagidae: Diptera). *Parasitology Research*, 114, 2325-2331.
- Stokinger, H.E. (1981). Boron. In: G.D. Clayton ve F.E. Clayton (Editörler), *Patty's industrial hygiene and toxicology, Volume 2B: Toxicology* içinde (s. 2978-3005). New York: John Wiley and Sons.
- Sorour, J. (2001). Ultrastructural variations in *Lethocerus niloticum* (Insecta: Hemiptera) caused by pollution in Lake Mariut, Alexandria, Egypt. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 48 (3), 268-274.
- Stork, N.E. (2018). How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? *Annual Review of Entomology*, 63(1), 31-45.
- Sukontason, K.L., Sukontason, K., Vogtsberger, R.C., Piangjai, S., Boonchu, N., Chaiwong, T. (2005). Ultramorphology of Eggshell of Flesh Fly *Liosarcophaga dux* (Diptera: Sarcophagidae) , *Journal of Medical Entomology*, 42, 1, 86-88.

- Szpila, K., Richet, R. ve Pape, T. (2015). Third instar larvae of flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) of forensic importance-critical review of characters and key for European species. *Parasitology Research*, 114, 2279-2289.
- Şaki, C.E. ve Özer, E. (1999a). Elazığ ve Çevresinde Sığır, Koyun ve Keçilerde Myiasisler ve Bunların Tedavileri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 23, 261-268.
- Şaki, C.E. ve Özer, E. (1999b). Elazığ ve Çevresinde Tespit Edilen Eksternal Myiasis Larvalarının Morfoloji ve Gelişmeleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 23 (4), 723-731.
- Treinen, K.A. ve Chapin, R.E. (1991). Development of testicular lesions in f344 rats after treatment with boric acid. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 107, 325-335.
- Truhaut, R., Phu-Lich, N. ve Loissillier, F. (1964). Effects of the repeated ingestion of small doses of boron derivatives on the reproductive functions of the rat. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 258, 5099-5102.
- Vairo, K.P., Mello-Patiu, C.A. ve de Carvalho, C.J.B. (2011). Pictorial identification key for species of Sarcophagidae (Diptera) of potential forensic importance in southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55 (3), 333-347.
- Vairo, K.P., Queiroz, M.M.C., Mendonça, P.M., Barbosa, R.R., de Carvalho, C.J.B. (2015). Description of immature stages of the flesh fly *Peckia (Sarcodexia) lambens* (Wiedemann) (Diptera: Sarcophagidae) provides better resolution for taxonomy and forensics. *Tropical Zoology*, 28 (3), 114-125.
- Verves, Y.G. (2003). A preliminary list of species of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) of the Republic of Seychelles. *Phelsuma*, 11 (Supp. A), 1-16.
- Verves, Y.G. ve Khrokalo, L.A. (2006). Review of Macronychiinae (Diptera, Sarcophagidae) of the world. *Vestnik Zoologii*, 40 (3), 219-239.
- Verves, Y., Barták, M., Kubík, S., Civelek, H.S. (2017). New records of Sarcophagidae from Turkey (Diptera). *ZooKeys*, 703, 129-158.
- Verves, Y., Barták, M. ve Kubík, S. (2018). Checklist of flesh flies of Turkey (Diptera, Sarcophagidae). *ZooKeys*, 743, 95-136.
- Wegman, D.H., Eisen, E.A., Hu, X., Woskie, S.R., Smith, R.G., Garabrant, D.H. (1994). Acute and chronic respiratory effects of sodium borate particulate exposure, *Environmental Health Perspectives*, 102 (7), 119-126.

- Weir, R.J. ve Fisher, R.S. (1972). Toxicologic studies on borax and boric acid. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 23, 351-364.
- Werren, J.H. ve Loehlin, D.W. (2009). Rearing *Sarcophaga bullata* fly hosts for *Nasonia* (parasitoid wasp). *Cold Spring Harbor Protocols*, 2009 (10), pdb.prot5308.
- Whitaker, I.S., Twine, C., Whitaker, M.J., Welck, M., Brown, C.S., Shandall, A. (2007). Larval therapy from antiquity to the present day mechanisms of action, clinical applications and future potential. *Postgraduate Medical Journal*, 83, 409-413.
- Whitmore, D. (2010). *Systematics and phylogeny of Sarcophaga (Heteronychia) (Diptera: Sarcophagidae)*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Roma: Università la Sapienza, Dipartimento di Biologia Animale e dell’Uomo.
- Whitmore, D., Buenaventura, E. ve Pape, T. (2018). Odd, outsized, and obscure: *Sarcophaga (Hadroxena) karakoncolos* sp. n. (Diptera: Sarcophagidae) from Turkey. *Zootaxa*, 4422 (3), 385-394.
- Wilding, J.L., Smith, W.J., Yevich, P., Sicks, M.E., Ryan, S.G., Punte, C.L., (1959). The toxicity of boron oxide. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 20, 284-289.
- Williams, R.M. ve Atalla, R.H. (1981). Interactions of group II cations and borate anions with nonionic saccharides. D.A. Brant (Ed.), *Solution Properties of Polysaccharides* içinde (s. 317-330), Washington: American Chemical Society Symposium Series.
- Wolff, M., Uribe, A., Ortiz, A., Duque, P. (2001). A preliminary study of forensic entomology in Medellin, Colombia. *Forensic Science International*, 120, 53-59.
- Woods, W.G. (1994). An introduction to boron: History, sources, uses, and chemistry. *Environmental Health Perspectives*, 102 (7), 5-11.
- Xue, R.D. ve Barnard, D.R. (2003). Boric acid bait kills adult mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of Economic Entomology*, 96, 1559-1562.
- Xue, R.D., Kline, D.L., Ali, A., Barnard, D.R. (2006). Application of boric acid baits to plant foliage for adult mosquito control. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22, 497-500.
- Yang, L.K., Nigg, H.N., Simpson, S.E., Ramos, L.E., Cuyler, N.W., Barnes, J.I., Gren, C.G. (2000). Sodium tetraborate effects on mortality and reproduction of *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 93, 1485-1492.

- Yaman, M. ve Şaki, C.E. (2011). Hatay yöresinde bulunan miyaz sinekleri ve mevsimsel dağılımları. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 25 (1), 07-10.
- Yasmeen, S. ve Amir, M. (2018). Histopathological effects of chlorpyrifos on the midgut of 3rd larval instar of oriental latrine fly, *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). *International Journal of Entomology Research*, 3 (2), 121-126.
- Zhou, J.J. ve Le Patourel, G.N.J. (1990). Hatching of oothecae from female *Blattella germanica* exposed to hydramethylnon and boric acid baits. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 54, 131-140.
- Zumpt, F. (1965). *Myiasis in Man and Animals in the Old World*. London: Butterwoths & Co Ltd.
- Zurek, L., Gore, J.C., Stringham, M.S., Watson, D.W., Waldvogel, M.G., Schal, C. (2003). Boric acid dust as a component of an integrated cockroach management program in confined swine production. *Journal of Economic Entomology*, 96, 1362-1366.

EKLER

EK 1. İstatistiksel hesaplamalarda kullanılan verilerin normal dağılım tabloları

Tests of Normality¹

Grup	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
0	,088	50	,200*	,970	50	,228
1	,094	50	,200*	,966	50	,160
Ağırlık 2	,071	50	,200*	,987	50	,864
3	,067	50	,200*	,983	50	,691
4	,081	50	,200*	,988	50	,895

¹ Larva ağırlığı verilerine ait normal dağılım testi

* This is a lower bound of the true significance P<0.05

Tests of Normality²

Grup	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
0	,104	50	,200*	,969	50	,212
1	,109	50	,188*	,950	50	,033
Boy 2	,120	50	,071*	,962	50	,111
3	,082	50	,200*	,985	50	,770
4	,095	50	,200*	,976	50	,405

² Larva ağırlığı verilerine ait normal dağılım testi.

* This is a lower bound of the true significance P<0.05.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Caner AYDINLI

Yabancı Dil : İngilizce

Doğum Yeri ve Yılı : Antakya/1983

E-Posta : caydinli@eskisehir.edu.tr

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2000-2005, Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü
- 2005-2008, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- 2009, Öğretim Görevlisi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü

Yayınları ve/veya Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:

SCI, SCI-EXP, SSCI, AHCI ve ALAN İNDEKSİ YAYINLAR

- Aydın, C. (2017). Contribution to the Knowledge of Ephemeroptera (Insecta) of the Eastern Black Sea Region. *Journal of the Entomological Research Society*, 19 (3), 95-107.
- Aydın, C. ve Ertorun, N. (2015). Species records of Ephemeroptera Insecta nymphs in Gediz river basin with a new record for Turkish fauna *Labiobaetis atrebatinus* Eaton 1870. *Turkish Journal of Zoology*, 39 (4), 587-595.
- Ertorun, N. ve Aydın, C. (2015). Species diversity of Hydraenidae Coleoptera Insecta in Gediz river basin. *Biodicon*, 8 (1), 130-137.
- Aydın, C. (2012). Sultamsuyu Çayı (Malatya)'nın Ephemeroptera (Insecta) Limnofaunası. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3 (1), 9-14.

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ

- Gediz Nehri ve Havzasının Ephemeroptera ve Hydraenidae (Insecta) Tür Çeşitliliğinin Araştırılması, Araştırmacı: AYDINLI, C., 01/06/2011 - 01/06/2014, Proje no: 1105F093

- Borik Asitin Bazı Sarcophagidae (Insecta: Diptera) Türleri Larvalarının Gelişim ve Sterilitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması, Araştırmacı: AYDINLI, C., 12/02/2015 - Devam, Proje no: 1501F021

ULUSAL ve ULUSLARARASI BİLDİRİLER

- Aydınli, C. (2018). Effects of Pesticides on Aquatic Biodiversity in Gediz River: General Evaluation, Sample Case, Warnings and Precautions. International Symposium of Ecology 2018, Kastamonu, Turkey.
- Aydınli, C. (2018). A Quantitative Analysis of Ephemeroptera Fauna of Turkey by Geographical Regions and Provinces. International Symposium of Ecology 2018, Kastamonu, Turkey.
- Aydınli, C. (2017). The State of the Mayfly Species in the Eastern Black Sea Region (Turkey). International Symposium on EuroAsian Biodiversity (SEAB 2017), Minsk, Belarus.
- Ertorun, N. ve Aydınli, C. (2015). First SEM images of the holotype of *Ochthebius s.str. halophilus* Coleoptera Hydraenidae from Turkey. 1st Slovene Microscopy Symposium, Piran, Slovenia.
- Aydınli, C. (2014). Eskişehir İli Civarındaki Bazı Geçici Sucul Habitatların Fauna Kompozisyonu Üzerine Ön Çalışmalar. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi (Uluslararası Katılımlı), Eskişehir, Türkiye.
- Aydınli, C. ve Ertorun, N. (2014). Gediz nehir havzası Ephemeroptera limnofaunasının beta çeşitlilik yöntemi ile kantitatif analizi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi (Uluslararası Katılımlı), Eskişehir, Türkiye.
- Ertorun, N. ve Aydınli, C. (2014). Türkiye’den *Hydroscapha granulum* Coleoptera Myxophaga Hydroscaphidae’un yeni lokalite kayıtları ile morfolojik varyasyonları hakkında bazı detaylar. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi (Uluslararası Katılımlı), Eskişehir, Türkiye.
- Aydınli, C. (2012). Using Species of Ephemeroptera as Saprobic Indicator to Determine Water Quality in Sultansuyu Stream (Malatya, Turkey). XXIV. International Congress of Entomology, Daegu, South Korea.
- Altunsoy, F., Aydınli, C. ve Yeşilli, B., (2010). Trabzon İli Tabanidae Insecta Diptera Faunası. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi, Denizli, Türkiye.

- Altunsoy, F., Kılıç, A.Y. ve Aydınli, C. (2008). Effects of Some Heavy Metals on the Larval Growth Rate of *Calliphora vicina* (Diptera). XXIII. International Congress of Entomology, Durban, South Africa.
- Aydınli, C., Hasbenli, A., Altunsoy, F., Kılıç, A.Y., (2008). Eskişehir İli ve Çevresi Bombyliidae Insecta Diptera Familyası Üzerine Sistematiik ve Faunistik Araştırmalar. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, Trabzon, Türkiye.

