



***EURYDEMA SPECTABILIS* HORVÁTH, 1882 (HETEROPTERA:
PENTATOMIDAE)'DE SİNDİRİM SİSTEMİNİN ANATOMİK VE
HİSTOLOJİK YAPISININ İNCELENMESİ**

Hicret ARSLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 2023

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Hicret ARSLAN

15/12/2023

EURYDEMA SPECTABILIS HORVÁTH, 1882
(HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)'DE SİNDİRİM SİSTEMİNİN
ANATOMİK VE HİSTOLOJİK YAPISININ İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Hicret ARSLAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Aralık 2023

ÖZET

Bu çalışmada *Eurydema spectabilis*'in (Horváth, 1882), (Heteroptera, Pentatomidae) sindirim sisteminin histolojik ve anatomik yapısı ışık ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak (SEM) çalışılmıştır. *E. spectabilis*'te sindirim ağızda başlar anüsle sona erer. Bitki özsuğu ile beslenen *E. spectabilis*'te emme hortumu rostrumdur. *E. spectabilis*'in sindirim kanalı ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere 3 farklı bölgeye ayrılır. Işık mikroskobu incelemeleri sonucunda *E. spectabilis*'in tükürük bezinin asıl ve yardımcı tükürük bezi ile kanallarından oluştuğu görülmüştür. Ön bağırsak farinks, özofagus ve bunu takip eden proventrikulustan meydana gelmektedir. Özofagus proventrikulusa bağlanmakta olup dar bir tüp şeklinde görülmektedir. Proventrikulus duvarı girintili çıkıntılı olmakla birlikte tek tabakalı silindirik epitel ve kas tabakasıyla çevrelenmiştir. Orta bağırsak mide, orta bağırsak kanalı ve bulb olarak incelenmiştir. Mide ve orta bağırsak kanalı tek tabakalı silindirik epitelten meydana gelirken, bulb ise kübik epitele sahiptir. Arka bağırsak gastrik çekum, pylorus, Malpigi tübülü ve rektumdan oluşmaktadır. Rektum arka bağırsağın son kısmını oluşturmaktadır. Hücre duvarı tek tabakalı kübik epitelten oluşmakta ve bol miktarda ürik asit kristallerine ve bakterilere rastlanmaktadır. Malpigi tübülleri ile gastrik çekum tek tabakalı kübik epitelten oluşurken pylorus tek tabakalı silindirik epitelten oluşmaktadır. Malpigi tübülleri iki çift ve distal kısım hemosölde serbest olarak uzanmaktadır. Bu çalışma sonucunda, daha önce incelenmemiş ve tarım zararlısı olan *E. spectabilis*'in sindirim sistemi histolojisi detaylı açıklanmıştır. Bu türle yapılacak zirai mücadele çalışmalarına ışık tutabileceği amaçlanmıştır.

Bilim Kodu : 20318
Anahtar Kelimeler : Ön bağırsak, orta bağırsak, arka bağırsak, Malpigi tübülleri, ışık mikroskobu, taramalı elektron mikroskobu
Sayfa Adedi : 89
Danışman : Prof. Dr. Selami CANDAN

THE EXAMINATION OF THE ANATOMICAL AND HISTOLOGICAL STRUCTURE
OF THE DIGESTIVE SYSTEM IN *EURYDEMA SPECTABILIS* HORVÁTH, 1882
(HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)

(M. Sc. Thesis)

Hicret ARSLAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

December 2023

ABSTRACT

In this study, the histological and anatomical structure of the digestive system of *Eurydema spectabilis* (Horvath, 1882) (Heteroptera, Pentatomidae) was studied using light and scanning electron microscopy (SEM). In *E. spectabilis*, digestion begins in the mouth and ends in the anus. In *E. spectabilis*, which feeds on plant sap, the sucking tube is rostrum. The digestive tract of *E. spectabilis* is divided into 3 different regions: Foregut, midgut and hindgut. As a result of light microscope examinations, it was seen that the salivary gland of *E. spectabilis* consists of the main and auxiliary salivary glands and their ducts. The foregut consists of the pharynx, the esophagus, and the proventriculus following it. The esophagus is connected to the proventriculus and appears as a narrow tube. Although the proventriculus wall is indented, it is surrounded by a single layer of cylindrical epithelium and muscle layer. The midgut has been examined as stomach, midgut tract and bulb. While the stomach and midgut tract consist of single-layered cylindrical epithelium, the bulb has cuboidal epithelium. The hindgut consists of the gastric cecum, pylorus, Malpighian tubule and rectum. The rectum forms the last part of the hindgut. The cell wall consists of a single-layer cuboidal epithelium and abundant uric acid crystals and bacteria are found. While the gastric cecum with malpygian tubules consists of a single-layer cuboidal epithelium, the pylorus consists of a single-layer cylindrical epithelium. Malpygian tubules are two pairs and the distal part lies freely in the hemocoel. As a result of this study, the histology of the digestive system of *E. spectabilis*, a previously unexplored agricultural pest, was explained in detail. It is aimed to shed light on the agricultural control studies to be carried out with this species.

Science Code : 20318

Key Words : Foregut, midgut, hindgut, Malpighian tubes, light microscopy, electron microscopy

Page Number : 89

Supervisor : Prof. Dr. Selami CANDAN

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans çalıŐmalarım boyunca sahip olduğu bilgisi ve deneyimleri ile bana her zaman ışık tutan, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, sevgimin ve saygımın sonsuz olduğu sayın danışman hocam, Prof. Dr. Selami CANDAN'a teŐekkürlerimi sunarım.

Bütün samimiyeti ile destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, sahip olduğu deneyimleri benimle paylaşan, "yemek vermek yerine yemek yapmayı" öğreten sevgili hocam, Doç. Dr. Nurcan ÖZYURT KOÇAKOĞLU'na, çok teşekkür ederim.

Őu ana kadar hayatımın her anında maddi ve manevi desteklerini sonsuz Şekilde hissettiğim, en baŐta dualarıyla her zaman yanımda varlığını hissettiğim canım babaannem ve varlıkları ile varlık sebebim olan canım aileme de sonsuz sevgim ile birlikte teŐekkürlerimi arz ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
RESİMLERİN LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. BÖCEKLERİN SİNDİRİM SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	15
3. MATERYAL VE METOD.....	27
3.1. İncelenen Materyal Hakkında Genel Bilgi.....	27
3.2. Örneklerin Toplanması ve Laboratuvarda Üretimi	27
3.3. Işık Mikroskobu İçin Örneklerin Hazırlanması	28
3.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İçin Örneklerin Hazırlanması	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	29
4.1. Rostrum.....	29
4.2. Ön Bağırsak.....	33
4.2.1. Tükürük bezi.....	33
4.2.2. Yardımcı tükürük bezi	35
4.2.3. Yutak (farinks).....	38
4.2.4. Yemek borusu (özofagus).....	38
4.2.5. Proventrikulus.....	38
4.3. Orta Bağırsak	41
4.3.1. Mide.....	41

	Sayfa
4.3.2. Orta bağırsak kanalı	43
4.3.3. Bulb.....	47
4.4. Arka Bağırsak.....	50
4.4.1. Gastrik çekum.....	50
4.4.2. Pylorus (ampulla).....	52
4.4.3. Malpigi tüpleri	54
4.4.4. Rektum.....	57
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	61
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	89

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Delici- emici ağız yapısı rostrum şematik şekli	3
Şekil 1.2. Böceklerdeki sindirim sistemi genel şekli	6
Şekil 1.3. Orta bağırsakta bulunan mikrovillus yapısının boyuna kesiti	9
Şekil 1.4. Böceklerde Malpigi tüpleri.....	12

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1 <i>Eurydema spectabilis</i> (https://inaturalist.lu/taxa/537498-Eurydema-spectabilis)	27
Resim 4.1. (a.d). <i>Eurydema spectabilis</i> rostrum. (a-b). Rostrum genel görünüşü, üstten ve alttan. (c-d). Rostrum 1. ve 2. segmenti ve üzerindeki sensillalar- Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	29
Resim 4.2. (a-f). Rostrum ve sensillalar. (a-b). Rostrumun 2. segmentindeki sensillalar. (c-d). Rostrumun 3. segmentindeki sensillalar, (sensilla basiconica). (e-f). Rostrumun uç kısmındaki sensillalar, (sensilla trichodea)-SEM.....	30
Resim 4.3. (a-d). Rostrumda bulunan emme hortumu. Rostrumda bulunan besin kanalları ve emme hortumunu hareket ettiren kasların enine ve boyuna kesiti, (K: Kas)- SEM.....	31
Resim 4.4. <i>Eurydema spectabilis</i> 'in sindirim kanalının genel görünüşü- Stereo Mikroskop (SM)	32
Resim 4.5. <i>Eurydema spectabilis</i> 'in sindirim kanalının genel görünüşü (SEM)	32
Resim 4.6. <i>Eurydema spectabilis</i> abdomen ve göğüs içerisindeki tükürük bezi genel görünüm- (SM)	33
Resim 4.7. <i>Eurydema spectabilis</i> dişi bireyde tükürük bezi genel görünüm-(SM)	34
Resim 4.8. (a.b) Tükürük bezi ve yardımcı tükürük bezi kanalları genel görüntüsü. (c) tükürük bezi anterior ve posterior lob (Al: Anterior lob, Pl: Posterior lob), (SEM)	34
Resim 4.9. Tükürük bezi boyuna kesit, anterior lob ve posterior lob (a,b), tükürük bezi enine kesit, lümeni salgı ile dolu (c), tükürük bezi boyuna kesit (d), (Sm: Salgı maddesi, Ep: Epitel hücre, Ç: Çekirdek, L: Lümen), (X100), (X200), (X400), Işık Mikroskobu (IM)	35
Resim 4.10. <i>Eurydema spectabilis</i> yardımcı tükürük bezi kanalları, (SEM)	36
Resim 4.11. (a, b) <i>Eurydema spectabilis</i> yardımcı tükürük bezi kanalı boyuna kesit. (c) <i>Eurydema spectabilis</i> yardımcı tükürük bezi kanalı enine kesit. (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (X400), (X1000), (IM). (d) Yardımcı tükürük bezi kanalı enine kesit- (SEM)	36
Resim 4.12. (a) Yardımcı tükürük bezi enine kesit (X1000), (IM). (b,c,d) yardımcı tükürük bezi enine kesit (L: Lümen) (e,f) yardımcı tükürük bezinde bulunan bol miktarda salgı granülleri (Sg: Salgı granülleri), (SEM)	37

Resim	Sayfa
Resim 4.13. <i>Eurydema spectabilis</i> özofagus, proventrikulus ve mide genel görünüm, (SM).....	38
Resim 4.14. <i>Eurydema spectabilis</i> proventrikulus boyuna kesit, silindirik epitel hücresi Mallory 3'lü Boyama, (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (X1000), (IM)	39
Resim 4.15. (a) <i>Eurydema spectabilis</i> 'in proventrikulus ve mide genel görünümü (b,c,d,e) proventrikulus iç yüzey yapısı ve epitel hücreleri. (f,g,h) epitelde gömülü çekirdekler (Ç), (SEM)	40
Resim 4.16. <i>Eurydema spectabilis</i> orta bağırsak genel görünümü (SM)	41
Resim 4.17. Mide tek tabakalı silindirik epitel hücresi (Enine Kesit; H&E),	42
Resim 4.18. Mide, tek tabakalı silindirik epitel hücresi (Enine Kesit; H&E),	42
Resim 4.19. (a,b) Mide genel görünüm (c,d,e,f) mide enine kesit, tek tabakalı silindirik epitel tabakası ve çekirdekler (Ç), (SEM).....	43
Resim 4.20. Orta bağırsak kanalı genel görünümü, (SM)	44
Resim 4.21. Orta bağırsak kanalı enine kesit silindirik epitel hücreleri	44
Resim 4.22. Orta bağırsak kanalı silindirik epitel hücreleri	45
Resim 4.23. Orta bağırsak kanalı silindirik epitel hücreleri	45
Resim 4.24. (a,b) Orta bağırsak kanalı genel görünümü (c,e) dış yüzeyindeki boyuna kaslar. (d,f) orta bağırsak kanalı enine kesit (L:Lümen).	46
Resim 4.25. <i>Eurydema spectabilis</i> bulb, (SM)	48
Resim 4.26. Bulb (Boyuna Kesit; H&E), (Ç: Çekirdek, L: Lümen, Sm: Salgı Maddesi, Ep: Epitel hücre), (X400), (IM)	48
Resim 4.27. (a, c) Bulb genel görünüm. (b, d,e,f). Dış yüzey boyuna kas tabakaları, Trake (SEM)	49
Resim 4.28. Gastrik çekum genel görünüm, (SM)	50
Resim 4.29. (a,b) Gastrik çekum dış yüzeyi, (SEM)	51
Resim 4.30. Gastrik çekum tek tabakalı kübik epitel hücreleri (Boyuna kesit; Mallory 3'lü Boyama), (X400), (IM)	51
Resim 4.31. Gastrik çekum tek tabakalı kübik epitel hücreleri (Boyuna kesit; Mallory 3'lü Boyama), (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (X1000), (IM)	52
Resim 4.32. (a) Gastrik çekum, (b) enine kesit (L: Lümen)- SEM	52
Resim 4.33. Pylorus tek tabakalı silindirik epitel hücresi, (Mallory 3'lü Boyama),	53

Resim	Sayfa
Resim 4.34. (a) Pylorus genel görünüm (MT: Malpigi tübülü). (b.c.d) Pylorus iç yapısı, (SEM).....	53
Resim 4.35. Malpigi Tüpleri bir çift genel görünüm, (SM)	54
Resim 4.36. Malpigi Tüpleri genel görünüm, (SM)	55
Resim 4.37. (a) Malpigi tübüleri boyuna kesitler (H&E), (b,c,d,) Malpigi tübüleri enine kesit (H&E)(Ç: Çekirdek, L: Lümen, Ep: Epitel hücre, Mv: Mikrovillus), (X200), (X400), (X1000), (IM).....	55
Resim 4.38. (a,b,c,d) Malpigi tübülü genel görünüm (T: Trake), (e,f) Malpigi tübülü enine kesit salgı granülleri ve mikrovilluslar (Sg: Salgı granülleri, Mv: Mikrovillus), (SEM)	56
Resim 4.39. Rektum genel görünüm, (SM)	57
Resim 4.40. Rektum enine kesit (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (H&E), (X200), (IM)	58
Resim 4.41. Rektum enine kesit kübik epitel hücreleri, (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (H&E), (X400), (IM)	58
Resim 4.42. Rektum kübik epitel hücreleri (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (H&E), (X1000), (IM)	59
Resim 4.43. (a,b,c,d) Rektum genel görünüm	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
Al	Anterior lob
Ç	Çekirdek
HE	Hemotoksilen Eozin
HMDS	Heksametil Disisilazan
IM	Işık mikroskobu
K	Kas tabakası
L	Lümen
MT	Malpigi tüpü
MV	Mikrovillus
Pl	Posterior lob
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
SM	Stereo mikroskop
T	Trake
TEM	Geçirimli elektron mikroskobu

1. GİRİŞ

Böcekler; insan sağlığını, tarımı ve doğal kaynakları etkileyen zararlılar ya da hastalık taşıyıcıları olarak isimlendirilirler. Birçoğu bitkileri tozlaştırdıkları, faydalı maddeler ürettikleri, zararlı böcekleri kontrol ettikleri, diğer hayvanlar ve insanlar için de yakın gelecekte muhtemelen yiyecek olarak hizmet ettikleri için faydalıdır (Manno ve diğerleri, 2018).

Hayvanlar aleminde tanımlanmış olan türlerin yarısından çoğu böcek grubuna aittir (Stork 2018; Tihelka ve diğerleri, 2021).

Bu zengin hakimiyetlerinin ana sebebi, yaşadıkları habitatlardaki zorluklara göre nesiller boyunca iç ve dış sistemlerin morfolojik, fizyolojik ve genetik olarak modifikasyonları yoluyla özgülük ve uyum sağlama yeteneğidir (Sollai ve Solari, 2022).

Bu modifikasyonlar, böceklerin hemen hemen her ekolojik nişi işgal etmesine sebep olur. Bir böceğin anatomisini, morfolojisini ve fizyolojisini anlamak, böceklerin dünyada yaşamak için nasıl uyum sağladığını anlamamızı sağlar ve tüm bu faktörleri göz önüne alarak böcek sorunları için uygun ve spesifik yönetim yaklaşımını belirlememize dair ipuçları verir.

Örneğin, Coccoidea böceklerinde, ağız parçaları, bitki özsuğunu delici ve emici olmak üzere özelleşmiştir ve en önemlisi, fazla suyu ve konsantre şekerli maddeyi doğrudan ön orta bağırsaktan anüse atmalarını sağlayan filtre odasının karmaşık modifikasyonudur (Foldi, 1997; Xie ve diğerleri, 2010).

Heteroptera takımı farklı yaşam alanlarına sahip olmakla birlikte genellikle karada, su yüzeyinde, içerisinde ve hatta taban çamurları içerisinde yaşayan sucul türleri de vardır. Hem tür sayısının fazla olması hem de yeryüzünde geniş bir alana yayılması ve pek çok zararlı türü bünyesinde toplamasından dolayı böcek grupları arasında Heteroptera takımı büyük bir öneme sahiptir (Demirsoy, 2003).

Heteroptera takımında bulunan böcekler genel olarak yassı vücut şekline sahip olup yaşadıkları yer farklılık göstermektedir. Suda, karada hem suda hem de karada yaşayan

türler bulunmaktadır. Bu takıma ait böcekler hayvansal ve bitkisel vücut sıvılarıyla beslenirler. Hayvansal vücut sıvılarıyla beslenen türler canlıda ektoparazit ya da predatör olarak yaşayarak konak canlıya zarar verirken, bitkisel öz suyu ile beslenen türler ise bitkide yaprak, çiçek, tohum, meyve gibi organlara verdiği zararlarla ziraat alanında büyük kayıplara yol açar (Lodos, 1986).

Heteroptera ailesinin en büyük familyası olan Pentatomidae dünyada 906 cins ve 4.700 tür iken Türkiye'de ise 54 cins ve 162 tür ile temsil edilmektedir. Çoğunluğu fitofaktırlar (Önder ve diğerleri, 2006).

Heteroptera takımının en kalabalık familyalarından biri olan Pentatomidae familyası tür sayısı bakımından da oldukça zengindir. Bu türlerin çoğu fitofag oldukları ve orman ağaçları, süs bitkileri ve meyve ağaçları dahil olmak üzere çok çeşitli yabani bitkilerle beslendikleri için büyük önem taşımaktadırlar (Bolu ve diğerleri, 2006).

Gerçek böcekler (Heteroptera), neredeyse tüm diğer böcek takımlarınınkini aşan bir beslenme çeşitliliği sergiler (Goodchild, 1966).

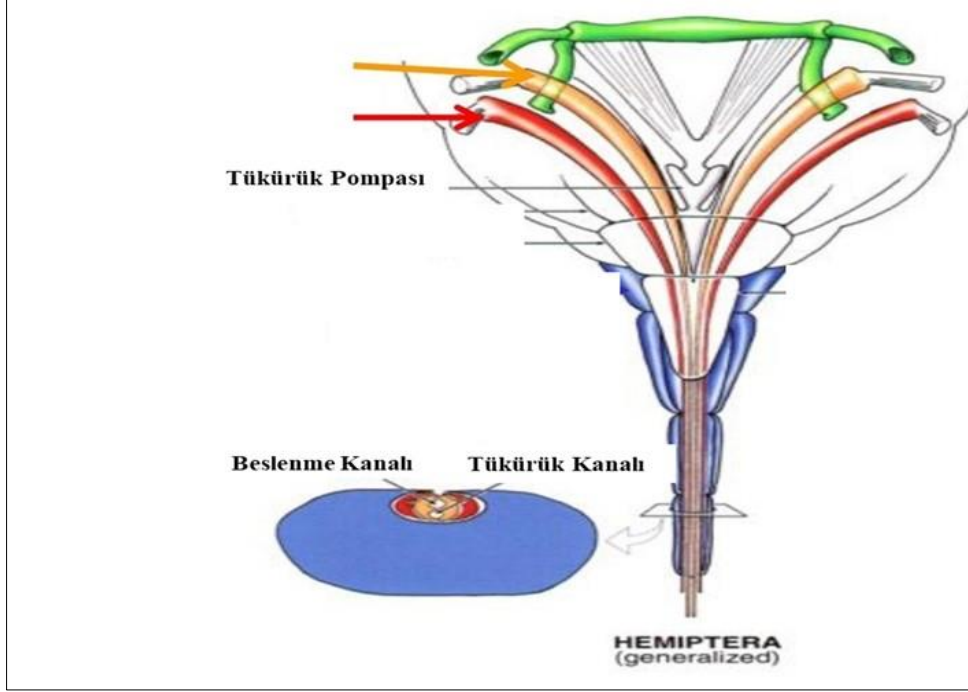
Heteroptera, geniş beslenme alanları nedeniyle ekolojik olarak oldukça başarılıdır ve hem zararlı hem de faydalı böcekler olarak ekonomik açıdan önemlidir. Beslenme adaptasyonlarının ilginç bir yönü, zoofajlar tarafından fakültatif bitki beslenmesinde (zoofitofaji) veya bunun benzeri olan fitofajlarla hayvan beslemede (fitozoofaji) doğal olan trofik esnekliktir. Zoofitofaji ve fitozoofajinin evrimsel etkileri son zamanlarda dikkat çekmiştir (Cobben, 1978; Cobben, 1979; Sweet, 1979; Schaefer, 1993; Schaefer, 1997).

Bitki özsuyla ile beslenen Heteropterler, bitkiyi delerek bitkinin vasküler sıvısını ve bitki özsuyla emmek için delici-emici ağız yapısını kullanırlar. Yine bazı predatör olan bazı Heteropterler, genellikle böceklerle beslenirler (Schaefer ve Panizza, 2000).

Hemipteroidea'da bulunan beslenme için özelleşmiş "rostrum" ya da hortum denen delici-emici ağız yapısına sahiptir (Şekil 1.1), (Demirsoy, 1997).

Rostrum yapısı böceklerin beslenme çeşitliliğine göre morfolojik olarak farklılık göstermektedir. Bitki özsuyla ya da kan ile beslenen böceklerde rostrum yapısının farklılık

göstermesi doğaldır. Bu farklılıklar, böceklerin yaşadığı bölge, beslenme maddesi ya da beslenme alışkanlığından kaynaklanmaktadır (Dia ve diğerleri, 2013).



Şekil 1.1. Delici- emici ağız yapısı rostrum şematik şekli (URL-1)

Hemiptera takımının diğer takımlardan ayıran özelliklerden birisi de ağız yapısıdır. Hemipterada maxilla ve mandibula hortum (proboscis) halini almış olup, labium kılıf şeklinde ve gagaya benzer şekilde görülmektedir. Bu uzantı kullanılmadığı zamanlar yatay olarak vücudun altında durur. I. Maxilla iğneleri karşılıklı olarak iki borudan oluşmaktadır. Bu boru ya da kanallardan labrum etrafındakiler emme, diğeri ise tükürük kanalını meydana getirirler. Doku içine iğneler batırıldığında II. Maxilla'nın meydana getirdiği oluk kıvrık bir şekilde dışarıda durur. Böylelikle bitki dokularını delmeye yardımcı olur ve doku içerisindeki sıvıyı (bitki özlerini) emmeye uygun bir hal almıştır (Kendall BioResearch, 2007).

Bitki özsuyla beslenen böceklerin delici-emici ağız kısımları tükürük kanallarına sahiptir ve yapboz benzeri yapılar şeklinde görülmektedir (Schaefer ve Panizza, 2000). Ağız parçası yapısının daha ince yönleri ve bunların, konakçı bitki içindeki beslenme alanlarının yerleştirilmesindeki rolü hakkında çok az şey bilinmektedir (Wang ve Dia, 2017).

Rostrumun üzerinde bulunan sensilla adı verilen yapılar, hassas olup besinlerle etkileşime geçip onları algılayabilen duyarlı yapılardır. Bu yapılar farklı çeşitlerde ve farklı şekillerde olabilirler. Bu yüzden farklı türlerde farklı yapılarda gözükebilirler. Böcekler, sensillalar sayesinde hedef bölgeyi tanıyıp rahatlıkla beslenmeyi gerçekleştirebilir. Gıda seçiminin belirleyici faktörü olan sensillalar tat alma duyusu olarak kabul edilse de aynı zamanda koku duyusu olarakta rol oynadığı bilinmektedir (Peregrine, 1972; Gaffal, 1981; Cobben, 1978; Parveen ve diğerleri, 2015; Anderson ve diğerleri, 2006; Brozek ve Chlond, 2010).

Böcek sensillası, bir böceğin çeşitli çevresel uyaranları algılamasına aracılık eden özel epidermis yapılarıdır. Böcek antenleri, konakçı lokalizasyonu, habitat seçimi, eş seçimi, besin arama, çiftleşme ve diğer süreçlerde önemli bir rol oynayan çok sayıda duyuya sahiptir (Zhu ve diğerleri, 2023).

Sensilladaki alıcı hücreler farklı tipte membran reseptörleri içerir. Farklı türdeki feromon molekülleri ile etkileşimler, böceklerin farklı reaksiyonlara girmesine ve farklı işlevler gerçekleştirmesine neden olabilir (Carde, 1995). Çeşitli böcek türlerinin sensillaları arasındaki morfolojik farklılıklar, fonksiyon ve tespit edilen çevresel sinyal tiplerinde önemli farklılıklar göstermektedir. Her böceğin benzersiz bir reseptör dağılım modeli vardır (Schneider, 1964). Bu nedenle böcek taksonomistleri, böcek anten reseptörlerinin morfolojik özelliklerini de böcek sınıflandırmasında önemli bir temel olarak kabul etmektedir (Li ve Chen, 2010).

Sensilla'nın morfolojik özelliklerine ve böcek antenlerindeki dağılımlarına bağlı olarak sensilla tipleri, sensilla basiconica (Sba), sensilla chaetica (Sch), sensilla trichodea (Str), sensilla coeloconica (Sco), sensilla placodea (Spl), sensilla squamiformia (Ssq), sensilla campaniformia (Sca) olarak sınıflandırılırlar (Schneider, 1964; Tian ve diğerleri, 2003).

Genellikle, koku böcekleri iğne benzeri ağız kısımlarını veya stiletlerini, sivri uçlarını saplara, yapraklara, çiçeklere, meyve veya tohumları delerek beslenirler. Tipik olarak koku böcekleri yırtık ve hızlı besleme modu kullanır ya da minimum mekanik hasara neden olan yaprak damar dokusuyla beslenirler (Velikova ve diğerleri, 2010; Miles, 1972).

Özelleşmiş delici ve emici ağız parçası yardımıyla genç yapraklardan, ince dallardan, meyvelerden, çiçek tomurcuklarından ve hassas sürgünlerden floem özsuğunu emerler (Franco ve diğerleri, 2009).

Koku böcekleri, bitki dokularına toksik tükürük enjekte ederek renk bozulmasına, daha fazla doku hasarına neden olabilir ve hatta meyve yapılarının bozulmasına sebep olabilir (Ni ve diğerleri, 2010; Correâ-Ferreira ve Azevedo, 2002; Silva ve diğerleri, 2012).

Aynı zamanda zarar görmüş meyvelerin erken düşmesi ve bitkilerin bodur büyümesi dahil olmak üzere şekil bozukluğuna ve genç yaprakların sararmasına neden olur. Pembe unlu bit olan *Maconellicoccus hirsutus*'un (Hemiptera: Pseudococcidae) salgıladığı tatlı özsu, mantar ve bakterilerden kaynaklanan ikincil enfeksiyona davetiye çıkarır ve bu da büyük ürün kaybına yol açar (Aristizábal ve diğerleri, 2012).

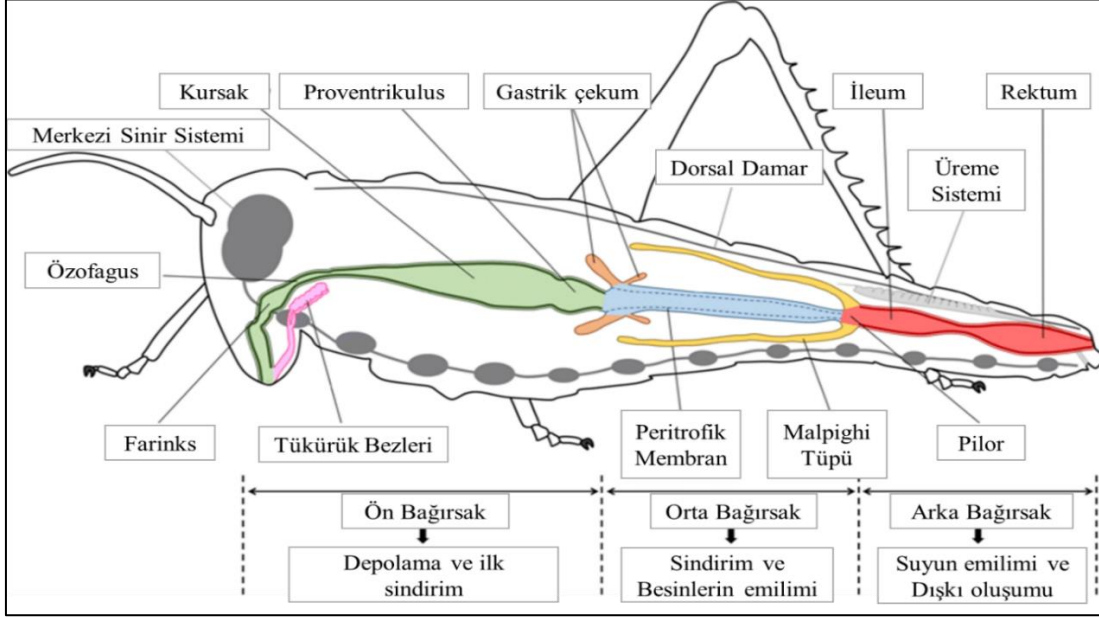
Böceklerin verdiği zararları en aza indirmek ya da kontrol altına almak için böcek ilaçları gibi kimyasal kullanımından ziyade biyolojik kontrol daha çok tavsiye edilir. Heteroptera yırtıcıları (predatör), dünyanın en önemli düşmanları olup çoğu zararlı ve böcek biyokontrol çalışmalarında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Lemos ve diğerleri, 2003; Liu ve diğerleri, 2019).

Biyolojik kontrol çalışmalarında, yırtıcı böceklerin kullanımı, kimyasal insektisitlere karşı çevre dostu bir alternatiftir (McPherson ve diğerleri, 1982; Lacerda ve diğerleri, 2004).

Asopinae'nin (Heteroptera: Pentatomidae) yırtıcı böcek temsilcileri, biyolojik kontrol ajanları olarak önem arz etmektedir. Sebebi ise farklı gelişim aşamalarındaki böcekleri avlarlar, bu nedenle uygun ekim için ekonomik olarak önemli kabul edilirler (Zanuncio ve diğerleri, 1994; Martinez ve diğerleri, 2016).

Canlılar büyüme, üreme gibi yaşamsal faaliyetlerini sürdürmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bu enerjiyi besinlerden sağlarlar. Alınan besinlerin kullanılmadan önce katabolik reaksiyonlarla monomerlerine ayrılması gerekmektedir. Örneğin proteinlerin amino asitlere, karbonhidratların basit şekerler vb. gibi parçalanması gerekmektedir. Bu parçalanma sürecine sindirim denir. Makromolekülleri yapı taşlarına kadar ayırmak için sindirim sistemini kullanırlar (Chapman, 1998).

Sindirim sistemi böceklerde temel olarak üç bölge olarak incelenmektedir. Ektodermal kökenli olan ön bağırsak (stomodeum) ile arka bağırsak (proktodeum), endodermal kökenli olan orta bağırsaktan (mezenteron) oluşur (Şekil 1.2), (Chapman, 1998).



Şekil 1.2. Böceklerdeki sindirim sistemi genel şekli (Holtorf ve diğerleri, 2019)

Heteroptera takımına ait böceklerde, sindirim sistemi ağız ile başlar anüsle son bulur ve sindirim üç kısımda incelenmektedir. Besinleri depolayan, filtreleyen ve kısmen sindiren ön bağırsak; sindirimin ve emilim olayının gerçekleştiği orta bağırsak, son olarak suyun emilimi ve homeostazda görevli olan arka bağırsaktan oluşmaktadır. Ön ve arka bağırsak kütikül ile kaplıyken, orta bağırsak bu yapıdan yoksundur (Candan ve diğerleri, 2021; Dantas ve diğerleri, 2021; Özyurt Koçakoğlu & Candan, 2021; Özyurt Koçakoğlu, 2021).

Böceklerde emilimin yapıldığı kısımlar ön bağırsakta çok az iken, asıl olarak absorpsiyonun gerçekleştiği kısım orta bağırsaktır. Yine arka bağırsakta suya geçirgen olup, suyun emiliminin büyük bir kısmı burada gerçekleşir (Chapman, 1998).

Böcekte, ön bağırsak genellikle ağız boşluğu, farinks, özofagus, kursak ve proventrikulus veya taşlıktan (gıdayı öğütür) oluşur. Yine Heteroptera- Hemiptera gibi delici-emici ağız tipine sahip böcekler bitki öz suyu ile beslendiklerinden dolayı kursakları yoktur (Özyurt Koçakoğlu, 2021).

Farinks, besinin alınmasında ve geriye doğru geçişinde işlev görür. Özofagus, çoğunlukla boru şeklinde bir yapı olmakla birlikte farinks ve kursak arasında bir köprü oluşturmaktadır. Bu daha çok hemimetabol böceklerde görülmüştür. Özofagus, birçok ergin hemimetabol böceklerde uzun, ince bir boru şeklinde olup kasların zayıf geliştiği aynı zamanda boyuna kasların kaybolduğu kısım olarak bilinmektedir (Chapman, 1998).

Farinks ve özofagus, yiyeceğin distal hareketine (peristalsis yoluyla) katılır (Holtorf, 2019). Kursak besinlerin depolandığı kısımdır. Besinler kursakta sindirim sisteminin diğer kısımlarında işlem görene kadar kalırlar. Yine bazı böceklerde sindirim işlevini de üstlenmektedirler (Chapman, 1998).

Sindirim olayı tükürük enzimlerinin aracılık ettiği ve ön bağırsaktan çıkan enzimlerle birlikte gerçekleşir. Çoğunlukla kursak sindirim kanalı ile aynı hizada yer alır ve yanal olarak genişler. Çok zayıf boyuna ve halka kaslardan oluşmuştur. Bu kaslar birbirleriyle kaynaşma (anastomoz) yaparlar ve gevşek bir ağ oluştururlar. Bununla birlikte, yetişkin Lepidoptera'da ve yetişkin Diptera, kursak yemek borusu ile ilişkili olup tek lobludur (Chapman, 1998, 2013; Stoffolano ve Haselton, 2013).

Proventrikulus, ön bağırsağın orta bağırsağa geçişinde bulunur. Proventrikulusta boyuna ve halkasal kaslar çok iyi gelişmiştir. Bu kaslı bölge besinin geçişi için önemli bir kapakçıktır. Çoğunlukla Orthoptera, Blattodea ve bazı Coleopteraler gibi holometabol bazı böceklerde proventrikulusun içteki kısmında intimanın dış, diken ve farklı tiplerde birçok çıkıntısı bulunmaktadır. Bu çıkıntılar, kasların etkisiyle sürtünme sırasında besin parçalarını öğütür. Besinin orta bağırsağa geçişi proventrikulusun son kısmındaki kasların düzenlemesiyle olmaktadır. Besinin geri gelmesini önleyen ön bağırsağın son kısmında kapakçıklar bulunmaktadır (Chapman, 1998; Maddrell ve O'Donnell, 1992).

Ön bağırsak hücreleri genel olarak düz olmakla birlikte emilim veya salgı yapmadıklarından dolayı da özelleşmemişlerdir. Ama kutikül tabakası farklı kısımlarda bulunmaktadır. Bu genellikle yalnızca endokutikül ve epikutikülden oluşmaktadır. Bu farklılık, ön bağırsağın farklı bölgelerinde ve türden türe değişiklik gösterir (Chapman, 1998).

Orta bağırsak genellikle bağırsağın en uzun kısmıdır. Ventrikül ya da mide olarak da adlandırılır. Sindirimin büyük bir kısmı burada gerçekleşir. Orta bağırsağın epitel hücreleri sindirim enzimlerini ve daha sonra ortaya çıkan besinleri üretir ve salgılar yeniden absorbe edilir (Dadd, 1970; Wigglesworth, 1972; Gullan ve Cranston, 2005; Sarwade ve Bhawane, 2013).

Heteropteran orta bağırsağı, morfolojik ve fonksiyonel farklılaşmaya sahip uzun bir tüptür; orta bağırsak, sindirim ve emilimin gerçekleştiği asıl bölge olup çok sayıda sindirim enziminin salındığı kısımdır (Billingsley ve Lehane, 1996; Fialho ve diğerleri, 2009; Chapman, 2013).

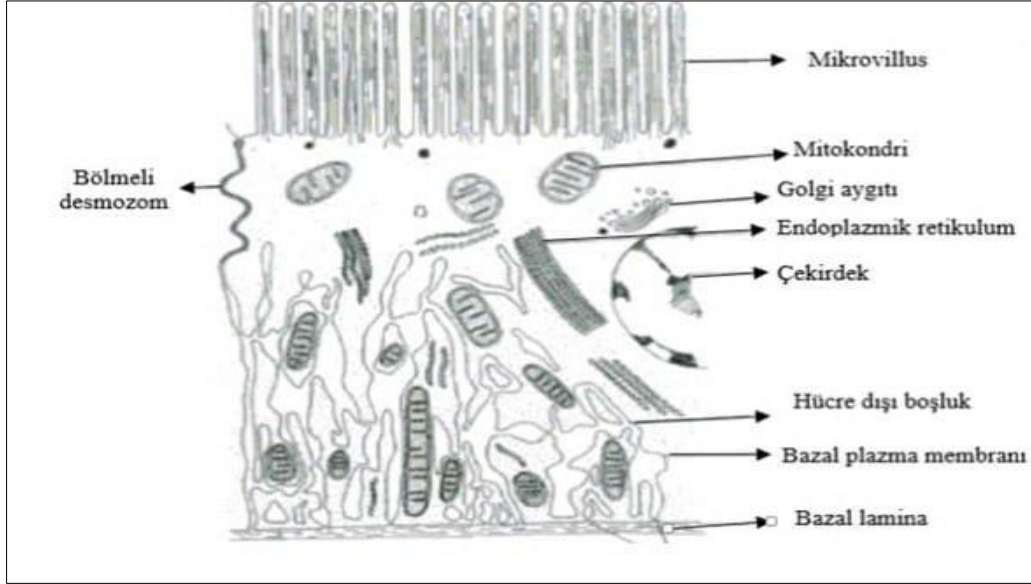
Heteroptera'nın orta bağırsak epiteli, diğer böceklerinkine benzer olup besinlerin enzim salgılanmasından ve emiliminden sorumlu sindirim hücrelerine sahiptir (Billingsley ve Lehane, 1996; Fialho ve diğerleri, 2009; Chapman, 2013), peptid hormonları salgılayan sınırlı endokrin hücrelere sahiptir (Chapman, 2013; Rocha ve diğerleri, 2014). Diğer hücrelerin yerini almanın yanı sıra çoğalabilen ve farklılaşabilen bazı rejeneratif hücrelere sahiptir (Billingsley ve Lehane, 1996; Martins ve diğerleri, 2006; Chapman, 2013; Teixeira ve diğerleri, 2013; Sosinka ve diğerleri, 2014).

Orta bağırsaktaki hücrelerin birçoğu uzun parmaklı şeklinde çıkıntılara sahiptir bunlar mikrovillusları oluşturur ve çoğu birbirine benzerdir (Şekil 1.3). Mikrovilluslar hücre zarının yüzeyini genişleterek absorpsiyonu yani emilimi artırır (Chapman, 1998). Mikrovilluslar dıştan glikokaliks ile çevrelenmiştir. Fakat bazı türlerde düzenli tek tabakalı glikoproteinden meydana gelir (Silva, 1995).

Çoğu böcek gruplarında orta bağırsağın anterior ucunda bulunan ve gastrik çekum olarak adlandırılan keseciklere sahiptir. Gastrik çekum sindirim enzimlerinin oluştuğu ve sindirim ürünlerinin emildiği asıl kısımdır (Chapman, 1998).

Böceklerde gastrik çekumun asıl görevi sindirim enzimlerini üretmektir (Ferreira ve diğerleri, 1999). Biyokimyasal sindirim ve enzim salgılanması için ekstra yüzey alanı sağlar. Bu nedenle, orta bağırsağın sindirim etkinliğini güçlü bir şekilde artırır (Maddrell ve O'Donnell, 1992; Holtorf, 2019). Gastrik çekum, sindirim bezlerini ve rejenerasyon hücrelerini içerir (Jaspar-Versali ve diğerleri, 1987; Candan ve diğerleri, 2021). Birçok

böcekte gastrik çekum, böcek takımları arasında boyut, sayı, şekil ve konum açısından değişkenlik gösterir (Chapman, 1998).



Şekil 1.3. Orta bağırsakta bulunan mikrovillus yapısının boyuna kesiti (Chapman, 1998)

Heteroptera- Hemiptera takımında, sindirim sistemi, orta bağırsağa açılan farklı uzantıların varlığı ile sembolize edilir. Gastrik çekum olarak adlandırılan bu uzantılar orta bağırsağın arka kısmında yer alır (Glasgow, 1914). Bu yapılar, farklı familyalarda morfolojik açıdan ve gelişim özelliklerine göre önemli değişkenlikler gösterir. Bununla birlikte, gastrik çekum temelde aynı histolojik yapıya sahiptir (Glasgow, 1914; Şimşek, 2020).

Orta bağırsak epitel, katı besinlerin tahrip edici etkilerinden korunmak için mukoz hücrelerinden yoksundur. Katı besinlerle beslenen böceklerde peritrofik membran olarak adlandırdığımız besin zarı adı verilen koruyucu bir yapı salgılanmaktadır. Bu zardan sindirilen besinler ve sindirim enzimleri geçebilmektedir. Kan emen ve bitki özsuyla ile beslenen böceklerde bu zara rastlanmaz. Bazı Hemipterlerde olmamasına rağmen çoğu böcekte bu zar oluşmaktadır (Chapman, 1998).

Peritrofik zar, seçici olarak geçirgen bir moleküler elek olup sindirim etkinliğini artırmaktadır (Caldeira ve diğerleri, 2007; Bolognesi ve diğerleri, 2008).

Peritrofik zarın ana bileşenleri, peritrofik zar proteinleriyle ilişkili kitin, protein ve karbohidrattır. (Bolognesi ve diğerleri, 2008, Hegedus ve diğerleri, 2009, Hegedus ve

diğerleri, 2016; Lehane, 1997; Tellam, 1996; Terra, 2001; Toprak ve diğerleri, 2010c; Wang ve Granados, 2001; Waterhouse, 1957; Hegedus ve diğerleri, 2019).

Peritrofik zar, böcek ilaçları (Abedi ve Brown, 1961), ağır metaller (Devenport ve diğerleri, 2006), bitki allelokimyasalları (Barbehenn, 1999) ve bakteriyel toksinler (Hayakawa ve diğerleri, 2004) gibi yutulan toksinlerden koruma sağlar. Benzer şekilde peritrofik zar, bakteri (Kuraishi ve diğerleri, 2011) ve virüsler (Derksen ve Granados, 1988) gibi patojenik ajanların enfekte olmasını önleyen mekanik bir bariyerdir (Hayakawa ve diğerleri, 2004).

Peritrofik zar, besin maddelerinin yaralayıcı etkilerinden korumanın yanı sıra, bakteri, virüs gibi mikroorganizmalara karşı bir bariyer görevi görmekte aynı zamanda sindirim enzimlerinin hızlıca boşalmasını engellemektedir. Deri değiştirme sırasında peritrofik zar yenilenmeyip her bir sindirim sonrasında orta bağırsakta yer alan hücrelerce yeniden oluşturulur (Lehane, 1997; Çakıcı, 2008).

Arka bağırsak ektodermal kökenli olup kitin ile astarlanmıştır (Sinha, 1958; Maddrell ve Gardiner, 1980; Sarwade ve Bhawane, 2013; Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2020).

Arka bağırsak yapısının iç kısmında boyuna kaslar bulunurken dış kısmında halkasal kaslar mevcuttur. Arka bağırsağın dış tarafını çevreleyen kaslar; genel olarak rektumun genişlemesinden sorumludur. Bunlar özellikle yusufçuk böceklerinin (Odonata) larvalarında çok iyi gelişmiştir. Rektum, iyon ve su değişiminin ana bölgesidir (Chapman, 1998; 2013, Demirsoy, 2003; Ecevit, Akyazı ve Akyazı, 2012; Gullan ve Cranston, 2012).

Arka bağırsak böceklerde sindirim sisteminin son kısmı olup genel olarak üç kısımda incelenir. İleum, kolon ve rektumdur (Gullan & Cranston, 2005; Özyurt Koçakoğlu, 2021). Yine, Heteroptera'da arka bağırsak pilor ve rektum olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır (Özyurt Koçakoğlu, 2021).

Valvula pylorica, orta bağırsakta bulunan besinin arka bağırsağa geçişinde görev almaktadır. İleum birçok böcekte rektuma doğru daralan bir tüp şeklinde görülmektedir. İleumda bulunan hücre yapısı tek tip olup hücreler apikal plazma zarında geniş katlanmalar

yapar ve bol miktarda mitokondri ile iç içedir. Bazal plazma membranı ise daha az katlanma yapar.

İleum bazen farklılaşarak kolon ismini almaktadır. Bazı böcek gruplarında kolon (kalın bağırsak) olmayabilir. İnce bağırsak ile benzer yapıdadır. Kuvvetli bir daralma gösteren valvula rectalis ise besinleri rektuma ulaştırır. Simbiyont olan böceklerde ileum yapısı genişler. Bu genişleme termitlerde ve larval Scarabaeidae familyasındaki türlerde fermantasyon bölümü olarak tanımlanır (Chapman, 1998 ve Demirsoy, 2003).

Arka bağırsağın ön kısmı ileum, dar orta kısım kolon ve daha geniş olan rektum kısmını oluşturmaktadır. Malpigi tüpleri uzun ince ve bir ucu kapalı olan tüp şeklindeki yapılardır (Demirsoy, 2003).

Malpigi tüplerinden gelen maddelerin birikimi ve atık maddelerin birikmesiyle oluşan şişkin yapı pylorusu oluşturur. Pylorus bazen orta bağırsak ve son bağırsak arasında bir valf konumunda bulunabilir. Malpigi tüpleri buradan ortaya çıkar (Chapman, 1998; Demirsoy, 2003; Ecevit, Akyazı ve Akyazı, 2012; Gullan ve Cranston, 2012).

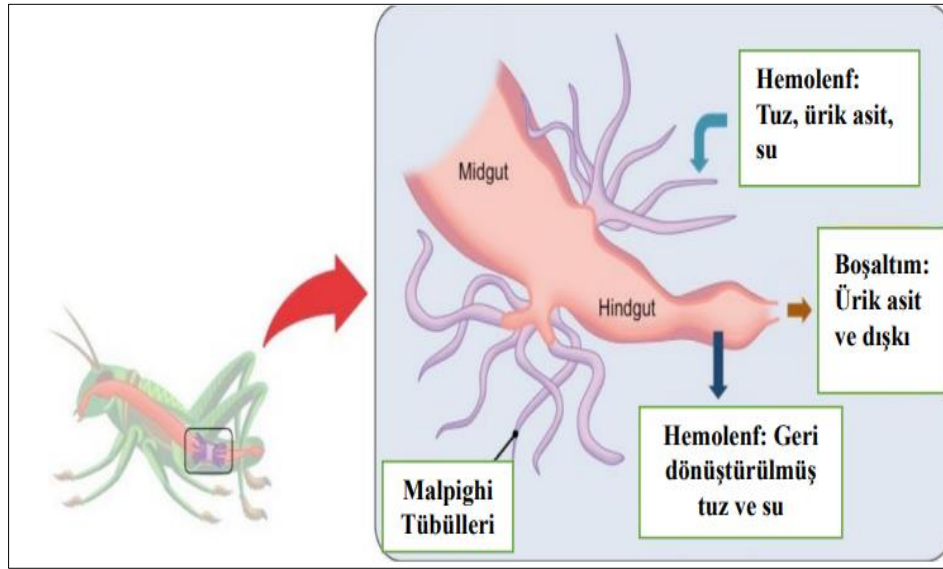
Böceklerin çoğunda rektum, rektal pedler ve/veya Malpigi tübüleri özelleşmiş boşaltımdan ve ozmoregülasyondan sorumlu yapılardır (Gullan ve Craston, 2005, Candan ve diğerleri 2021; Özyurt Koçakoğlu ve Candan, 2022).

Arka bağırsak lümen kısmında Malpigi tüplerinden ve idrarla gelen atık maddelerin anüse doğru geçiş sırasında su, tuz ve gerekli yapıların geri emilimini gerçekleştirir (Chapman, 1998; Demirsoy, 2003; Ecevit, Akyazı ve Akyazı, 2012; Gullan ve Cranston, 2012). Bilhassa karasal bölgede yaşayan böceklerin vücutlarındaki su kaybının azalmasından dolayı oldukça faydalıdır (Şekil 1.2), (Demirsoy, 2003).

Malpigi tüpleri bir ucu kapalı, tek bir hücre tabakasından oluşmuş, ince uzun tübüler yapıda olan uzantılardır. Malpigi tübülü sayıları değişkenlik göstermekte olup Coccoid'lerde iki adet gibi oldukça az bulunurken büyük çekirgelerde ise bu sayı 200'den fazla olabilmektedir. Genel olarak hemosölde serbest halde bulunurlar ve çözünen maddeleri süzerler. Bulunduğu bölge ile de orta bağırsak ve kütikula ile çevrili olan arka bağırsağın bağlantı noktasını belirlerler (Gullan ve Cranstons, 2012).

Sayıları 1-150 arasında değişkenlik göstermektedir. Kelebeklerde 6, Coreidler'de 4, bal arılarında 150'ye yakın Malpigi tübülü bulunurken, yaprak bitlerinde ise bulunmazlar. Malpigi tüplerinin iç kısmında epitel tabakası bulunmaktadır. Boyuna, halkasal ve eğik kaslardan meydana gelmiştir (Demirsoy, 2003).

Azotlu atıkları (amonyum iyonları) hemolenften uzaklaştırmadan sorumludur. Zehirli olan amonyum (NH_4) Malpigi tüpleri içinde meydana gelen bir dizi kimyasal reaksiyonla hızlı bir şekilde, ilk olarak üreye daha sonra da ürik aside dönüştürölüp son olarak rektuma boşaltılır (Şekil 1.4), (Chapman, 1998).



Şekil 1.4. Böceklerde Malpigi tüpleri (URL-2)

Azot tek başına toksik olmayıp biyolojik sistemlerde azot hızla amonyağa (NH_3) döner. Amino asit sentezinde kullanılan amonyağın büyük bir kısmı su ile seyreltilmediğinde oldukça zehirlidir. Bu yüzden hayvanlarda boşaltım sistemi amonyağın birikimini engelleyecek şekilde tasarlanmıştır.

Karasal böcekler su kaybını önlemek zorunda olduklarından dolayı daha az hidrojen içeren atık madde üretirler. Bu nitrojenli atık, ürik asittir.

Her böceğin son atık ürünü ürik asit değildir. Boşaltım ürünü beslendiği besine, ekolojik ortama ve gelişme dönemine göre farklılık göstermektedir. Allantoin *Dysdercus*

(Hemiptera) tarafından boşaltım ürünü olurken, bazı dipter larvalarında ve lepidopterlerde boşaltım ürünü allantoik asittir (acikders.ankara.edu.tr).

Rektum (arka bağırsak) genişleyen bir kese şeklinde olup hücreleri çoğunlukla kalın bir epitel tabaka bulundurur. Fakat duvarlarında bulunan rektal pad'ler (püsküller) ince bir epitel tabakası taşır. Rektal pad'lerin sayısı 3 ile 6 arasında değişmekte olup bu pad'lerin görevi; bağırsağın içindeki suyun büyük kısmının absorpsiyonunu sağlar. Dahası sineklerde her besin alımında oluşan peritrofik membranın parçalanmasını da sağlarlar.

Böcek gruplarında rektal püsküllerin içermiş olduğu hücre sayısı farklılık göstermektedir. Örneğin; Odonata ve Orthoptera takımlarında rektal püskül yapısı tek sıra hücreden meydana gelirken, Neuroptera, Lepidoptera gibi takımlarda bu yapı 2 tabakalı hücre bulundurur. Çok fazla trake bulundurmaları sayesinde bu hücreler yüksek seviye metabolizmaya sahiptir ve suyun emilimini sağlarlar. Rektumda bulunan kuvvetli kaslar tarafından besin artıkları sıkıştırılarak şekil verilir ve anüs açıklığı vasıtasıyla dışarı atılır (Chapman, 1998; Demirsoy, 2003; Ecevit, Akyazı ve Akyazı, 2012; Kansu, 2012; Kara, 2020).

Eurydema spectabilis (Heteroptera: Pentatomidae)'in rostrum yapısı ve sindirim sistemi daha önce çalışılmamış olup bu çalışmada sindirim kanalının histolojik ve morfolojik yapısı ışık ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak detaylı olarak incelenmiş ve bu bilgilerin ileride yapılacak çalışmalara katkı sağlaması amaçlanmıştır.

2. BÖCEKLERİN SİNDİRİM SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Canlı metabolizmanın büyümesi, beslenmesi ve gelişmesi gibi canlılık faaliyetlerini sürdürebilmesi için enerjiye ihtiyaç vardır. Enerjinin elde edilmesi için besinlerin sindirimi oldukça önem arz etmektedir. Birçok araştırmacı tarafından farklı böcek gruplarında sindirim sistemi ve sindirime yardımcı yapılar ya tüm sindirim sistemi yapısı ya da sindirimde görev alan tek bir bölüm şeklinde çalışılmıştır. Bu kısımda yapılan çalışmalardan bahsedilecektir.

Acheta domestica (Linnaeus, 1758) (Orthoptera: Gryllidae)'nin gastrointestinal sisteminin morfolojik çalışmasında bakterilerin yerleşimini incelemişlerdir. Bakteriler, orta bağırsaktaki peritrofik zarla, arka bağırsağın bağırsak duvarı ve kutiküler yapılarıyla ilişkilendirmişlerdir. Sindirim kanalının ön, orta ve arka bağırsaktan oluştuğunu belirtmişlerdir. Ön bağırsağın ağız boşluğu, özofagus, kursak ve proventrikulustan oluştuğunu; orta bağırsağın gastrik çekum ve posterior orta bağırsak olmak üzere iki parçadan oluştuğunu; son bağırsağın ileum, kolon ve rektumdan oluştuğunu açıklamışlardır (Ulrich ve diğerleri, 1981).

Brochymena quadripustulata (Hemiptera: Pentatomidae)'nin sindirim sistemi ile tükürük bezini çalışmışlardır. Bu kısımlarda özofagus, ventrikulus, pilor, rektum, ana tükürük bezleri ve kanallarını belirtmişlerdir. *B. quadripustulata* ile pentatomidlerin farklı türleri ve diğer hemipteralar ile karşılaştırarak incelemişlerdir (Barber ve diğerleri, 1980).

Graphosoma lineatum'un (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae) sindirim sisteminin yapısını ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelemiştir. Sindirim sisteminin yapısını; ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak şeklinde kısımlara ayırmıştır. Ön bağırsak ve arka bağırsak kısa olup orta bağırsak biraz daha uzundur. Ön bağırsak yutak, yemek borusu ve proventrikulustan oluşurken; orta bağırsağın ön, medyan, posterior olmak üzere üç kısımdan oluştuğunu göstermişlerdir. Orta bağırsak ile arka bağırsağın birleştiği yerde iki çift Malpigi tüpü bağlandığını söylemiştir (Amutkan, 2012).

Lygaeus equestris (Heteroptera: Lygaeidae)'in sindirim sistemini kanalı üç kısımda incelemiştir. Ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak. Orta bağırsak yapısının da anterior, medyan, posterior olarak farklılaştığını belirtmiştir. Anterior kısım geniş-uzun kese şeklinde görülürken, medyanın daha dar ve boru şeklini almıştır. Posterior bölgenin ise genişlemiş kısa bir bölüm olduğunu söylemiştir. İki çift Malpigi tübülü olduğunu ve bunların orta bağırsak ile arka bağırsağın birleştiği kısımda olduğunu belirtmiştir. Malpigi tüpleri tek katlı kübik epitelten meydana gelip lümeneye bakan kısımlarda mikrovillusların olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında ışık ve elektron mikroskobu kullanmıştır (Demirkol, 2016),

Aelia rostrata'nın (Fabricius,1803) (Heteroptera: Pentatomidae) sindirim sisteminin yapısını ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç kısımdan meydana geldiğini açıklamıştır. Ön bağırsak; tükürük bezi, yardımcı tükürük bezi, farinks, özofagus, proventrikulus ve ventrikulus yapısından oluşurken, orta bağırsakta; orta bağırsak kanalı ve bulb yapısı bulunur. Arka bağırsak; ileum ve rektumdan oluşur. İleum yapısına bağlı Malpigi tüpleri ile gastrik çekum yapısının da yer aldığını belirtmiştir (Genç, 2017).

Brontocoris tabidus (Heteroptera: Pentatomidae)'un orta bağırsağı anatomik olarak üç parçaya ayrılmıştır. Sindirim hücreleri silindirik epitel ile çevrili olup granüller bulundurur. Orta bölge uzun bir bölge olmakla birlikte sindirim hücreleri sitoplazmik granüller ile doludur. Son kısım ise küçük ve genişlememiş bir yapı gösterir. Yenileyici hücre ve çok sayıda boyanmamış granüller vardır. Sonuç olarak, orta bağırsakta sindirim enzimlerinin bulunduğunu ve besin emiliminin gerçekleştiğini açıklamışlardır (Guedes ve diğerleri, 2003).

Nezara viridula (L.) (Heteroptera, Pentatomidae)'nın bağırsaklarında bulunan bakterileri incelemiştir. Bağırsakta *Enterococcus faecalis* (Andrewes ve Horder) ve *Klebsiella pneumoniae* (Schroeter) bakterilerinin ventrikulus 1 ve ventrikulus 3 de çok sayıda iken ventrikulus 4 de azalmış şekilde tespit edilmiştir. Böylece bağırsaktaki bakterilerin varlığını farklı pH değerlerinin etkilemediği sonucuna ulaşmışlardır (Hirose ve diğerleri, 2006).

Yetişkin dişi unlu bit *Phenacoccus fraxinus* (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae)'un sindirim ve boşaltım sistemlerini ışık ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak

incelenmiştir. Sindirim sisteminin ayrı bir ön bağırsak, orta bağırsak ve son bağırsaktan oluştuğunu ortaya koydu. Ön bağırsak kısa, zarsı olup yutak ve yemek borusu olarak bölünmüştür. İyi gelişmiş ve salkımsı görümlü bir çift tükürük bezi farenksin her iki yanında yer alır. Orta bağırsak uzatılmış ve enterik boşluğa çıkıntı yapan epitel dokuları ile ilmek şeklindedir. Gastrik çekum, orta bağırsağın kör yanal divertikülüdür. Arka bağırsak, küçük epitel hücreleri ile genişlemiş bir enterik boşluğa sahiptir. Filtre odası iyi gelişmiştir, ancak epitel boyut olarak küçülmüştür. Bağırsak yüzeyi trakeoller, sinir lifleri ve yağ gövdesi ile çevrilidir (Xie ve diğerleri, 2010).

Adparaproba gabrieli (Heteroptera: Miridae)'nin sindirim sistemi histolojisini incelemiştir. Bir çift kese benzeri tükürük bezleri vardır. Sindirim sistemi, farinks, uzun, ince bir özofagus ve kaslı bir mide ile sonlanır. Ön-orta bağırsak geçişi bir stomodeal valf ile belirlenir, arka bağırsak kısa olup ileum ve rektum farklılaşmıştır. Malpigi tübülleri de belirtilmiştir (Uceli ve diğerleri, 2011).

Thaumastocoris peregrinus'un (Hemiptera: Thaumastocoridae) tükürük bezlerini ve sindirim sistemini incelemiştir. *T. peregrinus*, bir çift iki loblu ana tükürük bezine sahiptir. Lobların duvarı, bazıları iki çekirdekli tek bir kübik hücre tabakasından oluşur. Her bez, tek bir düzleştirilmiş hücre tabakasından oluşan bir ana kanala sahiptir. *T. peregrinus*'un sindirim kanalı kısa bir mesafeye ve bunu takiben basit bir proventrikulus ve kısa bir estomodeal kapakla biten uzun ve ince bir özofagusa sahiptir. *T. peregrinus*'un orta bağırsağı, gastrik çeka içermeyen ön dilate bir bölge, uzun ve dar bir orta bölge ve kısa ve genişlemiş bir arka bölge içerir. Arka bağırsak, iki çift Malpigi tübülün girdiği orta bağırsak ile bir geçiş bölgesinden, kısa bir ileumdan ve katlanmış bir epitel duvarı, kalın kütikül ve düzleştirilmiş hücreler içeren bir rektumdan oluşur (Souza ve diğerleri, 2012).

Eurygaster integriceps (Hemiptera: Scutelleridae)'in sindirim sisteminin ultrastruktürünü ve histolojisini ışık mikroskobu, SEM ve TEM ile incelemiştir. Sindirim kanalının dar ve uzun bir ön bağırsak, geniş bir orta bağırsak ve kısa bir arka bağırsaktan oluştuğunu söylemişlerdir. Ön bağırsak ağız boşluğu, farinks ve özofagustan oluşmuştur. Enine kesitlerde özofagus kalın bir kutikula ile çevrelenmiş oval yapıdadır. Orta bağırsak ise dört kısma ayrılmıştır: birinci (V1), ikinci (V2), üçüncü (V3) ve dördüncü (V4) ventrikulus. Dördüncü bölge son bağırsağa bağlanmıştır. Araştırmacılar bu türde de silindirik, endokrin ve yenileyici olmak üzere üç farklı tipte hücre tipinin görüldüğünü belirtmişlerdir. Orta

bağırsak silindirik tek katlı epitele sahiptir ve gastrik çekumdan yoksundur. Arka bağırsak iyi gelişmiş rektumdan ve ileumdan oluşmuştur. Rektum ince bir kütikula içerir. Orta bağırsaktan arka bağırsağa geçişte Malpigi tüpçükleri bulunmuştur. Malpigi tüpçüklerinin sayısının dört ile altı arasında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Mehrabadi ve diğerleri, 2012).

Odoiporus longicollis (Coleoptera: Curculionidae)'in sindirim sisteminin histomorfolojisini incelemişlerdir. Ön bağırsağın lümen, iç intimal tabaka gibi histolojik tabakalara sahip özofagus, kursak ve farinks, stomodeum kapak, dış intimal, epitel, bazal membran, kaslar vardır. Orta bağırsak anterior hacimlidir, histolojik lümen katmanlarına sahip rejeneratif kriptlere sahip orta tübüler ve posterior, peritrofik membran, epitel, bazal membran bulunur. Son olarak arka bağırsak pilor, ileum, kolon ve rektum sırasıyla histolojik tabaka olan lümen, intima, epitel, bazal membran ve kas tabakalarının varlığını belirtmişlerdir (Singh ve Prasad, 2013).

Adalia bipunctata (Coleoptera: Coccinellidae)'nın sindirim kanalını ön bağırsak (stomodeum), orta bağırsak (mezenteron) ve son bağırsak (proctodeum) olarak 3 kısımda incelemişlerdir. En kısa bölge ön bağırsak, en uzun bölge ise orta bağırsaktır. Ön bağırsakta yutak, yemek borusu ve mideyi ayırt edilirken kursak yoktur. Arka bağırsak ileum, rektum ve rektal kanaldan oluşur. Ön bağırsak yassı epitelten silindirik epitele kadar değişmiştir. Orta bağırsakta epitel, goblet ve rejeneratif hücrelere sahip olup basit sütunludur. Arka bağırsağın epiteli basit kübik epitelten yassı epitelere kadar değişmiştir (Borges ve diğerleri, 2015).

Supputius cincticeps (Heteroptera: Pentatomidae)'in tükürük bezlerini çalışmışlardır. Yırtıcı *S. cincticeps*'in bir çift ana ve yardımcı tükürük bezi vardır. Ana bezler iki lobludur ve küresel ön lob ve uzun bir çuval formuna sahip olan arka lobdan daha küçüktür. Yardımcı tükürük bezlerin, terminal kısımdan çıkan uzun ve boru şeklinde bir yapı olduğunu belirtmişlerdir (Castro ve diğerleri, 2013).

Dolycoris baccarum (Linnaeus, 1758), (Heteroptera: Pentatomidae)' da Malpigi tüplerinin morfolojisini incelemişlerdir. *D. baccarum*'un Malpigi tübüleri sindirim kanalının orta bağırsak ile arka bağırsak bölgesine doğru uzanır. Malpigi tüpleri proksimal ve distal kısım olmak üzere ikiye ayrılır. Proksimal kısım kısa ve düz iken, distal kısım uzun ve

hemolenfte serbest lif şeklinde yapılar görülmektedir. Tübüller genel olarak uzun ve dar olup tek katlı epitel doku ile çevrelenmiştir. Ayrıca etrafında çok sayıda trakelerin var olduğunu söylemişlerdir (Özyurt ve diğerleri, 2017).

Piezodorus lituratus (Fabricius, 1794), (Heteroptera: Pentatomidae)' un yetişkinlerinde tükürük bezlerinin yapısını incelemişlerdir. *P. lituratus* 'ta bir çift tükürük bezinin ve bunların asıl ve yardımcı tükürük bezi olmak üzere iki kısımdan oluştuğunu belirtmiştir. Asıl tükürük bezi kısa anterior (ön) ve uzun posterior (arka) olarak 2 loptan oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Yardımcı tükürük bezleri S şeklinde olup kısa ve tübüler yapıdadır. Trake ve trakeoller ile çevrelenmiştir. Elektron mikroskobu ile yapılan incelemeler sonucunda asıl tükürük bezi yapısı, tek katlı epitel hücresi ile apikal mikrovilusu saran büyük bir merkezi lümen bulundurur. Hücrelerinde salgı granülleri, iyi gelişmiş bir çekirdek ve sitoplazmalarında granüllü endoplazmik retikulumların bulunduğunu ifade etmişlerdir. Yardımcı tükürük bezi hücrelerinin kübik yapıda olduğunu söylemişlerdir (Amutkan ve diğerleri, 2017).

Tanymecus dilaticollis (Coleoptera: Curculionidae)'in ön bağırsak yapısının morfolojisini ve histolojisini ışık mikroskobu ve SEM ile incelemişler. *T. dilaticollis*'in sindirim kanalını ön bağırsak, orta ve arka bağırsak şeklinde üç bölümden oluştuğunu belirtmişlerdir. Bunlardan ön bağırsağın (farinks, özofagus, kursak, proventrikulus) 4 kısımdan oluştuğunu söylemişlerdir. Bunlardan özofagus yapısının çevresinde bol miktarda kas tabakası mevcuttur ve alınan besin partiküllerini kursağa iletir. Kursak; proventrikulus ve özofagus arasında yerleşim gösterir. Kursak yapısı histolojik olarak incelendiğinde intima tabakası, tek katlı epitel hücreler ve kas tabakası bulunduğunu çalışmalarında belirtmişlerdir. Proventrikulus yapısını kalın bir kas tabakası çevreler ve yapının yüzeyinde çok sayıda trake ve trakeoller bulunur. Ayrıca proventrikulus yapısında sekiz tane kitinsi dış yapısı mevcuttur (Candan ve diğerleri, 2019).

Epiphaneus malachiticus (Coleoptera, Curculionidae)'un sindirim kanalının morfolojik ve histolojik yapısını incelemişlerdir. Çalışmalarında stereomikroskop, ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu kullanmışlardır. *E. malachiticus*'un sindirim kanalı morfolojik ve histolojik olarak ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olarak ayrılır. Ön bağırsak; farinks, yemek borusu, lümen, intimal tabaka, epitel ve dış kaslar gibi histolojik katmanlara sahip kursak bulunmaktadır. Orta bağırsak; ön midgut ve arka

midgut olarak ikiye ayrılır. Birincisi geniştir; ikincisinin çapı, birincisinin çapının üçte ikisidir. Duvarları silindirik epitel ve kas tabakasıyla çevrilidir. Arka bağırsak; lümen, intima, epitel ve kaslar gibi histolojik katmanlara sahip pilor, ileum, kolon ve rektuma sahiptir. Malpigi tübülleri uzundur ve pilora bağlıdır, tek tabakalı kübik epitele sahiptirler. Bu türlerde tükürük bezlerine rastlamamışlardır (Candan ve diğerleri, 2019).

Biyokontrol ajanı olan *Calosoma sycophanta* (Coleoptera: Carabidae)'nın yetişkinlerinin Malpigi tübüllerinin ve sindirim sisteminin histoanatomisini ışık mikroskobu ve SEM ile incelemişlerdir. *C. sycophanta*'da sindirim sistemi 3 temel kısımdan oluşur: ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak. Ön bağırsak kısmı ağız boşluğu, farinks, yemek borusu, kursak ve proventrikülün oluşur. Yemek borusu boru şeklindedir ve kıvrımlı bir yüzeye sahiptir. Kursak bulb benzeri büyütülmüş bir yapıdır. Bu proventrikül orta bağırsağa bağlıdır. Orta bağırsak, ön uçtaki ön kısımdan arkadaki arka kısma kadar uzanır. Orta bağırsak yüzeyi parmak şeklinde olan kriptlerle yoğun bir şekilde kaplanmıştır. Arka bağırsak, ileum, kolon ve rektumdan oluşur. İleumun ön ucu, dört Malpigi tübülün girişi ile işaretlenmiştir. Malpigi tübülleri tek tabakalı kübik epitel ile çevrilidir. Kolon, ileumun arka ucu ile rektumun önü arasında bulunur. Bu rektum lümen, intima, tek katmanlı kıvrımlı epitel ve kas tabakası ile kaplıdır. Ayrıca bu türde bir çift anal bez, anal bez haznesi ve ince uzun rezervuar kanalları genital bölgeye bağlandığını belirtmişlerdir (Candan ve diğerleri, 2021).

Coreus marginatus (Heteroptera: Coreidae)'un sindirim kanalının histolojik ve morfolojik yapısını ışık ve taramalı elektron mikroskobu ile araştırmışlardır. *C. marginatus*' un sindirim kanalı ön, orta ve arka bağırsak olmak üzere üç farklı bölgeye ayrıldığını açıklamıştır. Ön bağırsak; tükürük bezi, yardımcı tükürük bezi, farinks, özofagus, proventrikulus ve ventrikulus' tan oluştuğunu belirtmiştir. Orta bağırsakta; orta bağırsak kanalı ve bulb yapısı bulunmaktadır. Arka bağırsak; ileum ve rektum'dan oluşmaktadır. İleum yapısına bağlı Malpigi tüpleri ve gastrik çekum bulunduğunu açıklamıştır (Kara, 2020).

Chrysolina herbacea (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın sindirim kanalı ve Malpigi tüplerinin anatomik ve histolojik yapısını ışık mikroskobu ve SEM ile incelemişlerdir. *C. herbacea*'nın sindirim kanalını 3 ana bölgeye ayırdığını belirtmişlerdir. Ön bağırsak; farinks, özofagus, kursak ve proventrikulus kısımlarından oluştuğunu belirtmişlerdir.

Malpigi tübüllerin pilor kapağı proksimal kısmı tübüller ile birleşir. Distal kısımları hemosölde yer alır ve dalgalı bir görünüme ve düz bir yüzeye sahiptir. Malpigi tübülleri, tek bir kübik epitel tabaka fırça kenarlı ve kılıf ile çevrilidir. Arka bağırsak; pilor kapağı, ileum, kolon ve rektum kısımlarından oluştuğunu belirtmişlerdir (Özyurt Koçakoğlu ve Candan, 2021).

Capnodis tenebrionis (Coleoptera, Buprestidae)'in sindirim sisteminin histomorfolojisini ışık mikroskobu ve SEM ile araştırmışlardır. *C. tenebrionis*'in sindirim sistemini morfolojik ve histolojik olarak ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olarak 3 kısımda incelemişlerdir. Ön bağırsak ağızda başlar, ardından kısa farinks ve özofagus, kursak ve proventrikulustan meydana geldiğini belirtmişlerdir. Histolojik olarak, ön bağırsağın epitel hücreleri ve enine-boyuna uzanan kas tabakalarıyla çevrelendiğini söylemişlerdir. En içteki tabaka intimadır. Kursağın iç yüzeyi birkaç omurga benzeri yapı gösterir. Proventrikulusun yüzeyinde iç kısmında kümeler halinde dişlerin bulunduğunu belirtmişlerdir. Orta bağırsak, peritrofik bir zara sahip dışta muskuler ve içte kolumnar epitelden oluşur. Orta bağırsağın dış yüzeyi, rejeneratif kripterler adı verilen düzenli aralıklarla yerleştirilmiş yuvarlak yapılarla kaplı olduğunu gözlemlemişlerdir. Malpigi tübülü, tek bir küboidal epitel tabakası gösterir. Sindirim sisteminin son bölümü olan arka bağırsak pilor ile başlar ve bunu ileum, kolon ve rektum takip eder ve dışta anüs ile son bulduğunu açıklamışlardır (Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2020).

Carpocoris mediterraneus (Heteroptera, Pentatomidae)'un tükürük bezlerinin ultrakstrüktürünü, beslenme kanalı ve Malpigi tübüllerini ışık ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelemişlerdir. Tükürük sisteminde iki ana ve yardımcı tükürük bezi, iki ana ve yardımcı bez kanalı bulunur. Tükürük bezi ve kanal duvarı, tek tabakalı kübik epitele sahiptir. Kanal lümeni kalın bir intima tabakası ile çevrilidir. Epitel hücrelerinin sitoplazmasında veziküller bulunur. Bağırsak ön, orta ve arka bağırsakları içerir. Bu ön bağırsak, biraz daha geniş bir özofagusa açılan uzun, dar, tübüler bir farinksten oluşur. Yemek borusu ince duvarlı olup orta bağırsağa açılır ve orta bağırsağın dört bölgesi vardır (V1–V4). V1–V4 duvarları tek tabakalı bir epitele sahiptir. V1 epiteli çift çekirdekli olup sitoplazması çok sayıda vezikül, salgı granülleri, sferokristaller ve sitoplazmik inklüzyonlar içerir. V4 lümeninde çubuk şeklindeki bakteriler gözlemlemişlerdir. Arka bağırsakta pilor ve rektum bulunur. Malpigi tübülleri pilora yapışık olarak gözükmektedir. Malpigi tübüllerinin tek katlı kübik epitel yapısına sahip

olduğunu söylemişlerdir. Lümenlerinde küresel kristaller bulunur. Rektum duvarında tek tabakalı yassı epitel ve kas tabakası bulunur. Lümeninde ürik asit kristalleri ve çok sayıda bakteri görüldüğünü belirtmişlerdir (Özyurt Koçakoğlu ve Candan, 2022).

Melanophila picta decastigma (Coleoptera: Buprestidae)'nın sindirim sisteminin anatomisini ve histolojisini ışık mikroskobu, taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanarak incelemiştir. *M. picta decastigma*'daki sindirim sistemi ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsaktan oluştuğunu açıklamışlardır. Ön bağırsak: Farinks, yemek borusu, kursak ve proventrikulustan oluştuğunu belirtmişlerdir. Ön bağırsak kas tabakaları, intima ve epitele sahiptir. Orta bağırsağın ön kısmında uzun, tübüler bir gastrik çekum çifti bulunmaktadır. Enine kesitlerde, tek katmanlı silindirik kısa çizgili kenarlı epitel bulunmaktadır. Orta bağırsak, lümeni kavisli bir görünüme sahiptir. Tek tabakalı silindirik epitel hücrelerinin çekirdekleri medialde ve apikalde bulunurlar. Arka bağırsağın kısımları (pilor kapağı, ileum, kolon ve rektum) belirgin olarak ayırt edilmiştir. Son bağırsak bölümlerinde, katlanmış kütiküler astar, tek katmanlı bir kübik epitel ve kaslı bir duvara sahip olduğunu açıklamışlardır (Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2021).

Mylabris cernyi (Coleoptera: Meloidae)'nin sindirim kanalını ve boşaltım sisteminin histolojik ve anatomik çalışmalarını ışık mikroskobu ve SEM kullanarak incelemiştir. Sindirim kanalını ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere 3 kısımda incelemiştir. Ön bağırsak; farinks, yemek borusu, yemek borusu kapakçığı ve bir mideden oluşmaktadır. Ön bağırsak intima astarı, ince bir epitel ve kas tabakası ile çevrilidir. Orta bağırsak iyi gelişmiştir. Silindirik epitel lümene doğru büyük ve derin kıvrımlarını oluşturur. Arka bağırsakta pilorik kapak, ileum, kolon ve rektum bulunur. Arka bağırsağın hücre katmanlarında, kütikül intimasının bir iç astarı, bir epitel tabakası ve bir kas tabakası vardır. Orta bağırsak ile arka bağırsak arasında yer alan Malpigi tübülü olduğunu göstermişlerdir (Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2021).

Pyrrhocoris apterus (Hemiptera: Pyrrhocoridae)'un sindirim kanalını, tükürük bezi ve Malpigi tübüllerinin morfolojisini ve histolojisini ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu kullanarak (SEM) incelemiştir. Morfolojik ve histolojik sonuçlar incelendiğinde, *P. apterus*'un tükürük bezlerinin toraks kısmında bulunduğunu göstermişlerdir. Bir çift ana bez, bir çift yardımcı bez, bir çift ana kanal ve bir çift yardımcı bez içerdiğini belirtmişlerdir. Sindirim kanalı üç bölgeye ayrılır: ön bağırsak, orta bağırsak

ve arka bağırsak. Ön bağırsak ağız boşluğundan, farinks, yemek borusu ve proventrikulus kısımlarından oluşur. Yemek borusu uzun bir tüp şeklinde olup uzunlamasına bir kas tabakası ile çevrilidir. Proventrikulus, oval çekirdeklere sahip tek tabakalı silindirik epitel ve kas tabakası ile çevrilidir. Orta bağırsak dört bölgeye ayrılmıştır: birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ventriküller. Orta bağırsak kaslarla çevrili tek tabakalı epitel hücrelerinden oluşur. *P. apterus* midgut çekumdan yoksundur. Arka bağırsakta bir pilor ve iyi gelişmiş bir rektum bulunur. Rektum duvarı, derin kıvrımlara sahip tek katmanlı bir kübik epitel ile çevrilidir. Bu kısımda aynı zamanda pilorun her iki tarafında birbirine bağlı bir çift Malpigi tübülü bulunmaktadır. Malpigi tübüleri proksimal ve distal olmak üzere iki bölgeden oluşur. Malpigi tübüller, ortasında kübik çekirdekli tek katmanlı bir kübik epitelden oluştuğunu açıklamıştır (Özyurt Koçakoğlu, 2021).

Brontocoris tabidus (Heteroptera: Pentatomidae)'un tükürük bezlerinin morfolojisini ve salgı döngüsünü araştırmışlardır. *B. tabidus*'un beslenmiş ve aç bırakılmış böceklerde tükürük bezlerinin morfolojik, histokimyasal ve ultrastrüktürel değişikliklerini değerlendirmişlerdir. Bu yırtıcı böceğin tükürük bezinde bir çift iki loblu tükürük bezi bulunur. Bu bezler bir çift tübüler yardımcı tükürük bezleridir. Yardımcı tükürük bezlerinin lümeni, glikoproteinler açısından zengin, kütiküler olmayan kalın bir tabaka ile kaplanmıştır. *B. tabidus*'un ana tükürük bezlerinin salgı hücrelerinin salgılama aktivitesi sabit olup her lobda farklı maddeler üretildiğini açıklamışlardır (Carvalho ve diğerleri, 2021).

Chrysoperla externa (Neuroptera: Chrysopidae)'nın yırtıcı larvalarında ve otçul yetişkinlerinde sindirim kanalının histolojisini ve anatomisini incelemişlerdir. Larvalarda, kursak ön bağırsağın büyük kısmıdır ve stomodeal valf ile orta bağırsağa bağlanır. Orta bağırsak genişlemiş kese benzeri organdır. Orta arka bağırsak geçişinde, sekiz adet Malpighian tübülü vardır. Arka bağırsak larvalarda işlevsel olmayan bir körelmiş bölge olarak belirtilmiştir. Yetişkinlerde, kursak, büyüklerle ilişkili bir divertiküle sahiptir. Uzun tübüler yapıda olan bir ortağa sahiptir. Larva ve yetişkin orta bağırsağının histolojik bulgularında, tek katmanlı bir epitel görülmektedir. İyi gelişmiş fırça kenarlarına, rejeneratif hücre yuvalarına ve peritrofik bir matrise sahip silindirik hücreler orta bağırsak lümenini kaplar. Yetişkinlerde arka bağırsak, ince bir zarla kaplı kübik hücrelerden oluşan bir epitele sahiptir. Rektumda kütiküler intima ve rektal püsküller bulunmaktadır. Bu

veriler Chrysopidae'deki diğer sindirim sistemi ile karşılaştırılarak tartışılmıştır (Dantas ve diğerleri, 2021).

Scaptocoris castanea (Hemiptera: Cydnidae)'nın tükürük bezlerinin anatomisini ve histolojisini ışık mikroskobu, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve geçirmeli elektron mikroskobu (TEM) kullanarak incelemiştirlerdir. *S. castanea*'nın tükürük sisteminde bir çift ana tükürük bezi ve bir çift yardımcı tükürük bezi bulunur. Ana tükürük bezi, boşaltım kanalının meydana geldiği bir hilus ile birleştirilen ön ve arka loblarla iki lobludur. Yardımcı tükürük bezi, boşaltım kanalının yakınında hilusa açılan dar bir lümenine sahip tübülerdir, bu da salgısının ana bezin lümeninde depolandığını göstermektedir. Salgı hücrelerinin sitoplazması granüllü endoplazmik retikulum, farklı elektron yoğunluklarına sahip salgı kesecikleri ve mitokondri bakımından zengindir. Yardımcı bez epitelinin tabanında, protein üretiminde rol oynadığını gösteren, granüllü endoplazmik retikulumdan zengin sitoplazmaya sahip, bez lümenine ulaşmayan dağınık hücreler vardı. Bulgular, *S. castanea*'nın ana ve yardımcı tükürük bezlerinin proteinli tükürük ürettiğini göstermektedir. Bu, diğer Hemiptera Pentatomomorpha'ya benzeyen ancak yardımcı tükürük bezinde bazal hücrelerin görülmesiyle *S. castanea* tükürük sisteminin ilk morfolojik tanımını göstermektedir (Cossolin ve diğerleri, 2019).

Hishimonus lamellatus (Hemiptera: Cicadellidae) sindirim sisteminin histolojisini ve ince yapısını hem ışık mikroskobu hem de (TEM)'de incelemiştirlerdir. *H. lamellatus* sindirim sisteminin bir yemek borusu, bir filtre odası, konik bir orta bağırsak ve orta bağırsak döngüsü, Malpigi tübüleri, bir ileum ve bir rektumdan oluştuğunu buldular. Ayrıca, hem filtre odası epitelinin bazal bölgesi hem de orta bağırsak epitelinin apikal yüzeyinde mikrovillus bulunmaktadır. Ayrıca orta bağırsak ilmiği enterositinin mikrovilluslarını kaplayan perimikroviller membranı ve konik orta bağırsak epitelinin mikrovilluslarını kaplayan alev benzeri lüminal membranı da tanımlamışlardır. Ek olarak, *H. lamellatus* ana ve yardımcı tükürük bezlerine sahiptir. Gözlemlerine dayanarak ayrıca endoplazmik retikulum, mitokondri ve salgı granüllerinin hepsinin ana tükürük bezlerinin salgı hücrelerinde oldukça bol olduğunu, yardımcı bezlerin ise yalnızca bir oval veya dirsek benzeri asinustan oluştuğunu göstermişlerdir (Dai ve diğerleri, 2019).

Bagrada hilaris (Hemiptera: Pentatomidae)'in fizyolojik araştırmaları sonucunda birçok örneğin sindirim kanalında kamçılı bir protozoana rastlamışlardır. Bu diğer kokuşmuş

böcek türlerinde tanımlanan tripanozomatitlere benzer görünen tripanosomatidin morfolojisini ve moleküler tanımlamasını karakterize eder. Morfolojik özelliklere ve moleküler analizlere dayalı olarak *Blastocrithidia* cinsinde bir tür olarak tanımlanmışlardır (Grodowitz ve diğerleri, 2022).

Maconellicoccus hirsutus (Hemiptera: Pseudococcidae)'un sindirim kanalı, Malpigi tübülleri, sinir sistemi, solunum sistemi ve kas dizilişini morfolojik düzeyde stereo mikroskop kullanılarak incelenmiştir. Sindirim kanalının bir ön bağırsak (yutak ve yemek borusu), filtre odası, orta bağırsak (genişlemiş kese veya mide, ön orta bağırsak ve arka orta bağırsak) ve arka bağırsaktan (ileum ve rektum) oluştuğunu açıklamıştır. Filtre odası yemek borusunun arka ucu, ön orta bağırsak, arka orta bağırsak, ileumun ön ucu ve rektum ile çevrilidir. İyi gelişmiş bir çift tükürük bezi özofagus tüpünün her iki yanında yer alıyordu. İki Malpigi tübülünün, arka bağırsak boyunca uzandığını belirtmişlerdir (Veershetty ve diğerleri, 2023).

Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae)'nın orta bağırsağında pestisit azoxystrobin neden olduğu histopatolojik ve sitotoksik değişiklikleri çalışmışlardır. Kontrol arılarının orta bağırsağı, küresel çekirdekli, rejeneratif hücre yuvalarına ve peritrofik matrisle kaplı lümenine sahip tek bir sindirim hücresi katmanına sahiptir. Azoxystrobin ile beslenen arılar, yoğun sitoplazma vakuolizasyonu ve bağırsak lümenine salınan hücre parçaları dahil olmak üzere morfolojik değişiklikler gösterdi. Protein saptama testi, azoksistrobine 24 saat maruz kaldıktan sonra rejeneratif hücrelerin yuvalarında daha yüksek boyama yoğunluğu gösterdi. *A. mellifera*'da orta bağırsak hasarının oluşumu azoxystrobine maruz kalmak, bu fungusitin arılar için düşük toksisiteli olarak sınıflandırılmasına rağmen, orta bağırsakta subletal etkilere sahip olduğunu ve diğer organlardaki etkilerinin araştırılması gerektiğini söylemişlerdir (Serra ve diğerleri, 2023).

Meligethes (Odonthogethes) chinensis (Coleoptera: Nitidulidae: Meligethinae)'in sindirim kanalının ve Malpigi tübüllerinin ince morfolojik yapısını incelemek için ışık, floresan ve taramalı elektron mikroskopu (IM, FM ve SEM) kullanmışlardır. Sindirim sistemi ön bağırsak, orta bağırsak ve son bağırsak olmak üzere üç kısma ayrılır. Ön bağırsak en kısa olanıdır ve faienks, yemek borusu, mide ve kalp kapağından oluşur. Midgut düz, şişkin, silindirik, ince duvarlı bir tüptür. Çok sayıda küt parmaklı gastrik çekum, orta bağırsak boyunca düzensiz bir şekilde dağılmıştır. Arka bağırsak ileum, kolon ve rektum olarak alt

bölgümlere ayrılmıştır. İleum kıvrımlıdır. Kolon yavaş yavaş arkaya doğru genişler. Rektum kalın kaslıdır ve bunu membranöz bir yapı takip eder. Proksimal Malpigi tübüllerin açıklıkları, orta bağırsak ve son bağırsağın birleşim yerine düzgün bir şekilde yerleştirilir ve distal Malpigi tübüller, kriptonerfidial bir sistem oluşturmak için kolona eşit şekilde bağlanır. Bu çalışma, antofag böceklerin sonraki anatomik ve fizyolojik çalışmaları için önemli destek sağlayabilen Meligetinae'nin sindirim kanalının ve Malpigi tübüllerinin genel morfolojisini sistematik olarak inceleyen ilk çalışma olduğunu belirtmişlerdir (Chen ve diğerleri, 2023).

Bugüne kadar Heteroptera takımına ait pek çok türün sindirim sisteminin yapısı araştırılmış ve sindirim sistemine ait yapılar açıklanmıştır. Daha önceden çalışılmamış ve ekonomik açıdan tarım zararlısı olan *Eurydema spectabilis*'in sindirim sisteminin yapısının detaylı olarak incelenmesi zirai mücadele şekli ve yöntemlerinin geliştirilmesine ışık tutabileceği gibi aynı zamanda filogenetik çalışmalar için de fayda sağlaması amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasıyla daha önce incelenmemiş olan *Eurydema spectabilis*'in rostrum yapısı ve sindirim sistemi ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobuyla ayrıntılı bir şekilde araştırılmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. İncelenen Materyal Hakkında Genel Bilgi



Resim 3.1 *Eurydema spectabilis* (URL-3)

Eurydema spectabilis; Heteroptera alttakımı, Hemiptera takımı, Pentatomoidae üstfamilyası ve Pentatomidae familyasına ait olan bir tür olup gövde oval-dikdörtgen ve parlaktır, sırt kısmı siyahtır. Turuncu-kırmızı çizimler ve daha yoğun ufak katlanmalar ve başın üzerinde yoğun bir şekilde noktalı, sırt bölgesinde oldukça iri ve ön kanatlarda daha ince ve yoğun bir şekilde noktalanmış ve büyük bir uzunlamasına medyan şerit olarak turuncu-kırmızıyı geniş bir şekilde böler (Resim 3.1), (Simoglou ve Dioli, 2017).

3.2. Örneklerin Toplanması ve Laboratuvarda Üretimi

Bu çalışmada, *Eurydema spectabilis* (Heteroptera: Pentatomidae)'in erginleri kullanılmıştır. Bu türün erginleri; Haziran ayında Ankara'nın Kazan ilçesindeki yabani bitkilerin bulunduğu tarım alanları ve çeşitli tarım alanlarından toplanarak laboratuvar ortamına getirilmiştir. *Eurydema spectabilis* erkek ve dişileri 1-1,5 litrelik pet kaplar içerisinde her gün taze besinler konarak laboratuvarda 24 ± 2 °C'de beslenmiştir.

3.3. Işık Mikroskobu İçin Örneklerin Hazırlanması

Canlı ergin *Eurydema spectabilis* örnekleri cam kavanozlarda etil asetat buharında tutulmuştur. *Eurydema spectabilis*'in sindirim kanalı %70'lik alkol ortamında stereomikroskop altında disekte edilmiştir. Çıkarılan sindirim sisteminin genel yapısı stereo-mikroskopla fotoğraflandıktan sonra ışık mikroskobu için Bouin tespit sıvısında tespit edilmiştir. Tespit edilen örnekler, %70'lik etil alkol ile yıkanmış ve artan etil alkol serileriyle dehidrasyon işleminin ardından parafin blokların içerisine gömme işlemi yapılmıştır. Parafin bloklardan yaklaşık 5-7 µm kalınlığında mikrotom ile ince kesitler alınmıştır. Alınan kesitler Hematoksilen-Eozin ve Mallory 3' lü boyaması ile boyanarak entellan ile kapatılarak kalıcı preparat haline getirilmiştir. Sindirim sistemine ait kesitler Olympus BX51 marka ışık mikroskobunda (4X, 10X, 20X, 40X ve 100X) büyütmelerinde incelenerek fotoğraflanmıştır.

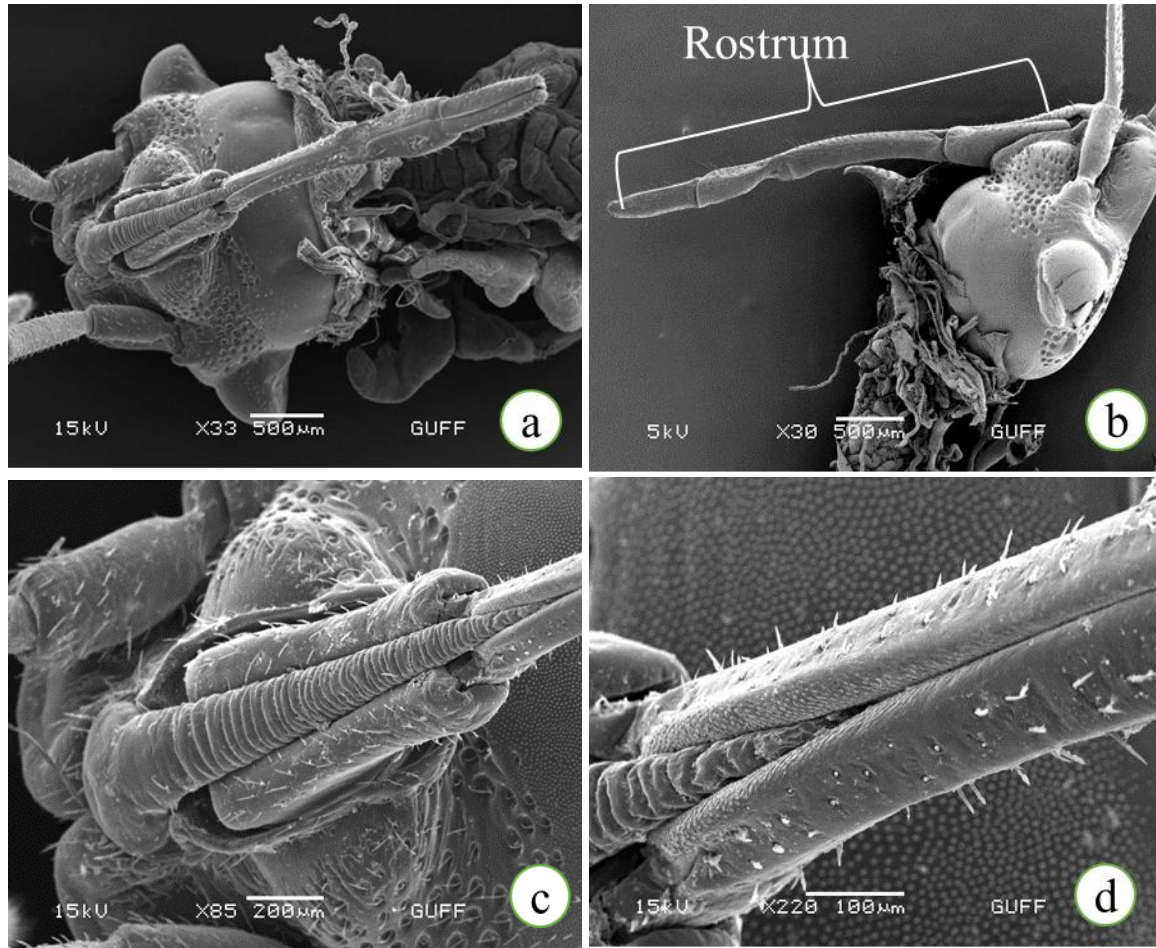
3.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İçin Örneklerin Hazırlanması

Taramalı Elektron Mikroskobu için örnekler; pH: 7,2 olan 0,1M fosfat tamponu ile hazırlanmış %2,5'lük Glutaraldehitte en az 24 saat tespit edilen örnekler 15 dakikalık iki değişme yapılarak fosfat tamponuyla (pH: 7,2) yıkanmıştır. Daha sonra 15'er dakikalık %70, %80, %96, %100 ve %100'lük alkol serilerinden geçirilmiştir. Daha sonra Heksametil Disilazan (HMDS) 'den geçirilen örnekler havada kurutulmuştur. Kurutma yapıldıktan sonra bütün haliyle veya çeşitli bölgelerinden kırılarak çift taraflı yapışkan bantlar staplara yapıştırılmışlardır. Polaron SC 502 kaplama cihazında altınla kaplanan örnekler JEOL JSM6060 marka taramalı elektron mikroskobunda (SEM) 5-15 kV'de incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

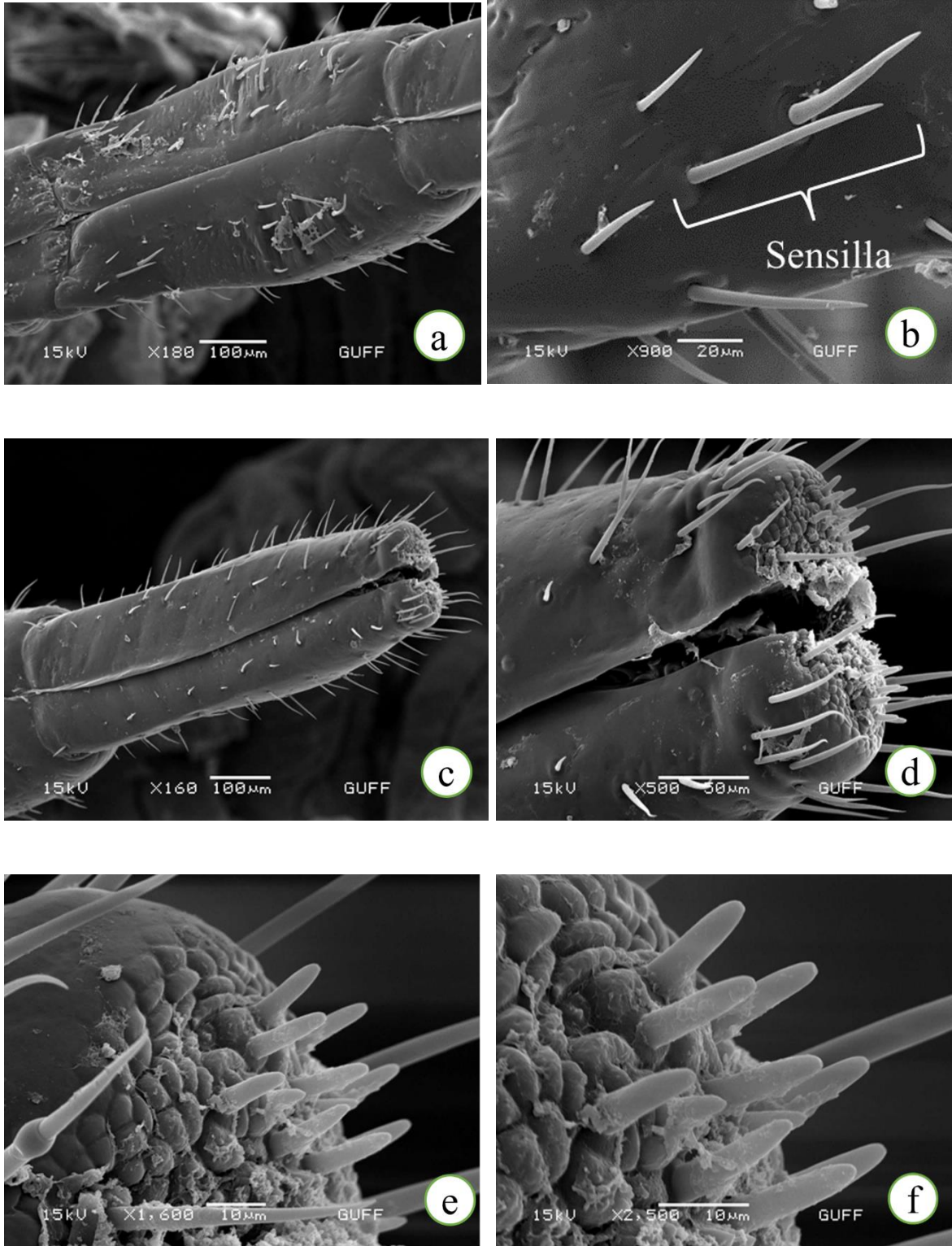
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Rostrum

Eurydema spectabilis'de sindirim ağızla başlar anüsle sona erer (Resim 4.4-4.5). Ağız kısmında uzunca bir emme hortumu içeren rostrum bulunmaktadır. Rostrum kaideden uca doğru 3 kısımdan oluşmaktadır (Resim 4.1.a, b-4.3.a). Kaideden uca doğru olan kısımda halkasal şekilde olup rostrumun hareket etmesini sağlar (Resim 4.1.c). Rostrum segmentlerinin üzerinde farklı tipte sensillalar bulunmakta olup bu yapılar hassas duyargalardır besini bulmada yardımcı olurlar (Resim 4.2). Uç segmentte bulunan sensillaların yandan görünümü görülmektedir (Resim 4.2.e, f).

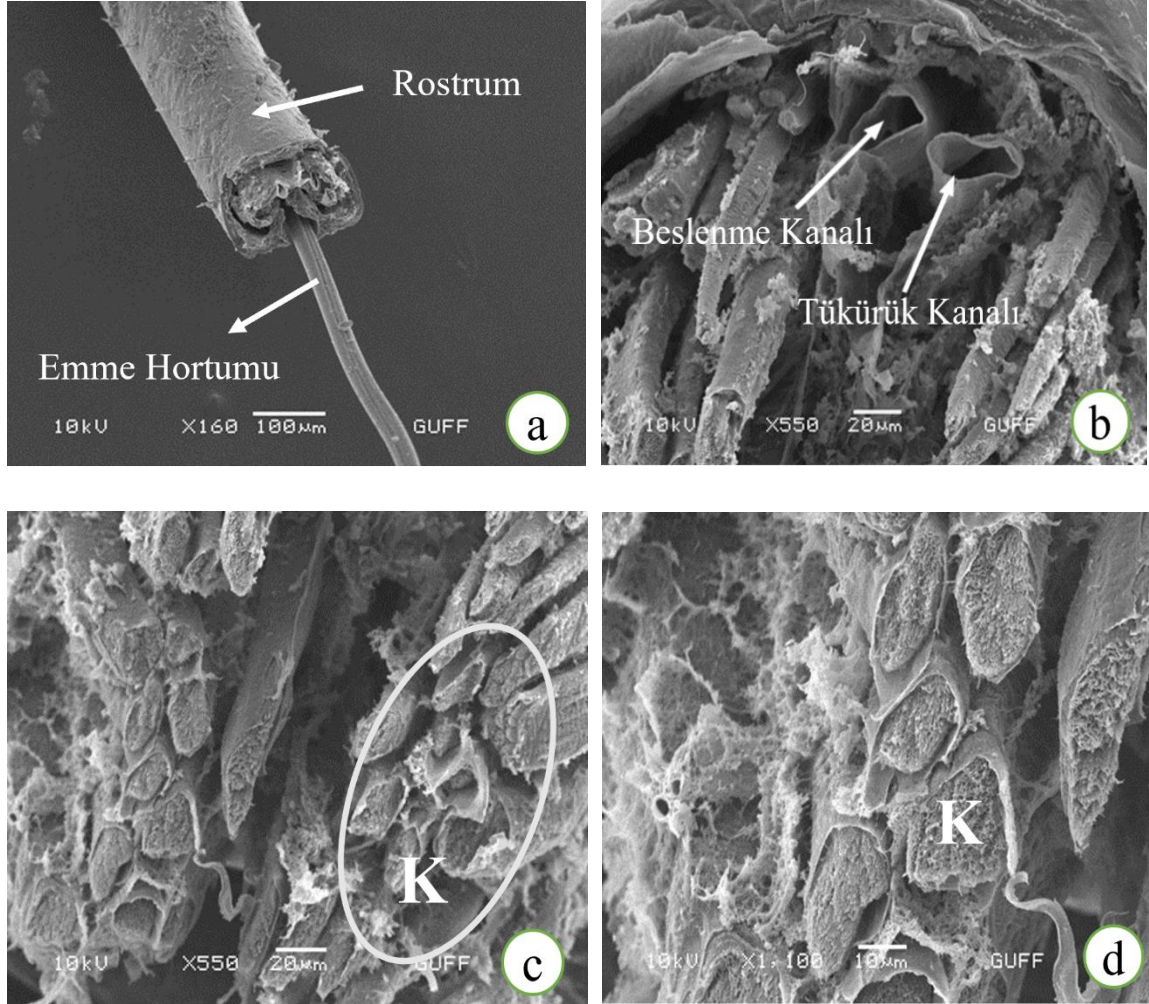


Resim 4.1. (a,d). *Eurydema spectabilis* rostrum. (a-b). Rostrum genel görünüşü, üstten ve alttan. (c-d). Rostrum 1. ve 2. segmenti ve üzerindeki sensillalar- Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)



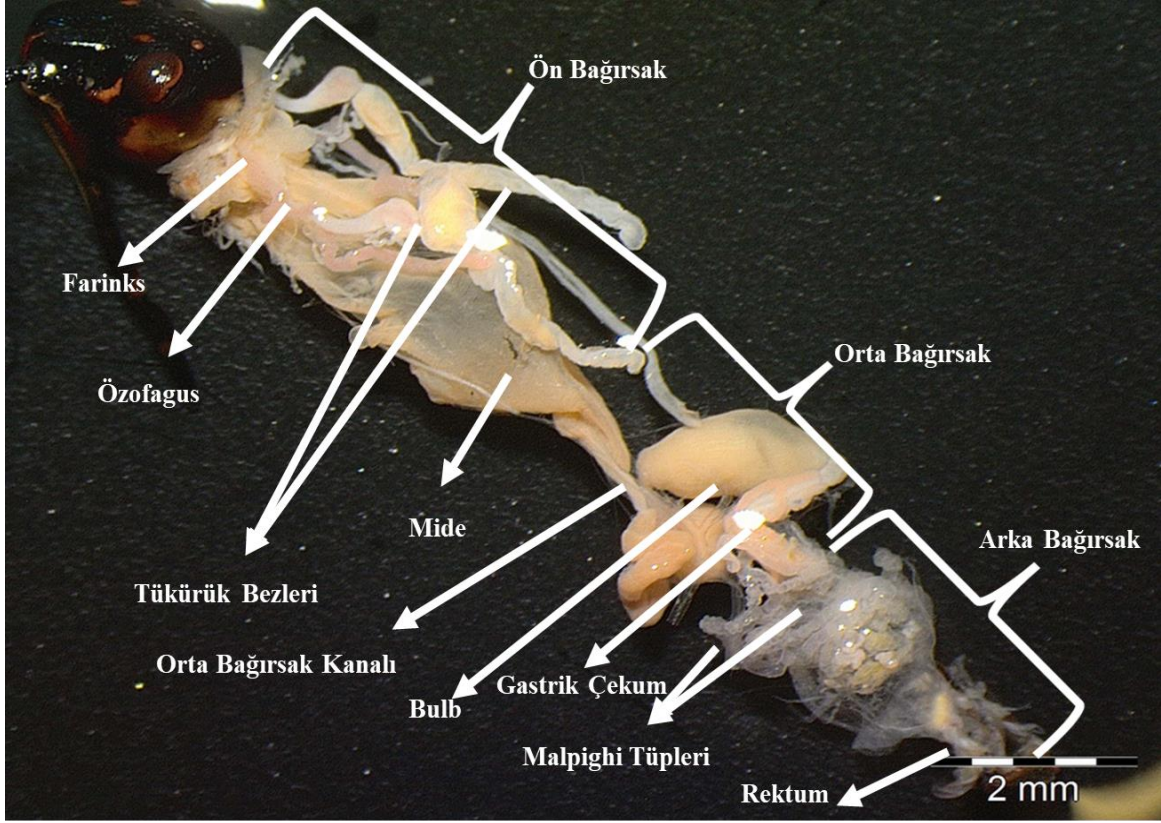
Resim 4.2. (a-f). Rostrum ve sensillalar. (a-b). Rostrumun 2. segmentindeki sensillalar. (c-d). Rostrumun 3. segmentindeki sensillalar, (sensilla basiconica). (e-f). Rostrumun uç kısmındaki sensillalar, (sensilla trichodea)-SEM

Rostrumun uç kısmına doğru besini çekmek için uzunca bir emme hortumu bulunmaktadır (Resim 4.3.a). Sem görüntülerinde besin kanallarının varlığına rastlanmıştır (Resim 4.3.b, c, d).

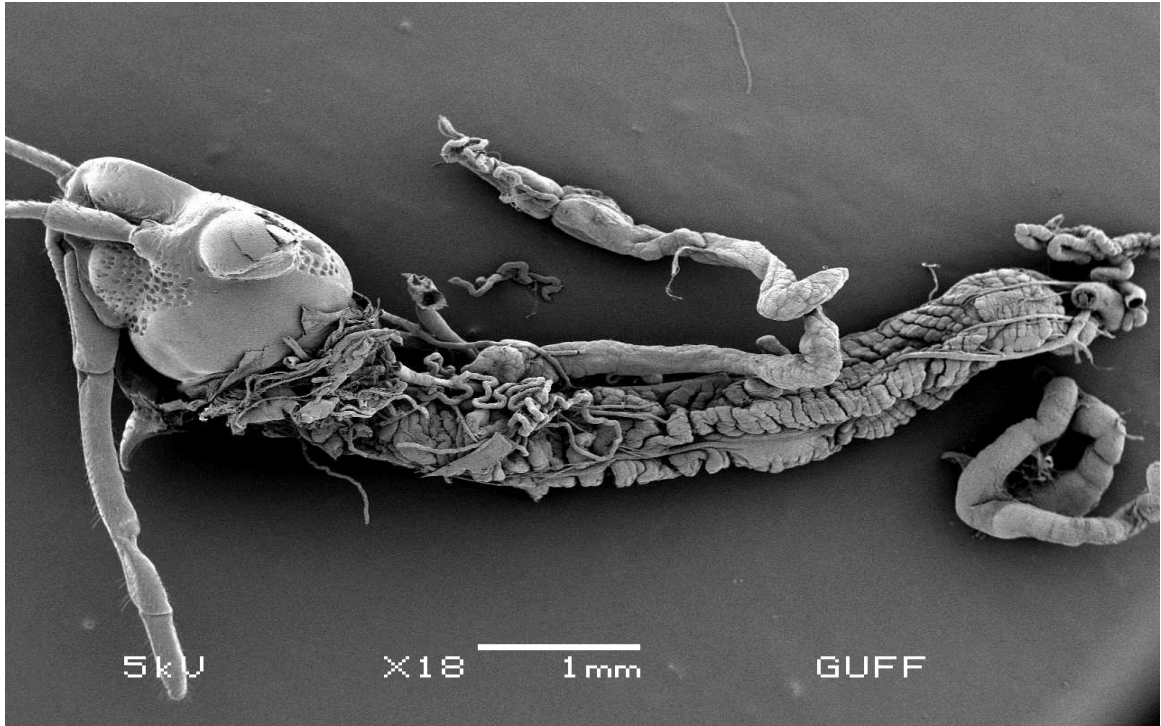


Resim 4.3. (a-d). Rostrumda bulunan emme hortumu. Rostrumda bulunan besin kanalları ve emme hortumunu hareket ettiren kasların enine ve boyuna kesiti, (K: Kas)- SEM

Eurydema spectabilis'in sindirim sistemi ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç kısımda incelenmektedir. Ön bağırsakta tükürük bezi, yardımcı tükürük bezi, farinks, özofagus, proventrikulus'dan oluşmaktadır. Ön bağırsağın farinks ve özofagus kısımları baş kısmından bir bütün halinde ayrılamadığı için incelenememiştir. Orta bağırsak; mide, orta bağırsak kanalı ve bulb olarak ayrılmaktadır. Arka bağırsak ise gastrik çekum, pylorus (ampulla), Malpigi tüpleri ve rektumdan oluşmaktadır (Resim 4.4-4.5).



Resim 4.4. *Eurydema spectabilis*'in sindirim kanalının genel görünüşü- Stereo Mikroskop (SM)



Resim 4.5. *Eurydema spectabilis*'in sindirim kanalının genel görünüşü (SEM)

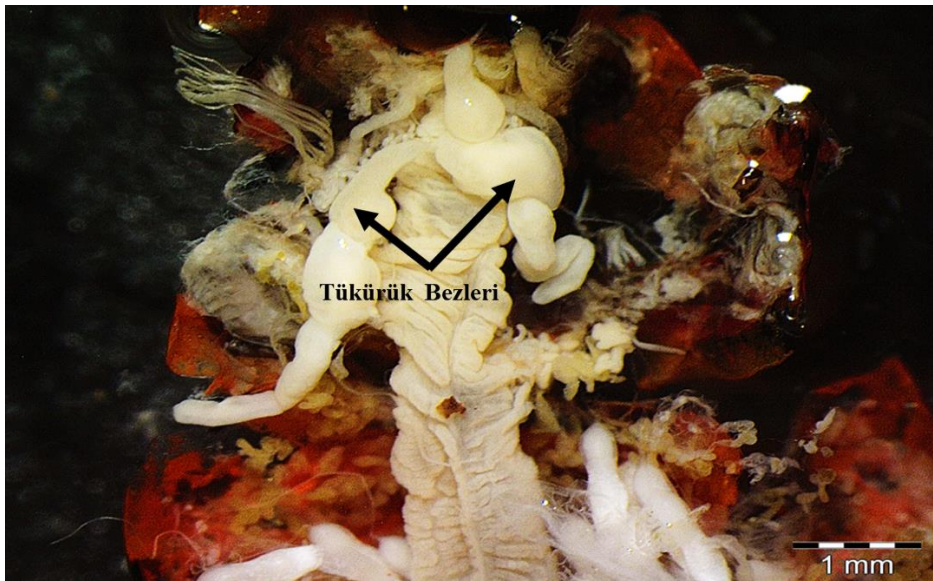
4.2. Ön Bağırsak

Ektodermal kökenli bir yapı olan ön bağırsak, tükürük bezlerinin ağız boşluğuna açılmasıyla başlar ve bunu yardımcı tükürük bezi, farinks, yemek borusu ve proventrikulus takip eder.

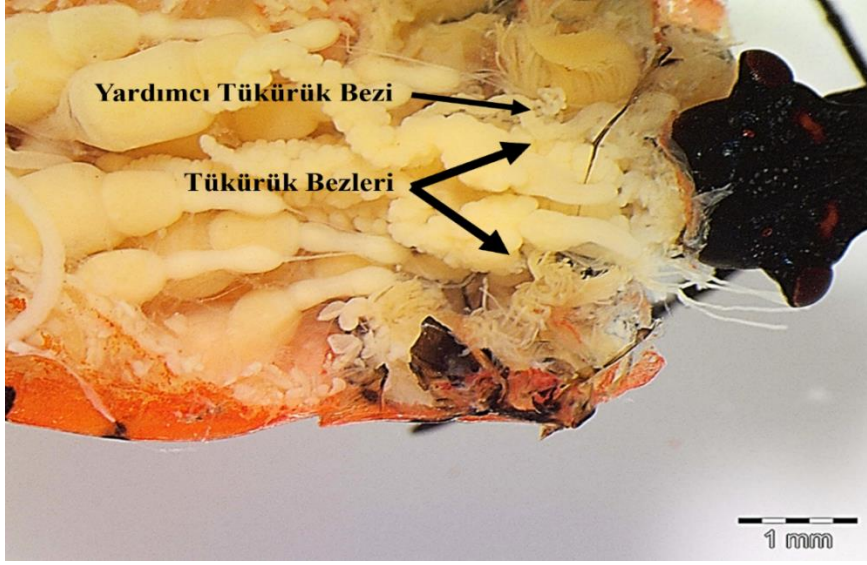
4.2.1. Tükürük bezi

Eurydema spectabilis'te ön bağırsağa bağlı olan ve dorsal-lateral olarak uzanan bir çift tükürük bezi bulunmaktadır (Resim 4.6-4.7). Bununla birlikte ayrıca bir kanal bulundurulur. Her bir tükürük bezi de anterior ve posterior olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır (Resim 4.8.a, b, c). Tükürük bezi her iki bölgede de dışta ince tek tabakalı bir epitel ile çevrili olup çok sayıda kübik hücreden meydana gelir ve bol miktarda salgı granülleri içerir. Epitel hücreye ait çekirdekler lümen kısmına yakın olarak yerleşim göstermiştir (Resim 4.9).

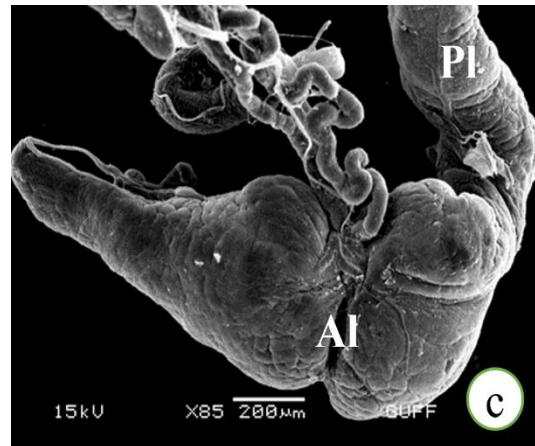
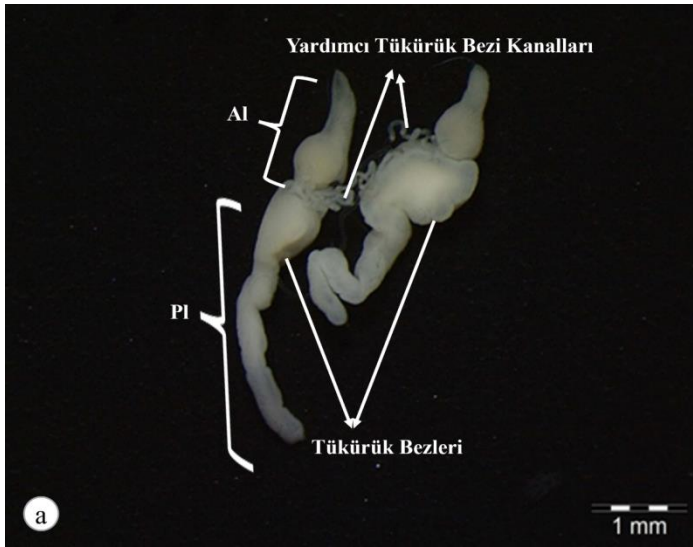
Tükürük bezinden gelen tükürük salgısı kanal aracılığı ile özofagusla iletilerek besin üzerine gönderilir. Bu şekilde besin ve diğer maddeler için bir miktar sindirim ve ağız parçalarının nemlendirilmesi sağlanır. Taramalı elektron mikroskopunda incelediğimizde tükürük bezi, yardımcı tükürük bezleri ve yardımcı tükürük kanallarına rastlanmıştır (Resim 4.8).



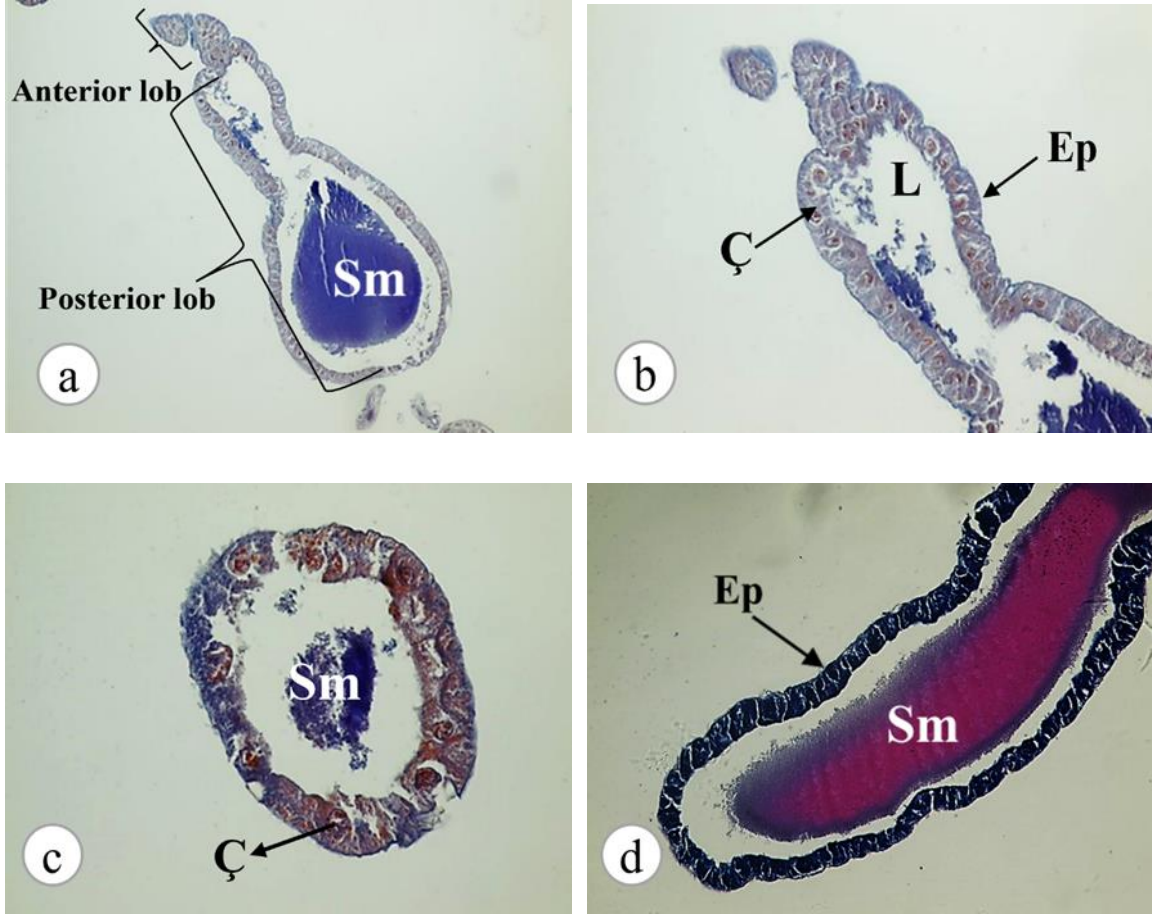
Resim 4.6. *Eurydema spectabilis* abdomen ve göğüs içerisindeki tükürük bezi genel görünüm- (SM)



Resim 4.7. *Eurydema spectabilis* dişi bireyde tükürük bezi genel görünüm-(SM)



Resim 4.8. (a.b) Tükürük bezi ve yardımcı tükürük bezi kanalları genel görüntüsü. (c) tükürük bezi anterior ve posterior lob (Al: Anterior lob, Pl: Posterior lob), (SEM)



Resim 4.9. Tükürük bezi boyuna kesit, anterior lob ve posterior lob (a,b), tükürük bezi enine kesit, lümeni salgı ile dolu (c), tükürük bezi boyuna kesit (d), (Sm: Salgı maddesi, Ep: Epitel hücre, Ç: Çekirdek, L: Lümen), (X100), (X200), (X400), Işık Mikroskobu (IM)

4.2.2. Yardımcı tükürük bezi

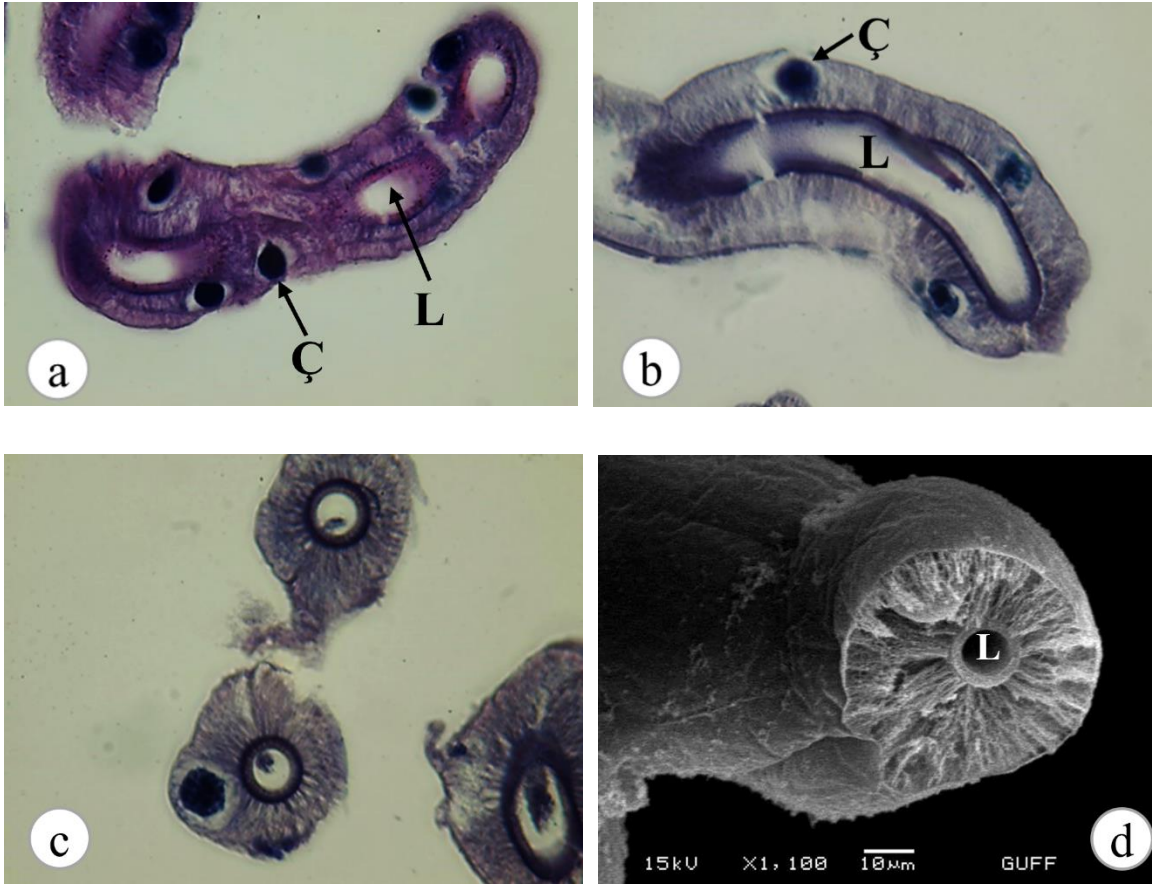
Eurydema spectabilis'te ön bağırsak yapısı ile ilişkili iki tükürük bezinin her birine bağlı birer yardımcı tükürük bezi vardır. Işık mikroskobu görüntülerini incelediğimizde yardımcı tükürük bezinin tek tabakalı kübik epitelten meydana geldiği görülmüştür (Resim 4.12.a).

Yardımcı tükürük bezi kanallarının ise kalın bir intima tabakası, çekirdek ve lümen gözlemlenmiştir (Resim 4.11.a, b, c, d).

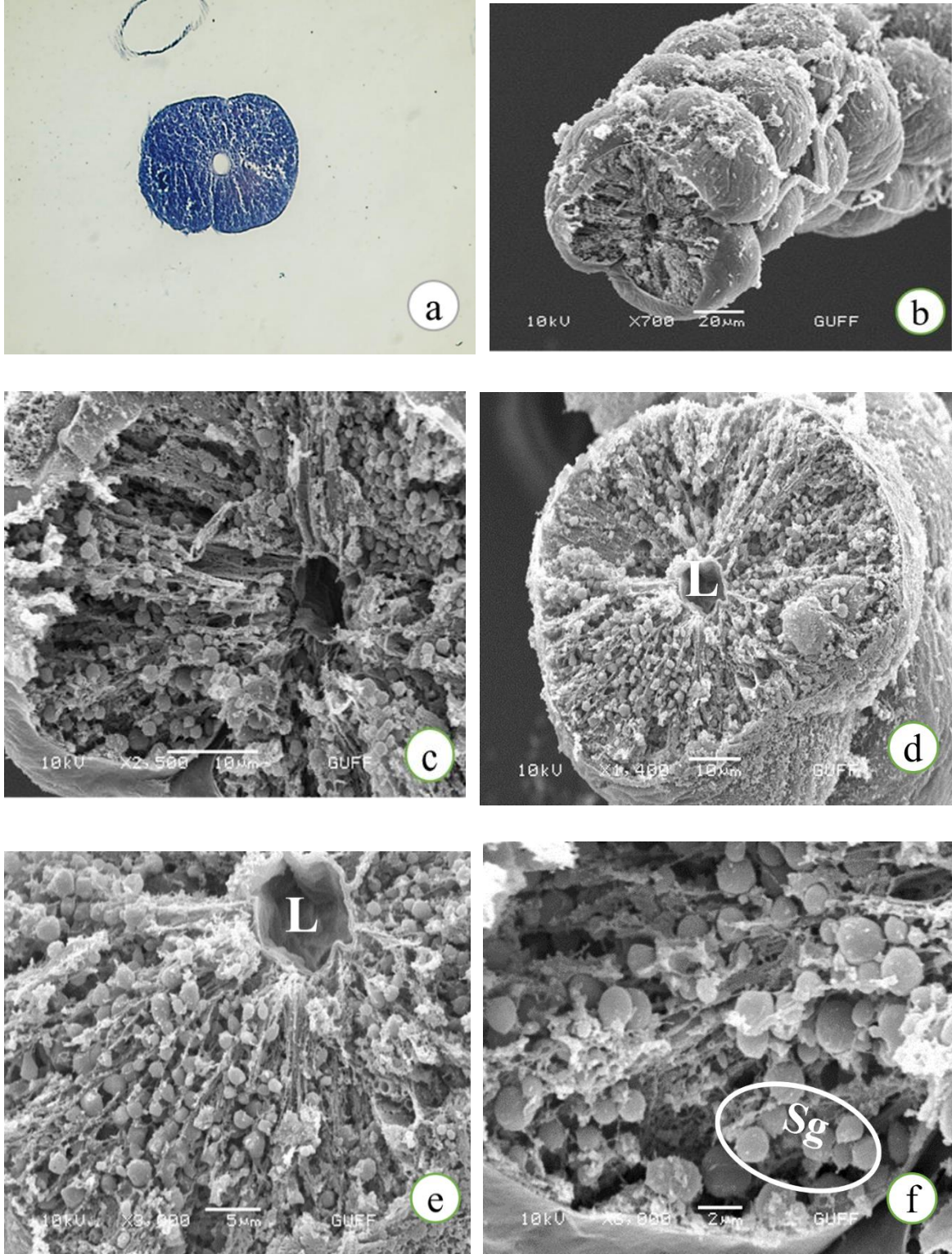
Taramalı elektron resimlerine baktığımızda yardımcı tükürük bezlerini ince uzun kıvrımlı şekilde görmekte ve dış yüzey kısmında trakeler görülmektedir (Resim 4.10-4.12.b). Enine kesitlere bakıldığında bu epitel hücrelerin çok sayıda salgı granülleri bulundurduğunu ve salgının lümenine bırakıldığı anlaşılmıştır (Resim 4.12.c, d, e, f).



Resim 4.10. *Eurydema spectabilis* yardımcı tükürük bezi kanalları, (SEM)



Resim 4.11. (a, b) *Eurydema spectabilis* yardımcı tükürük bezi kanalı boyuna kesit. (c) *Eurydema spectabilis* yardımcı tükürük bezi kanalı enine kesit. (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (X400), (X1000), (IM). (d) Yardımcı tükürük bezi kanalı enine kesit- (SEM)



Resim 4.12. (a) Yardımcı tükürük bezi enine kesit (X1000), (IM). (b,c,d) yardımcı tükürük bezi enine kesit (L: Lümen) (e,f) yardımcı tükürük bezinde bulunan bol miktarda salgı granülleri (Sg: Salgı granülleri), (SEM)

4.2.3. Yutak (farinks)

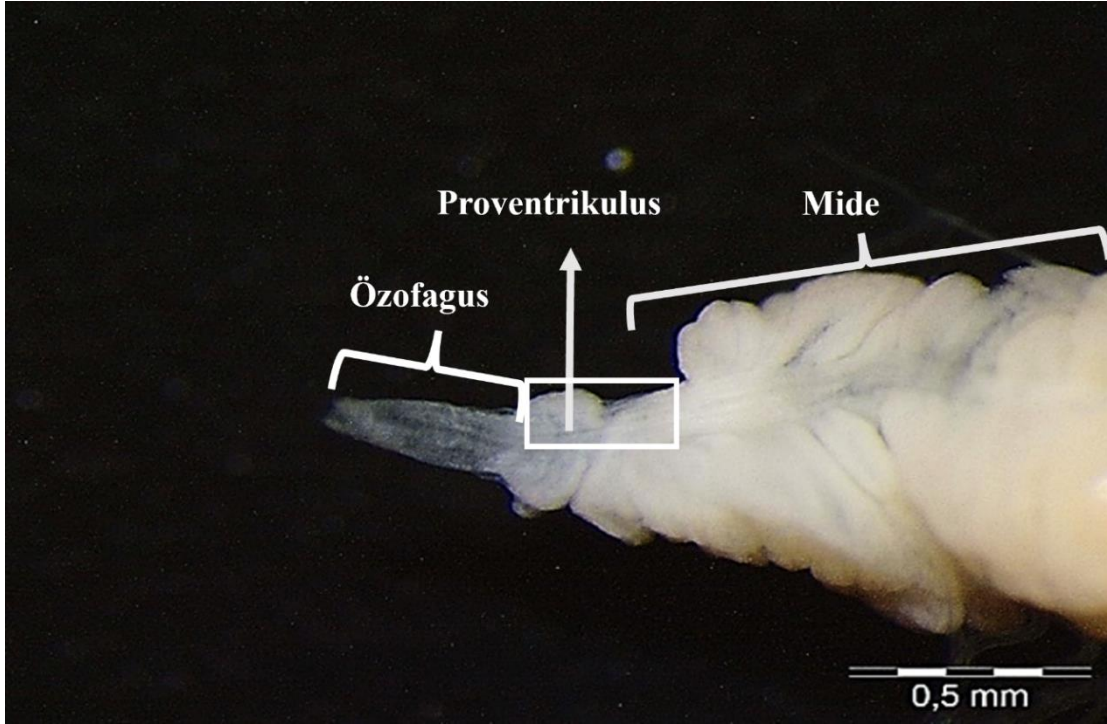
Tükürük bezlerinden sonra uzun ince dar bir boru olan farinks, besin maddelerinin alınmasından aynı zamanda geriye doğru geçişinde önemli rol oynar.

4.2.4. Yemek borusu (özofagus)

Özofagus ön bağırsağın ikinci kısmı olup farinksin devamında yer almaktadır. Genel olarak özofagus küçük ince bir tüp şeklindedir (Resim 4.13).

4.2.5. Proventrikulus

Proventrikulus ve ventrikulus besinlerin sindirilmesine yardımcı olan sindirim sisteminin bir parçasıdır (Resim 4.13a-4.14.a). Alınan kesitlerde proventrikulus ve midenin iç yüzeyinin girintili çıkıntılı bir yapıya sahip olduğu görülmektedir (Resim 4.14).

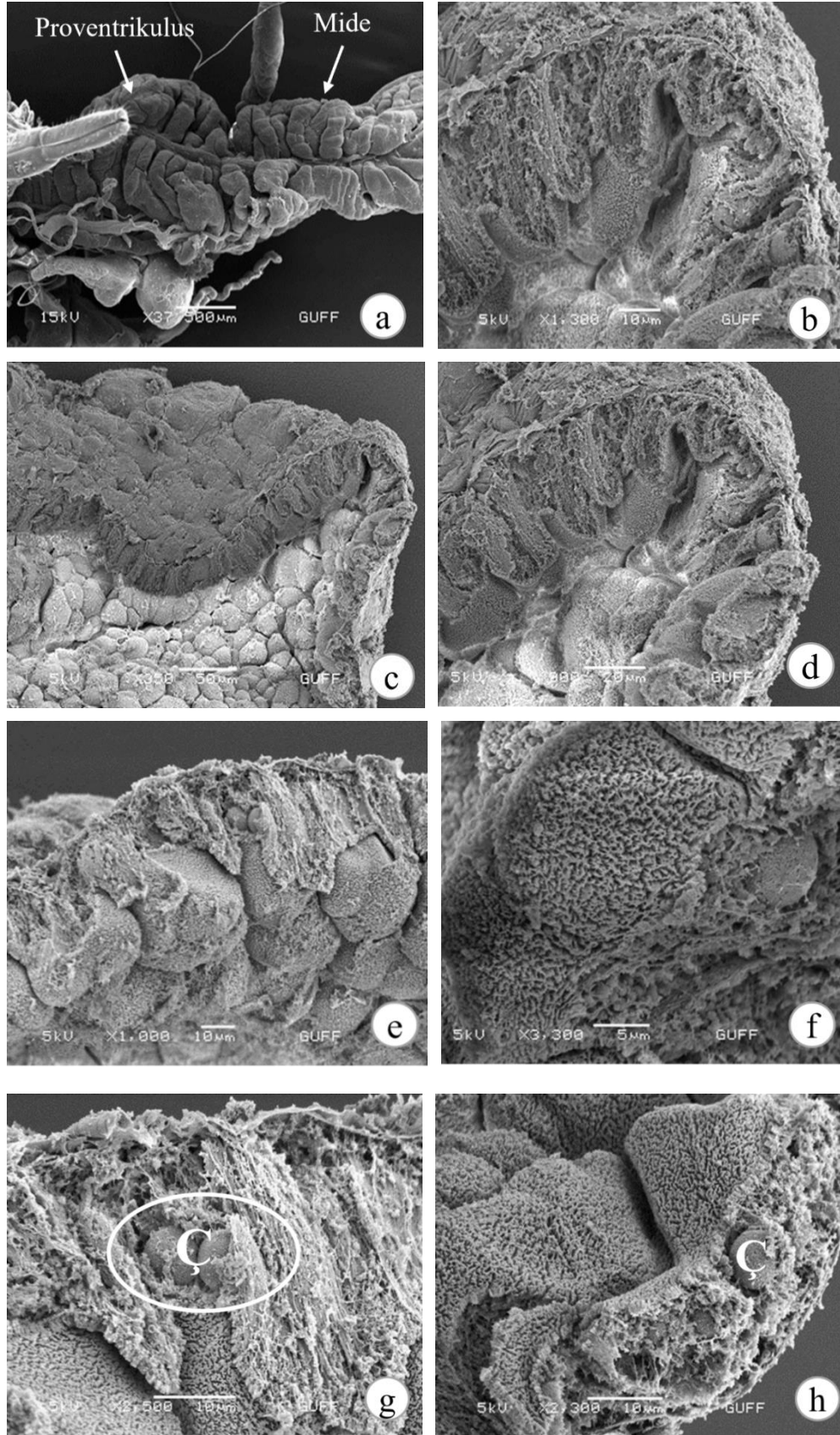


Resim 4.13. *Eurydema spectabilis* özofagus, proventrikulus ve mide genel görünüm, (SM)



Resim 4.14. *Eurydema spectabilis* proventrikulus boyuna kesit, silindirik epitel hücresi Mallory 3'lü Boyama, (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (X1000), (IM)

SEM görüntülerine bakıldığında girintili yapının tek tabakalı hücrelerin birleşme yerlerinin çukurda, merkezi kısımlarının apikalde yükselmiş olmaları yapımlı kıvrımlı bir yapıda görülmesini sağlar. Proventrikulus'un duvarı girintili çıkıntılı bir yapı göstermekte olup tek tabakalı silindirik epitel ve kas tabakasıyla çevrelenmiştir (Resim 4.15.b, c, d, e). Epitelde gömülü olan çekirdeklere de rastlanmıştır (Resim 4.15.f, g, h).



Resim 4.15. (a) *Eurydema spectabilis*'in proventrikulus ve mide genel görünümü (b,c,d,e) proventrikulus iç yüzey yapısı ve epitel hücreleri. (f,g,h) epitelde gömülü çekirdekler (Ç), (SEM)

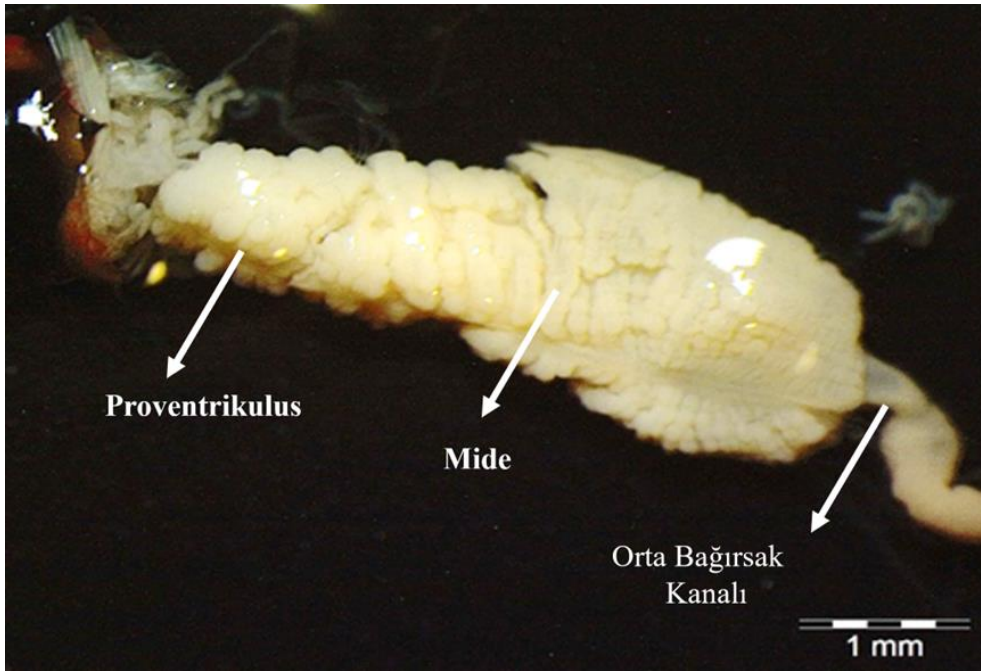
4.3. Orta Bağırsak

Sindirim asıl gerçekleştiği kısım olan orta bağırsak endoderm kökenli olup mide, orta bağırsak kanalı ve bulb olarak incelenmektedir (Resim 4.16.).

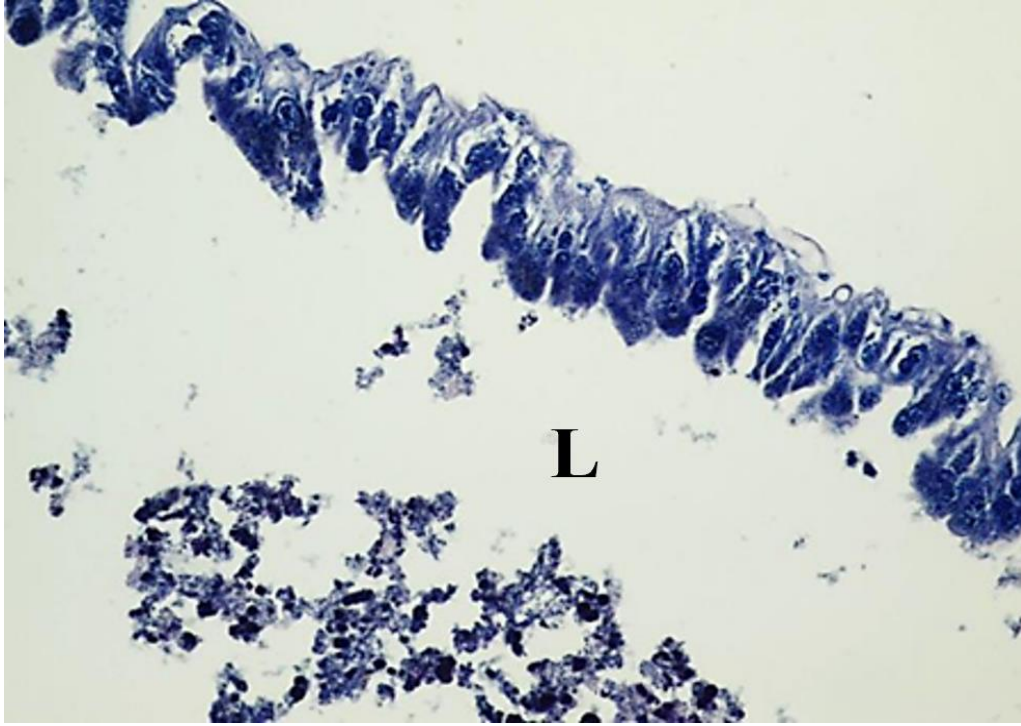
4.3.1. Mide

Mide orta bağırsağın ilk kısmı olup proventrikulusun devamında yer almaktadır (Resim 4.16). Midenin ışık mikroskobu incelemeleri sonucunda tek tabakalı silindirik epitelden oluştuğu görülmektedir (Resim 4.17.- 4.18.).

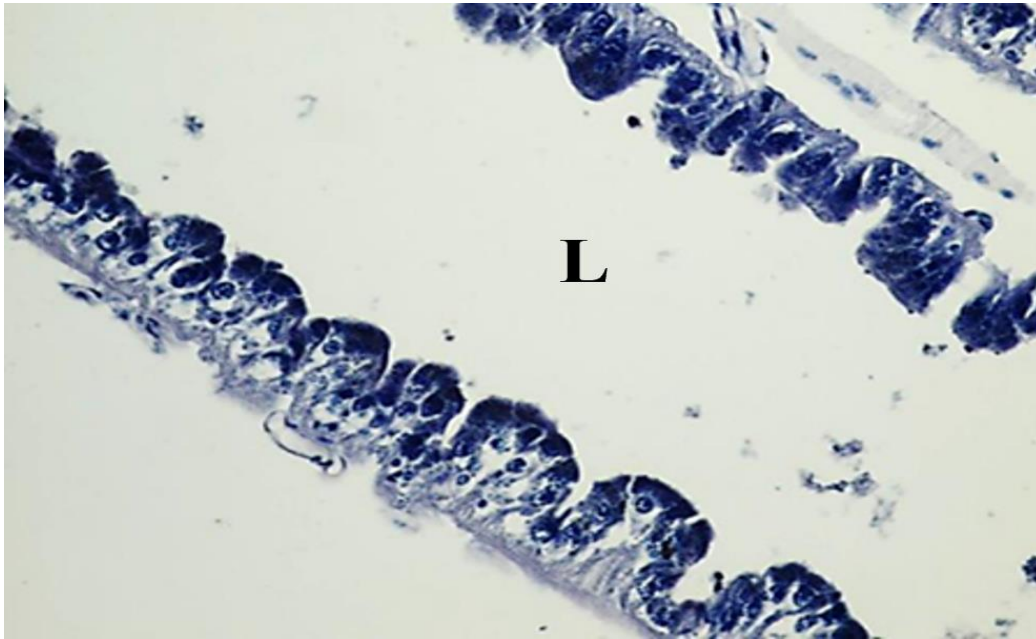
Taramalı elektron mikroskobu çalışmaları sonucunda ise mide loblu, bölmelere ayrılmış bir şekilde olduğu ve yüzeyinde trakelerin bulunduğu görülmektedir (Resim 4.19. a.b.). Kırılmış örnekleri incelediğimizde tek tabakalı silindirik yapısının kıvrımlı bölgeleri net şekilde anlaşılakta olup çekirdeklere de rastlanmıştır (Resim 4.19. c.d.e.f).



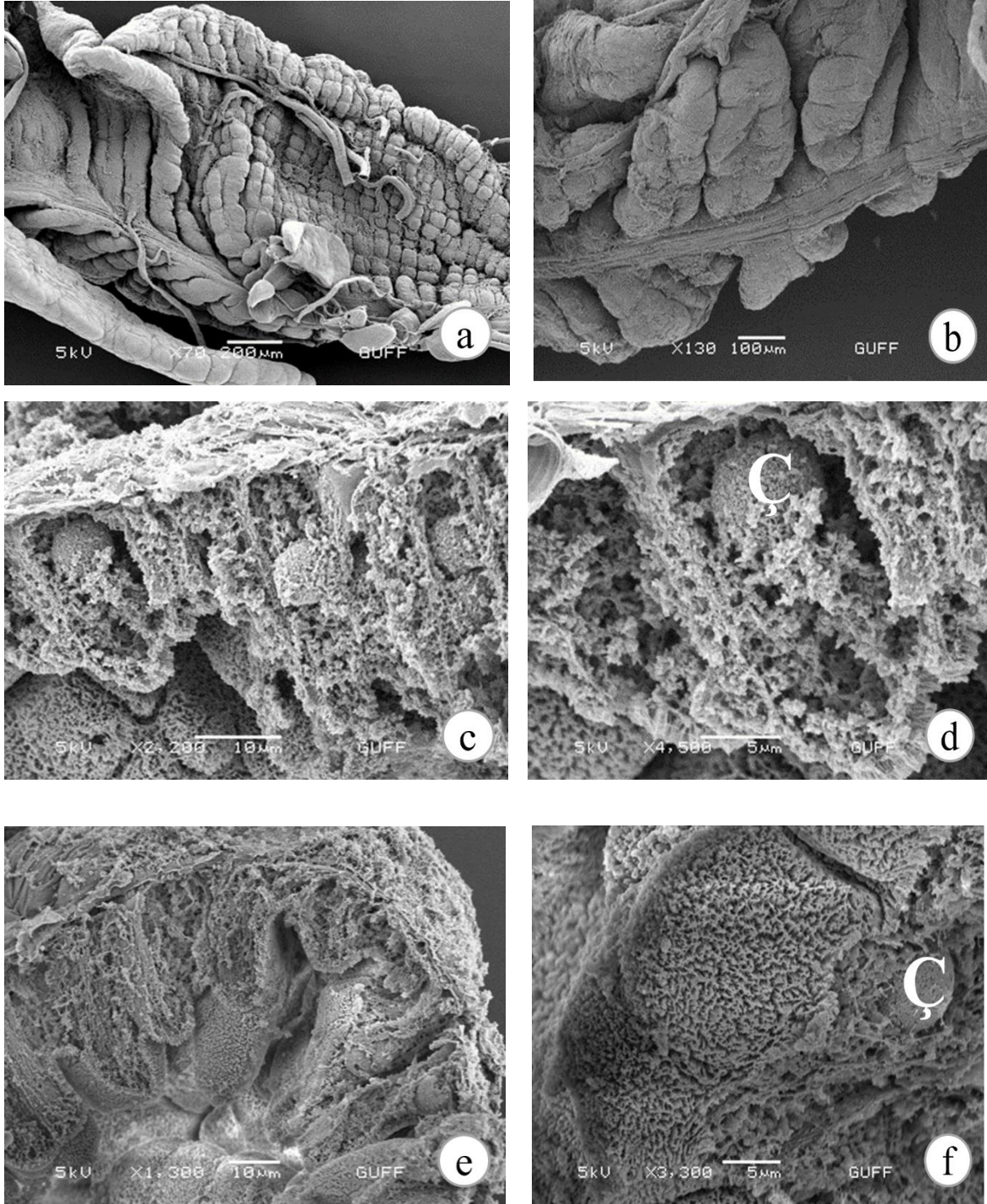
Resim 4.16. *Eurydema spectabilis* orta bağırsak genel görünümü (SM)



Resim 4.17. Mide tek tabakalı silindirik epitel hücresi (Enine Kesit; H&E), (L: Lümen), (X400), (IM)



Resim 4.18. Mide, tek tabakalı silindirik epitel hücresi (Enine Kesit; H&E), (X400), (IM)

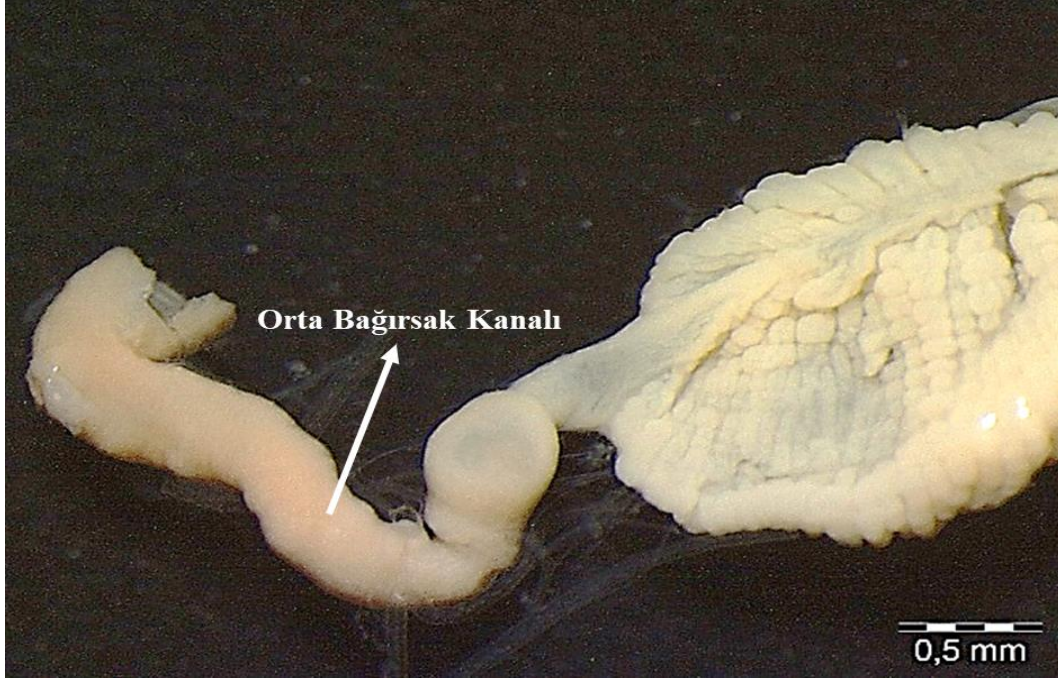


Resim 4.19. (a,b) Mide genel görünüm (c,d,e,f) mide enine kesit, tek tabakalı silindirik epitel tabakası ve çekirdekler (Ç), (SEM)

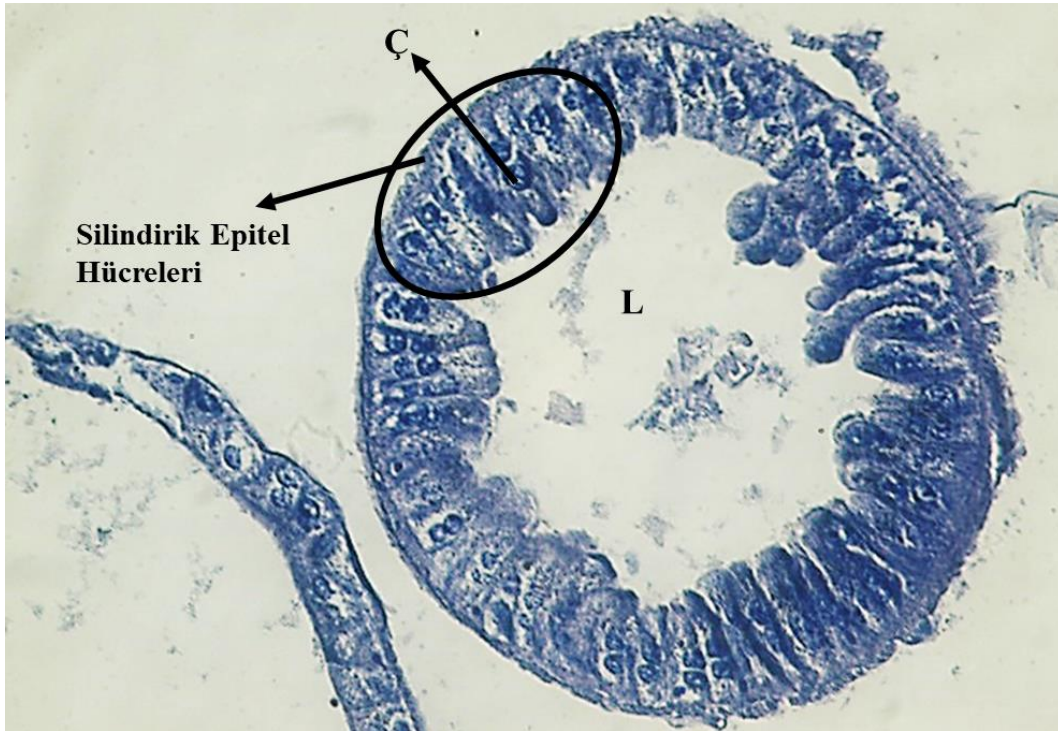
4.3.2. Orta bağırsak kanalı

Orta bağırsağın yaklaşık 2/3'sini oluşturan ve sindirimin gerçekleştiği kısım olan orta bağırsak kanalı uzun bir tüp şeklindedir (Resim 4.20.- 4.22.a, b). Duvarı, içte halkasal dış yüzeyinde boyuna kas tabakalarıyla çevrili olup ince bir bazal lamina ve tek tabakalı, farklı

yüksekliklerde silindirik epitel hücrelerinden oluşmuştur (Resim 4.21.-4.22.-4.23.-4.24. c,d,e,f,g). Hücreler lümeneye doğru bakan tarafında mikrovilluslara sahiptir (Resim 4.24. h,i,i).



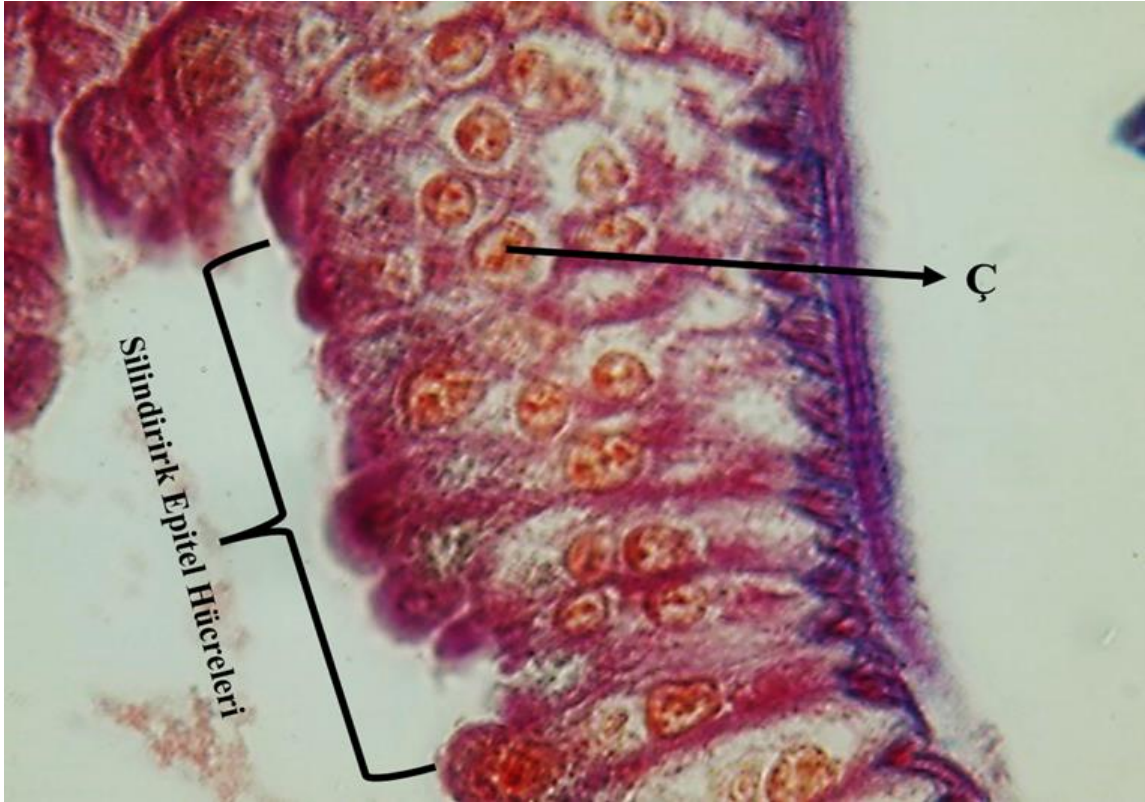
Resim 4.20. Orta bağırsak kanalı genel görünümü, (SM)



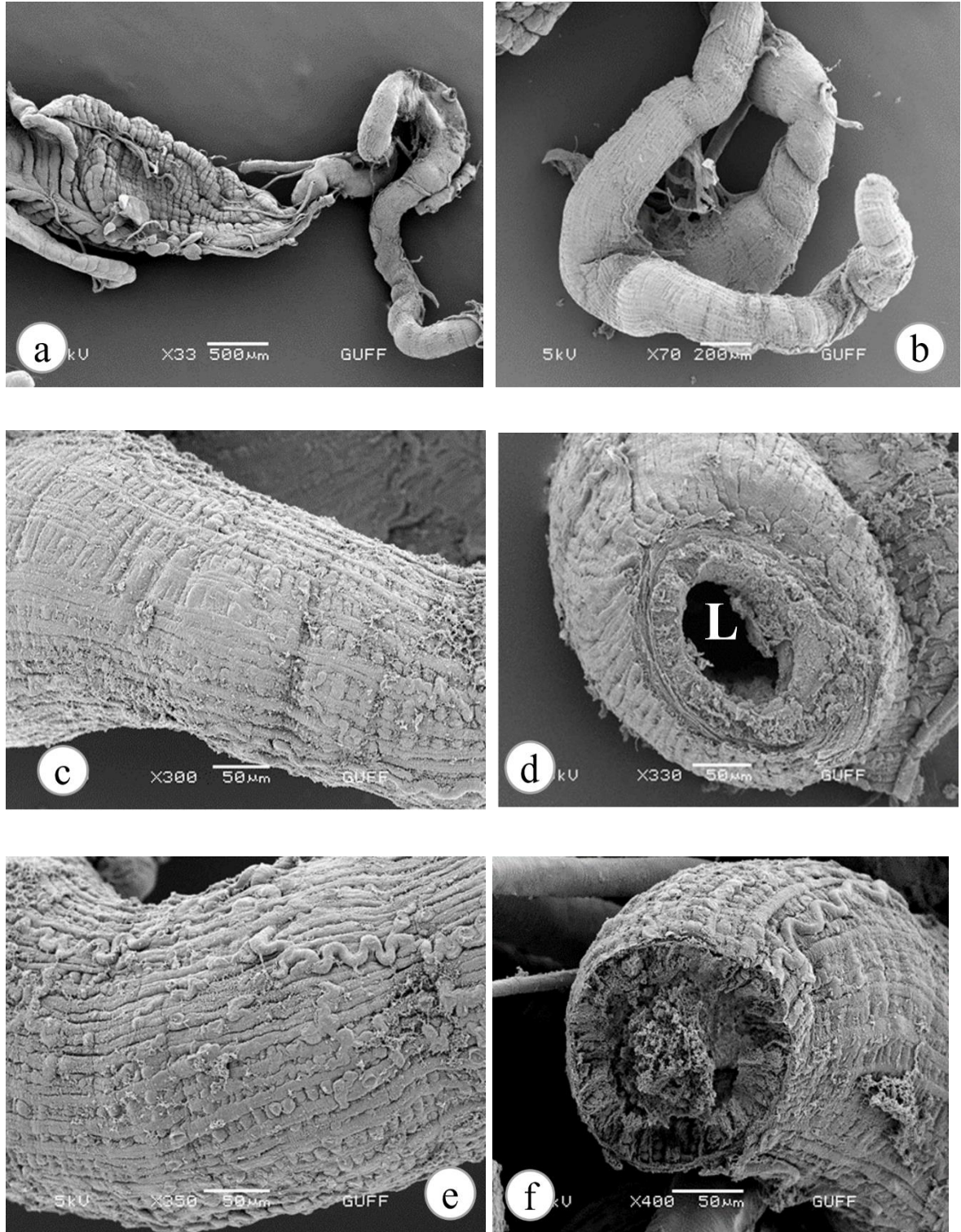
Resim 4.21. Orta bağırsak kanalı enine kesit silindirik epitel hücreleri (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (X400), (IM)



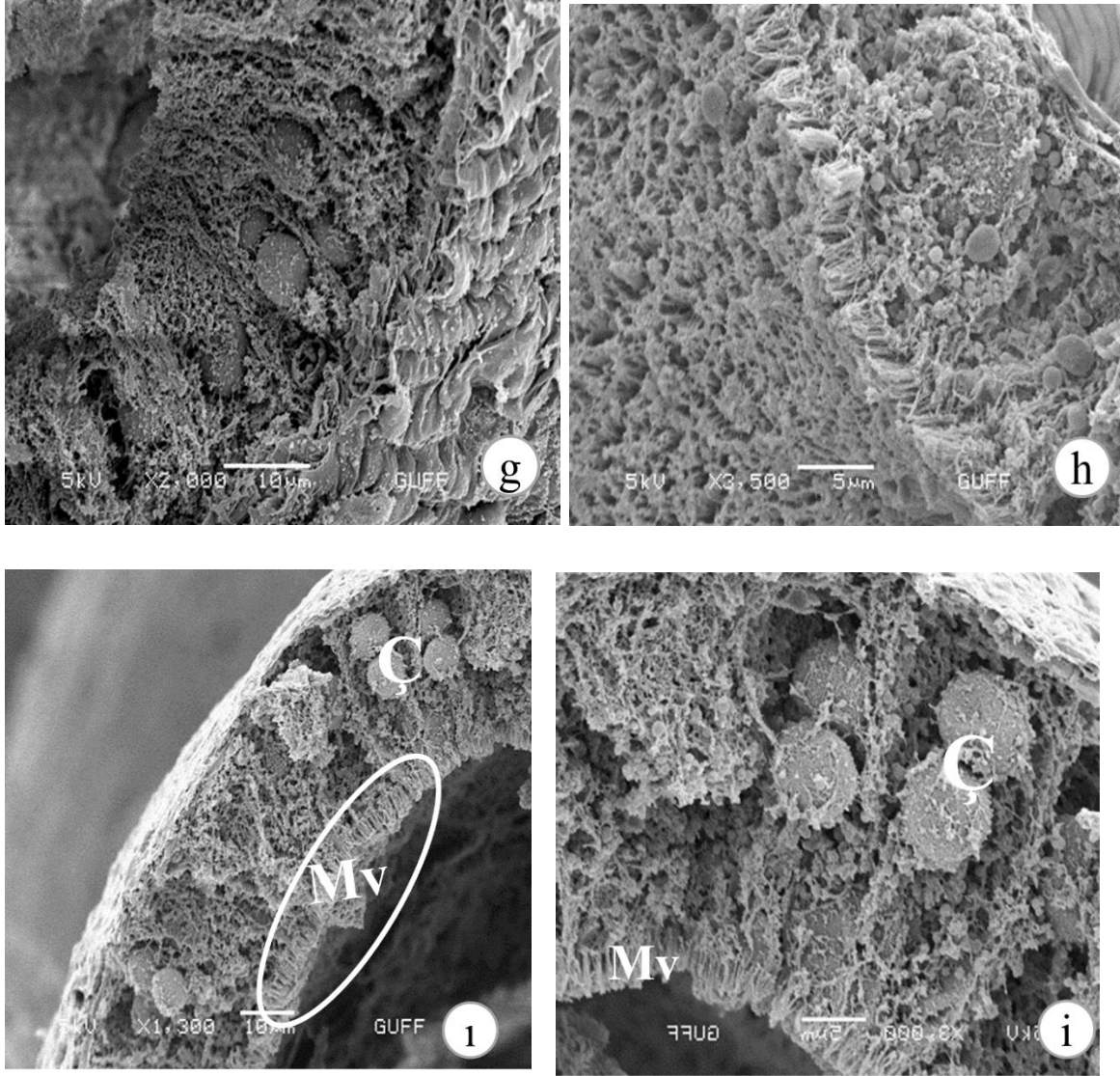
Resim 4.22. Orta bağırsak kanalı silindirik epitel hücreleri
(Ç: Çekirdek, L: Lümen), (X1000), (IM)



Resim 4.23. Orta bağırsak kanalı silindirik epitel hücreleri
(Ç:Çekirdek), (X1000), (IM)



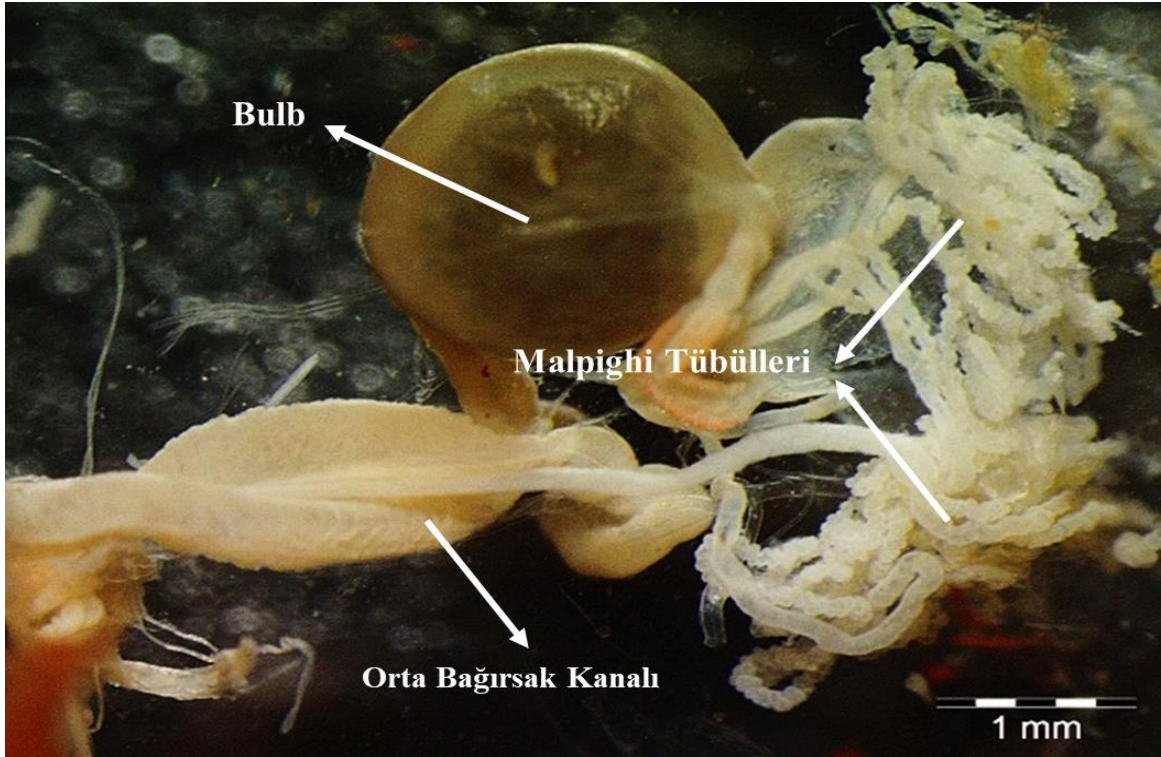
Resim 4.24. (a,b) Orta bağırsak kanalı genel görünümü (c,e) dış yüzeyindeki boyuna kaslar. (d,f) orta bağırsak kanalı enine kesit (L:Lümen).



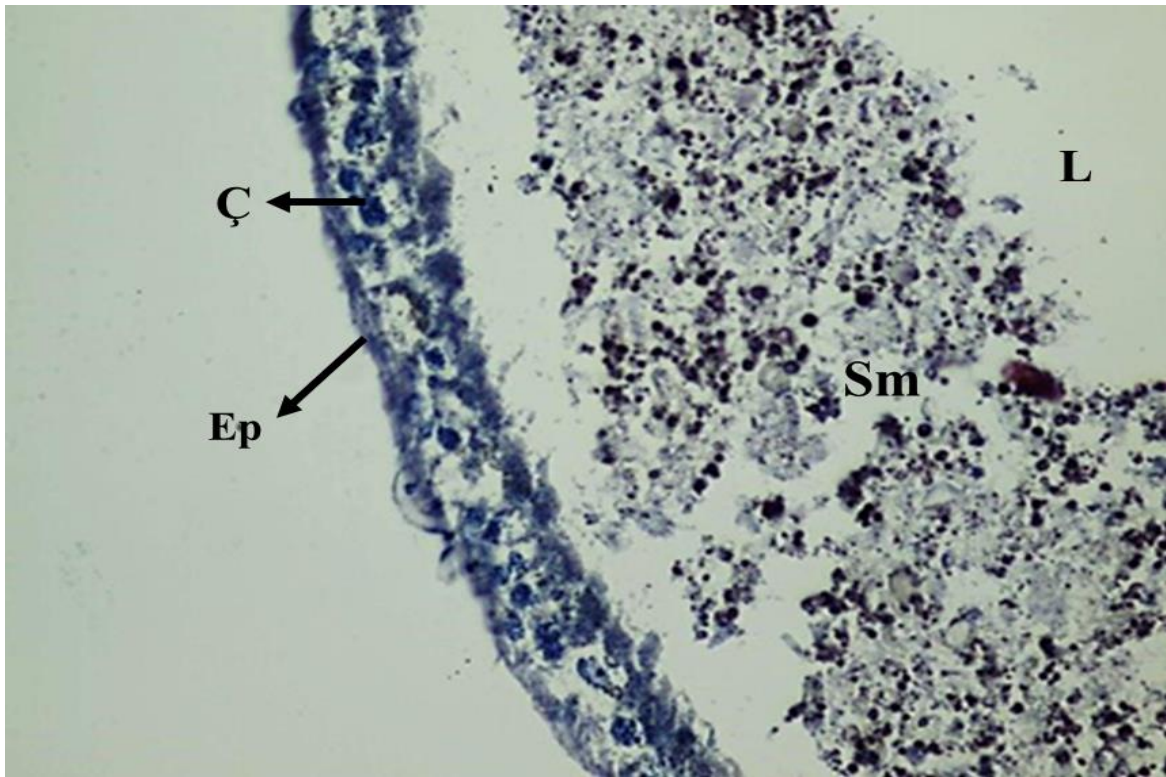
Resim 4.24. (devam) (g,h,i,i) orta bağırsak kanalı iç yapısı mikrovilluslar (Mv) ve çekirdek (Ç), (SEM)

4.3.3. Bulb

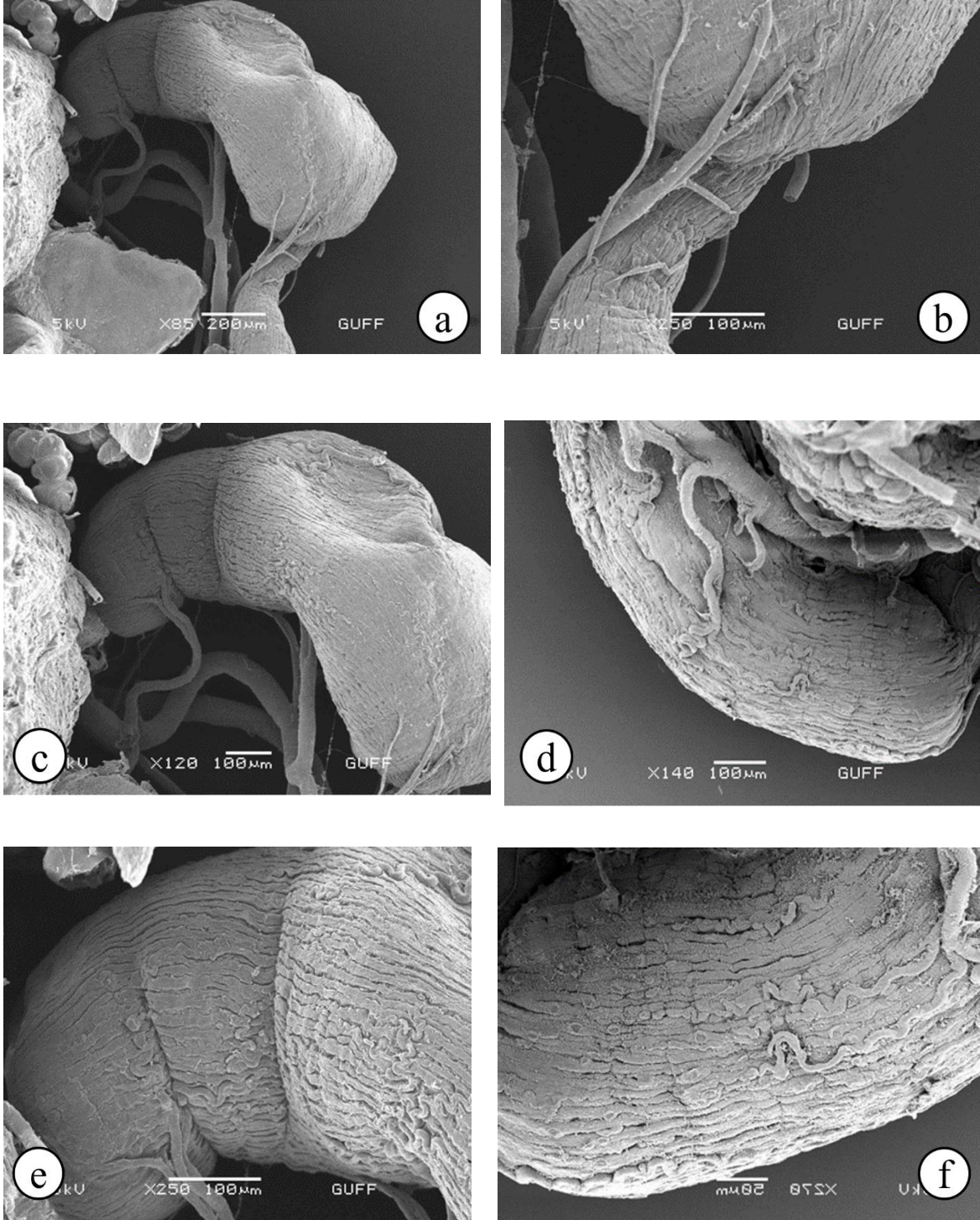
Orta bağırsak kanalı ile ileum arasında yer alan ve aynı zamanda orta bağırsağın posteriyor kısmını oluşturan kısa-şişkin balon şeklinde olan yapı bulb olarak tanımlanmıştır (Resim 4.25). Görevi, besinlerdeki fazla suyun son bağırsağa geçmeden emilmesini sağlar. Işık mikroskobu çalışmalarında bulb yapısının tek tabakalı kübik epitelden oluştuğu ve lümende salgı maddesine rastlanmıştır (Resim 4.26). SEM görüntülerinde bulb dış yüzeyinde boyuna kaslar ve trakeler bulunmaktadır (Resim 4.27).



Resim 4.25. *Eurydema spectabilis* bulb, (SM)



Resim 4.26. Bulb (Boyuna Kesit; H&E), (Ç: Çekirdek, L: Lümen, Sm: Salgı Maddesi, Ep: Epitel hücre), (X400), (IM)



Resim 4.27. (a, c) Bulb genel görünüm. (b, d,e,f). Dış yüzey boyuna kas tabakaları, Trake (SEM)

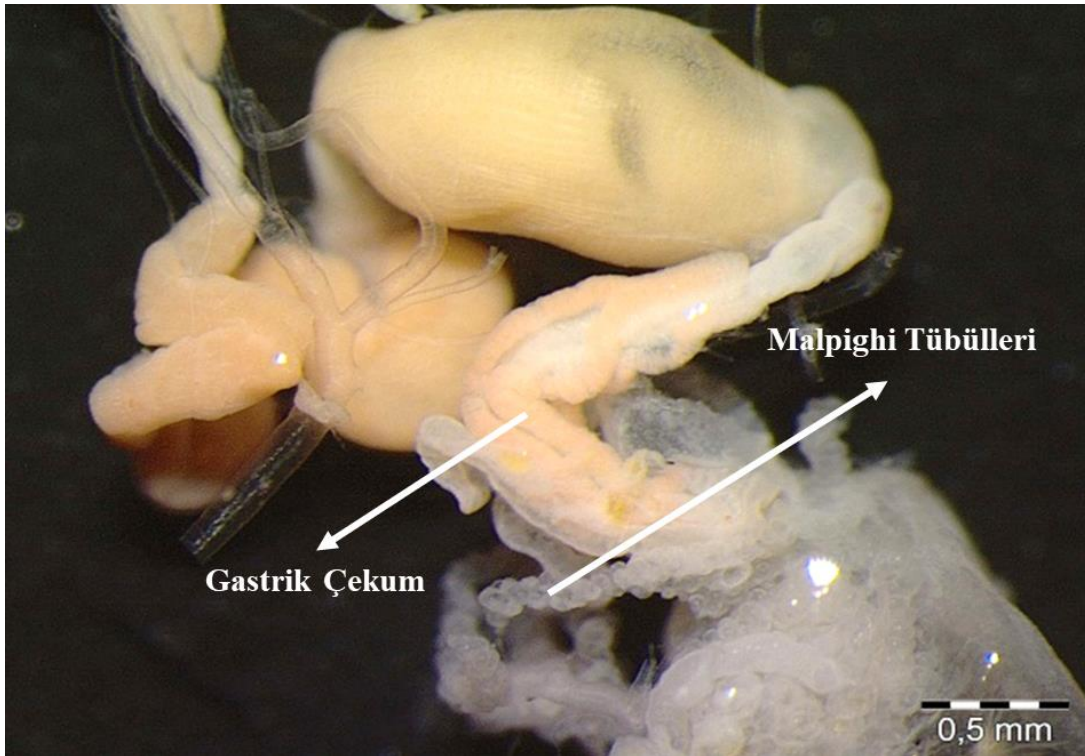
4.4. Arka Bağırsak

Arka bağırsak ektoderm kökenlidir. Gastrik çekum, pylorus, Malpigi tüpleri ve rektumdan oluşur.

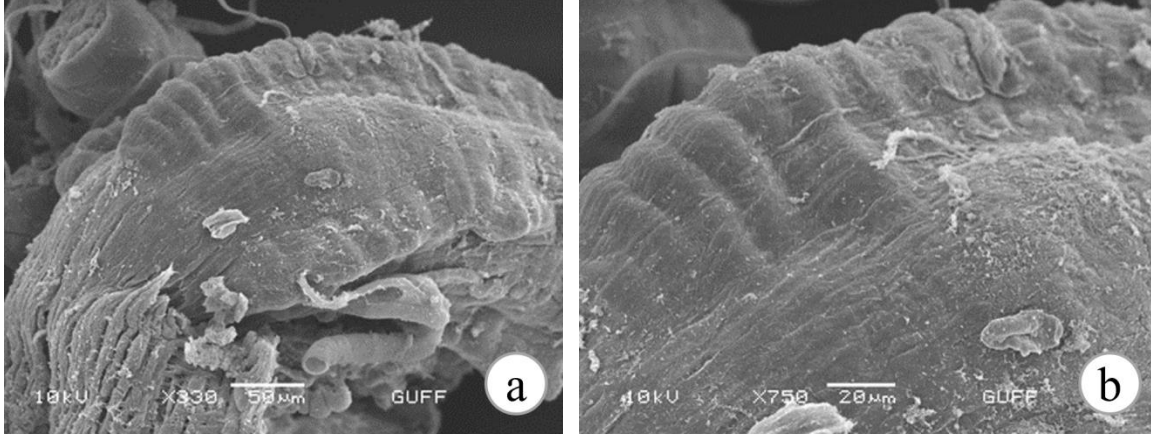
4.4.1. Gastrik çekum

Dört kanaldan oluşan gastrik çekum arka bağırsakla bağlantılıdır (Resim 4.28). Bu kısım, enine boğumlu bir yapıya sahip olup iç yüzeyi kıvrımlıdır. Gastrik çekumun kanalları tek tabakalı kübik epitelle astarlı yassı keseler halinde görülmektedir (Resim 4.30-4.31).

SEM incelemeleri sonucunda gastrik çekum dış yüzeyinin düz bir biçimde boğumlu bir yapıda olduğu ve trakelerin olduğu görülmektedir (Resim 4.29. a,b- 4.32.a). SEM inceleme sonucunda enine kesitlere bakıldığında lümende salgı maddesi görülmektedir (Resim 4.32.b).



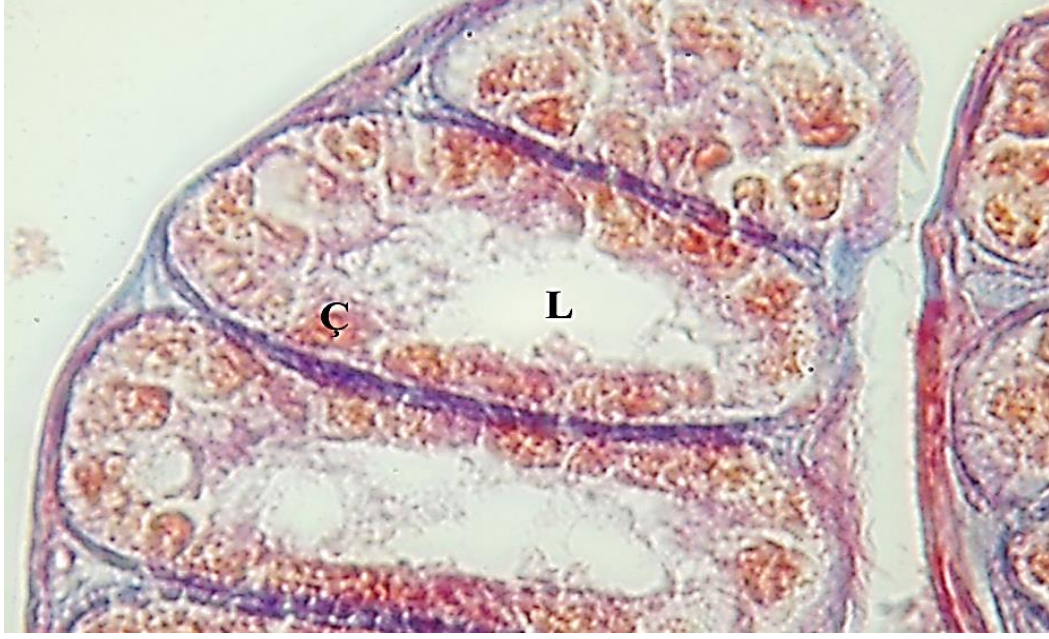
Resim 4.28. Gastrik çekum genel görünüm, (SM)



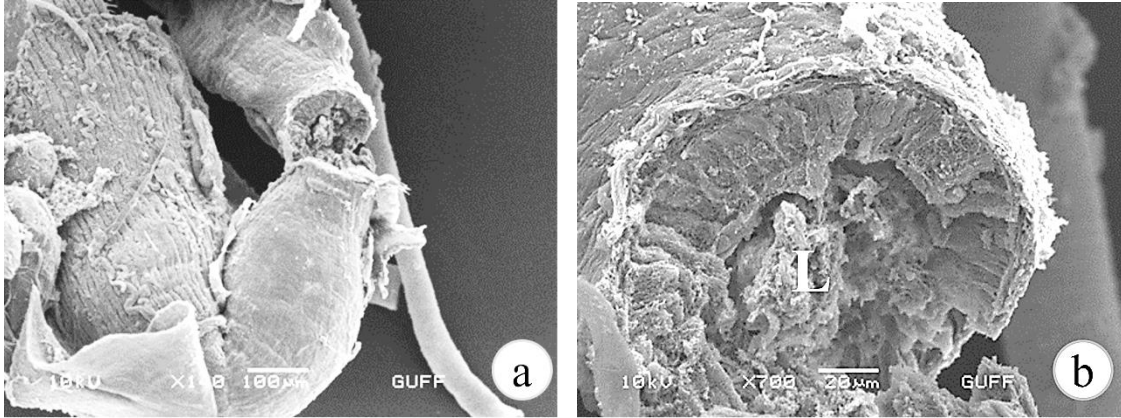
Resim 4.29. (a,b) Gastrik çekum dış yüzeyi, (SEM)



Resim 4.30. Gastrik çekum tek tabakalı kübik epitel hücreleri (Boyuna kesit; Mallory 3'lü Boyama), (X400), (IM)



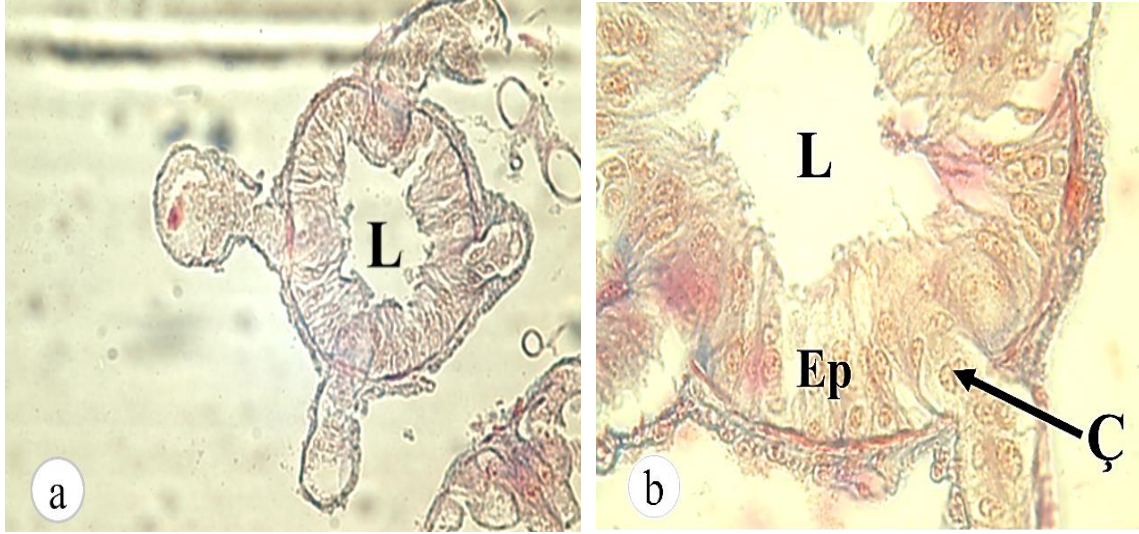
Resim 4.31. Gastrik çekum tek tabakalı kübik epitel hücreleri (Boyuna kesit; Mallory 3'lü Boyama), (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (X1000), (IM)



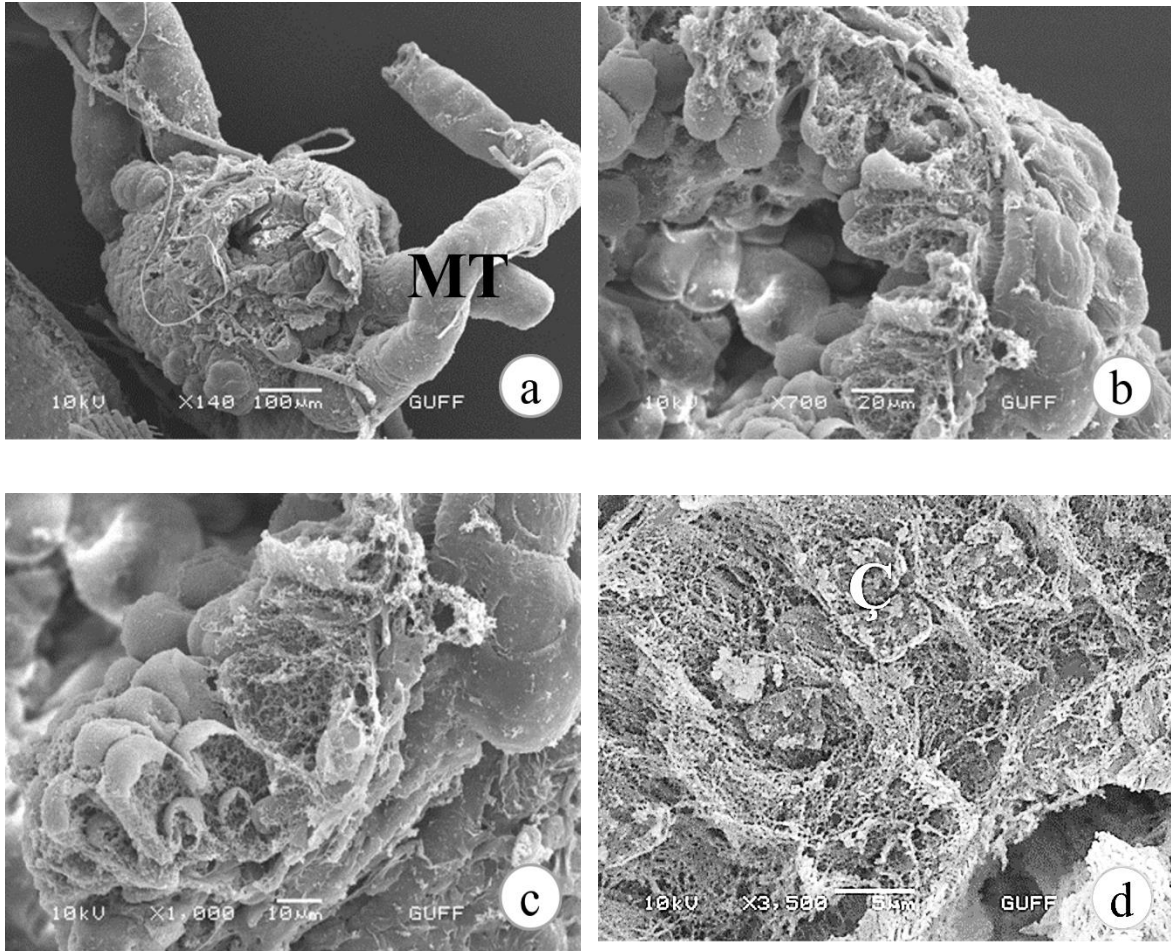
Resim 4.32. (a) Gastrik çekum, (b) enine kesit (L: Lümen)- SEM

4.4.2. Pylorus (ampulla)

Pylorus, arka bağırsak kısımlarından olup atık madde ve Malpigi tübüllerinden gelen maddelerin toplandığı yerdir. Alınan kesitlere baktığımızda halkasal şekilde olup tek tabakalı silindirik epitelten meydana geldiği anlaşılmıştır (Resim 4.33.a, b). Elektron mikroskobu incelemelerinde pylorustan çıkan Malpigi tübüllerine rastlanmıştır (Resim 4.34.a). Örneği kırıp incelediğimizde iç yapısının loblu olduğu ve çekirdeklere rastlanmıştır (Resim 4.34.b, c, d).



Resim 4.33. Pylorus tek tabakalı silindirik epitel hücresi, (Mallory 3'lü Boyama), (Ç: Çekirdek, L: Lümen, Ep: Epitel Hücre), (X400), (X1000), (IM)



Resim 4.34. (a) Pylorus genel görünüm (MT: Malpigi tübülü). (b.c.d) Pylorus iç yapısı, (SEM)

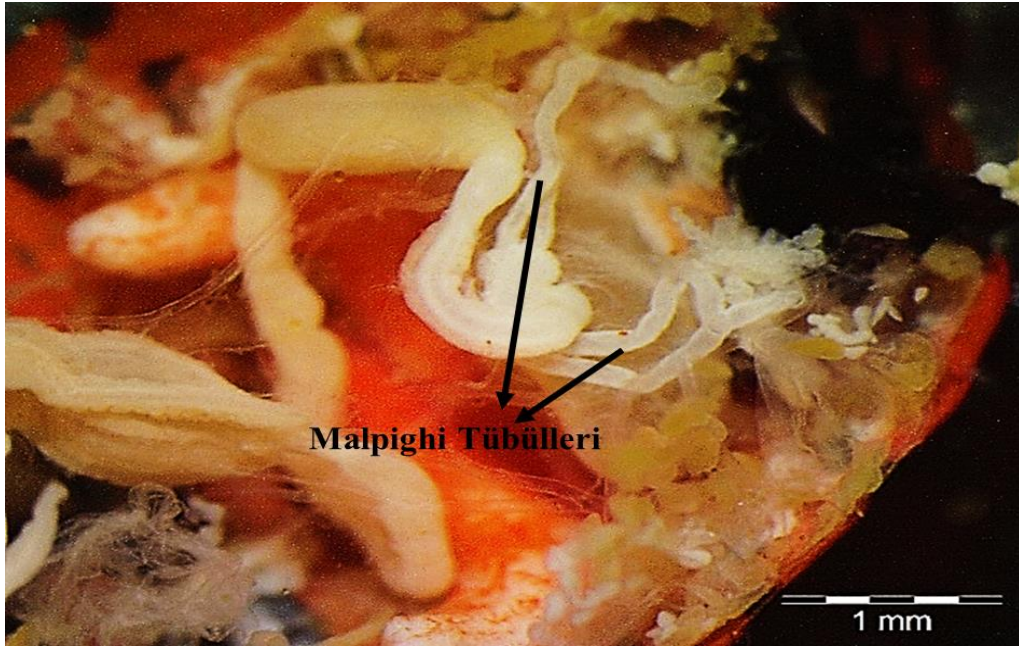
4.4.3. Malpigi tüpleri

Sindirim sisteminde arka bağırsağın ilk kısmını oluşturan pylorus bir ucu gastrik çekumla bağlantılı, diğer iki ucundan da iki çift Malpigi tüpünün çıkıntısı bulunan üçgen benzeri bir yapıdadır. Üzerinde Malpigi tüpleri dağınık şekilde bulunmaktadır (Resim 4.35-4.36).

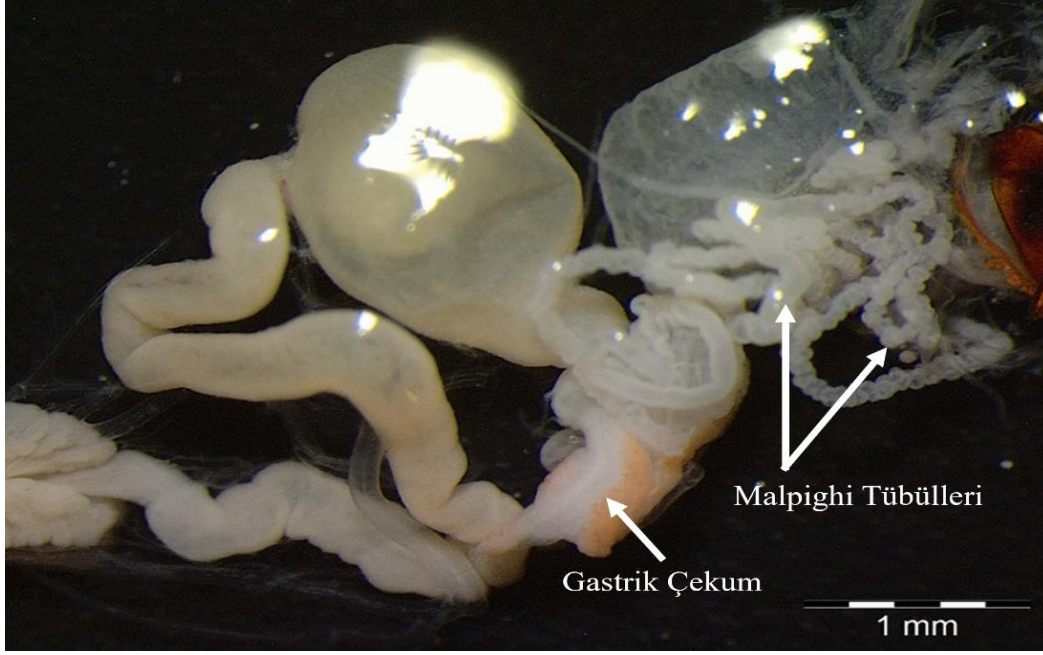
Malpigi tüpleri iki çift olup bir ucu sindirim kanalına bağlıken, diğer ucu ise vücut boşluğunda serbest olarak bulunur ve ampulla (pylorus) adı verilen yapı ile bağlanır. Sindirim kanalına bağlanan kısım daha düzken, uç kısımları boncuk tanesi şeklinde görülmektedir (Resim 4.36).

Işık mikroskobu çalışmalarında anlaşıldığı üzere hücreler tek tabakalı kübik epitelden oluşmakta olup lümeneye bakan kısımları mikrovilluslarla çevrelenmiştir (Resim 4.37).

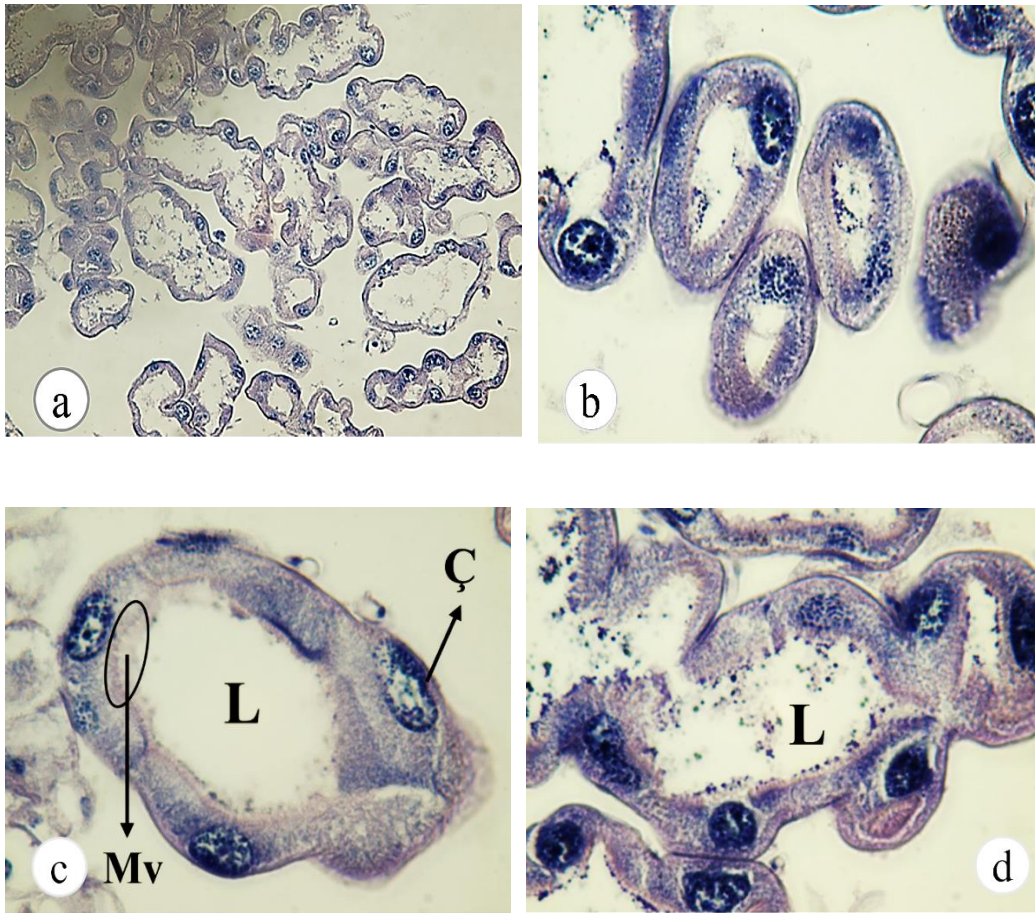
Taramalı elektron mikrosbunda ise genel görünümün boncuk dizisi şeklinde olduğu ve trakelere sarılı olduğu tespit edilmiştir (Resim 4.38a, b, c, d). SEM çalışmalarında Malpigi tübülünü kırıp incelendiğimizde bol miktarda salgı granüllerine ve mikrovilluslara rastlanmıştır (Resim 4.38e, f).



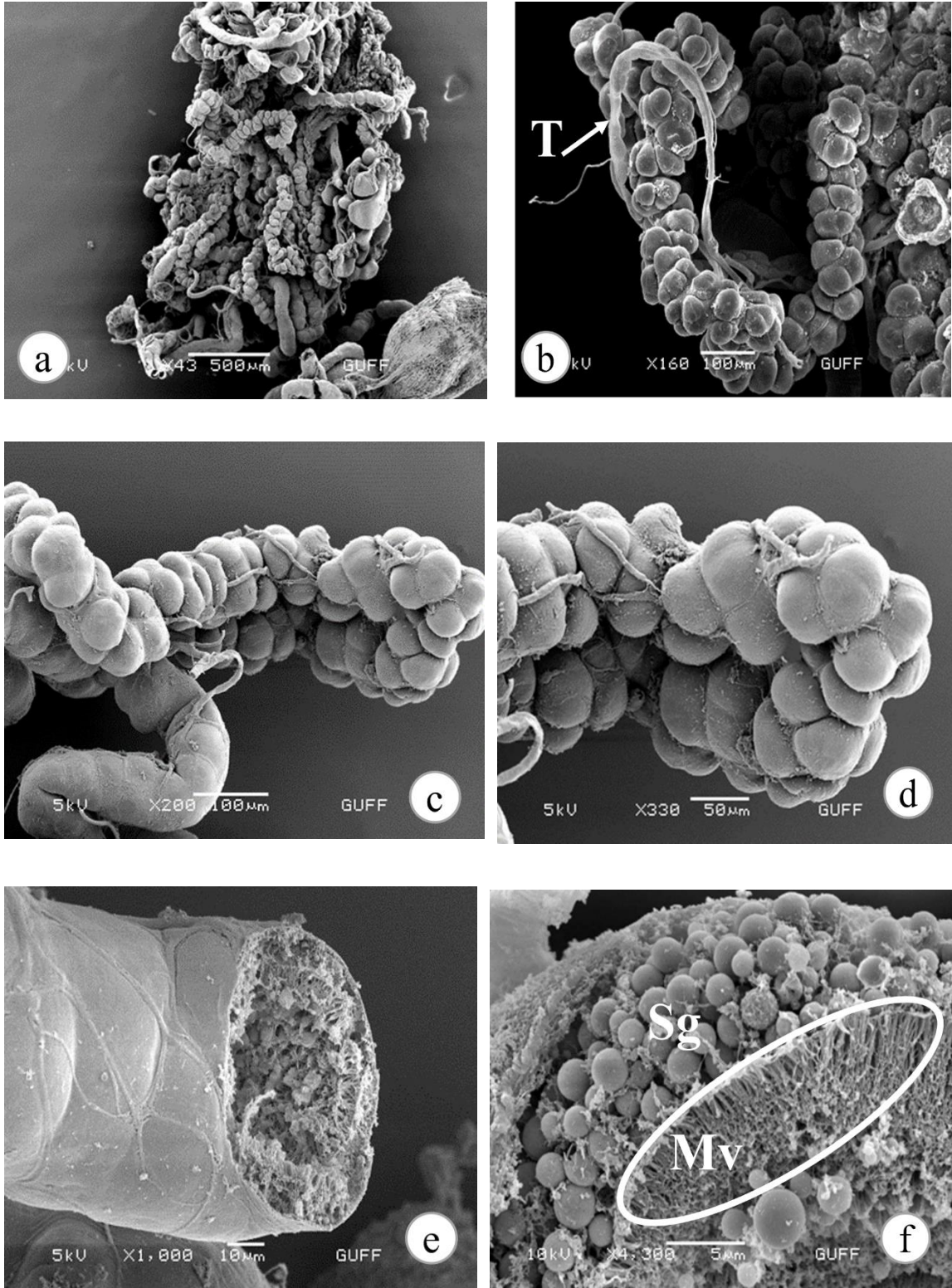
Resim 4.35. Malpigi Tüpleri bir çift genel görünüm, (SM)



Resim 4.36. Malpighi Tüpleri genel görünüm, (SM)



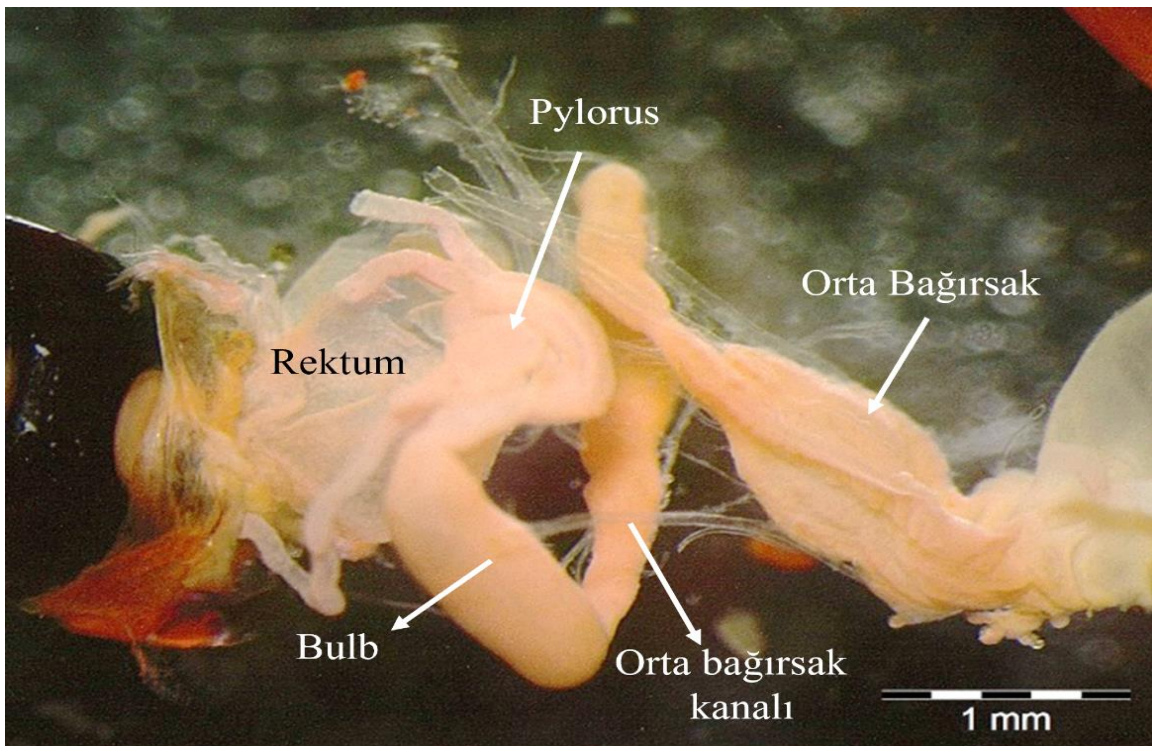
Resim 4.37. (a) Malpighi tübüleri boyuna kesitler (H&E), (b,c,d,) Malpighi tübüleri enine kesit (H&E)(Ç: Çekirdek, L: Lümen, Ep: Epitel hücre, Mv: Mikrovillus), (X200), (X400), (X1000), (IM)



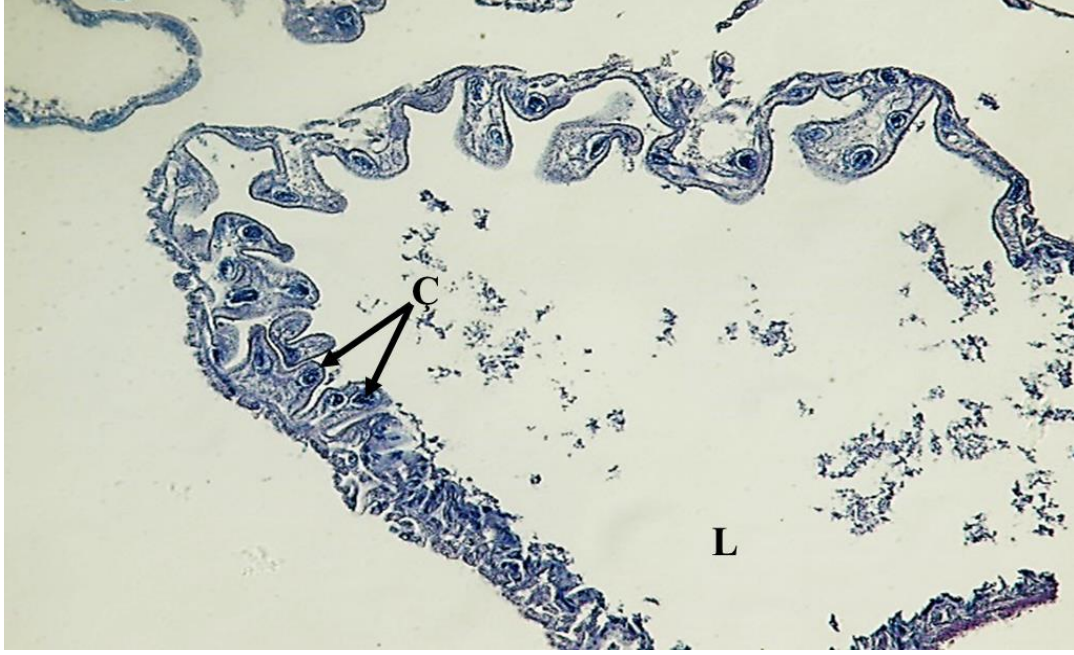
Resim 4.38. (a,b,c,d) Malpigi tübülü genel görünüm (T: Trake), (e,f) Malpigi tübülü enine kesit salgı granülleri ve mikrovilluslar (Sg: Salgı granülleri, Mv: Mikrovillus), (SEM)

4.4.4. Rektum

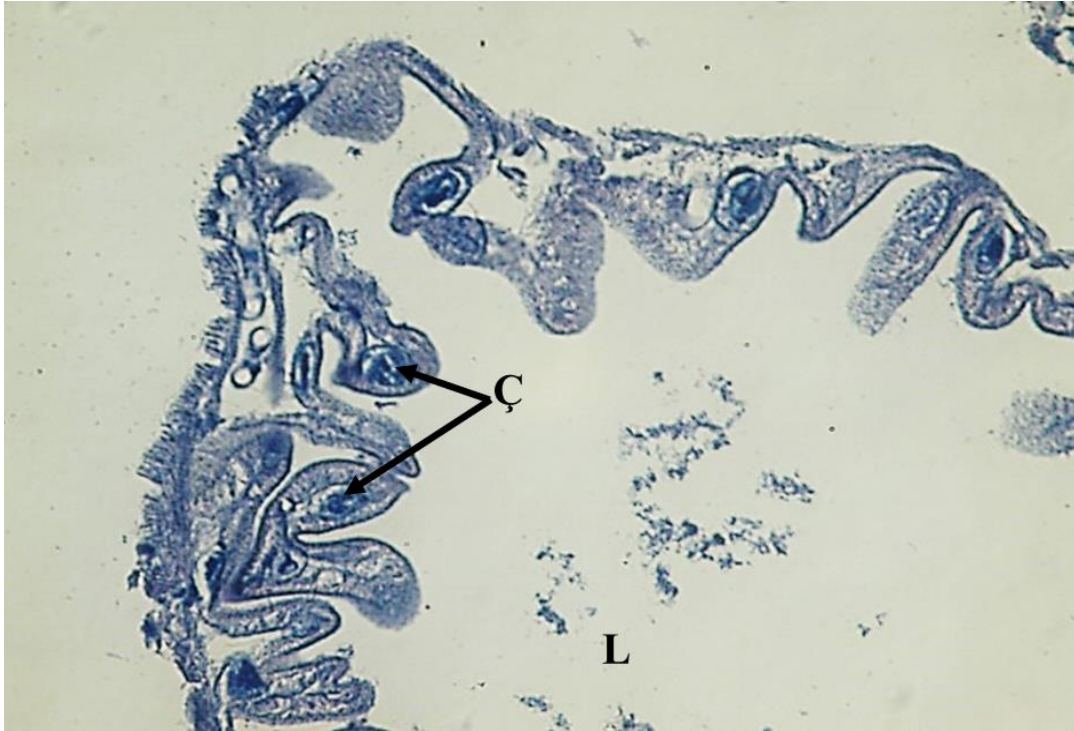
Rektum arka bağırsağın son bölgesini oluşturmaktadır (Resim 4.39.). Rektumun yüzeyi trake ve boyuna kaslarla çevrilidir (Resim 4.43 a,b,c,d). Hücrelerin lümene bakan kısımlarında yoğun katlanmalar görülmektedir. Hücre duvarı tek tabakalı kübik epitelden oluşmuştur (Resim 4.40-4.41- 4.42). Rektum iç yüzeyini incelediğimizde bol miktarda çiçek görünümünü andıran ürik asit kristallerine rastlanmıştır (Resim 4.43. e,f,g,h). Yine rektum iç yüzeyinde bakterilere rastlanmıştır (Resim 4.43.1, i).



Resim 4.39. Rektum genel görünüm, (SM)



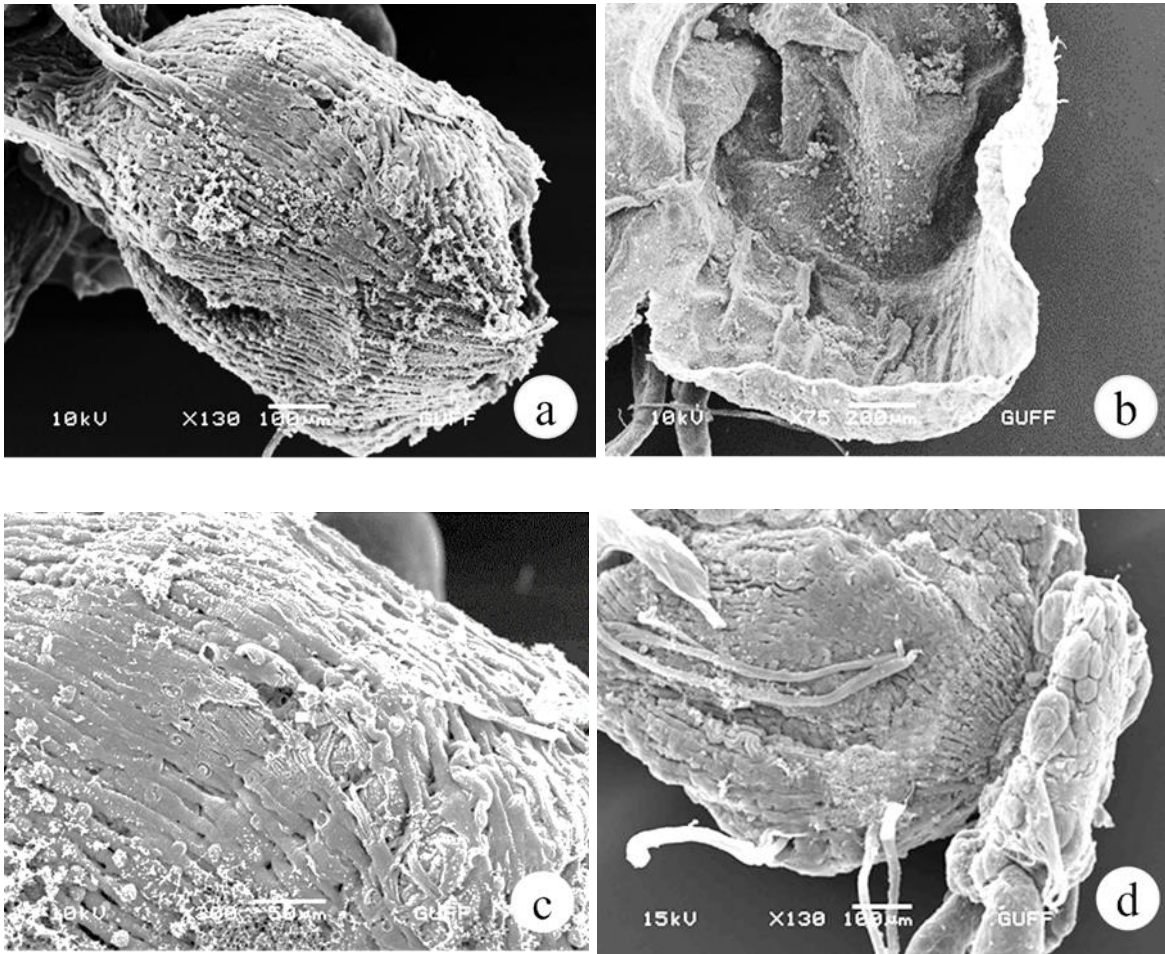
Resim 4.40. Rektum enine kesit (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (H&E), (X200), (IM)



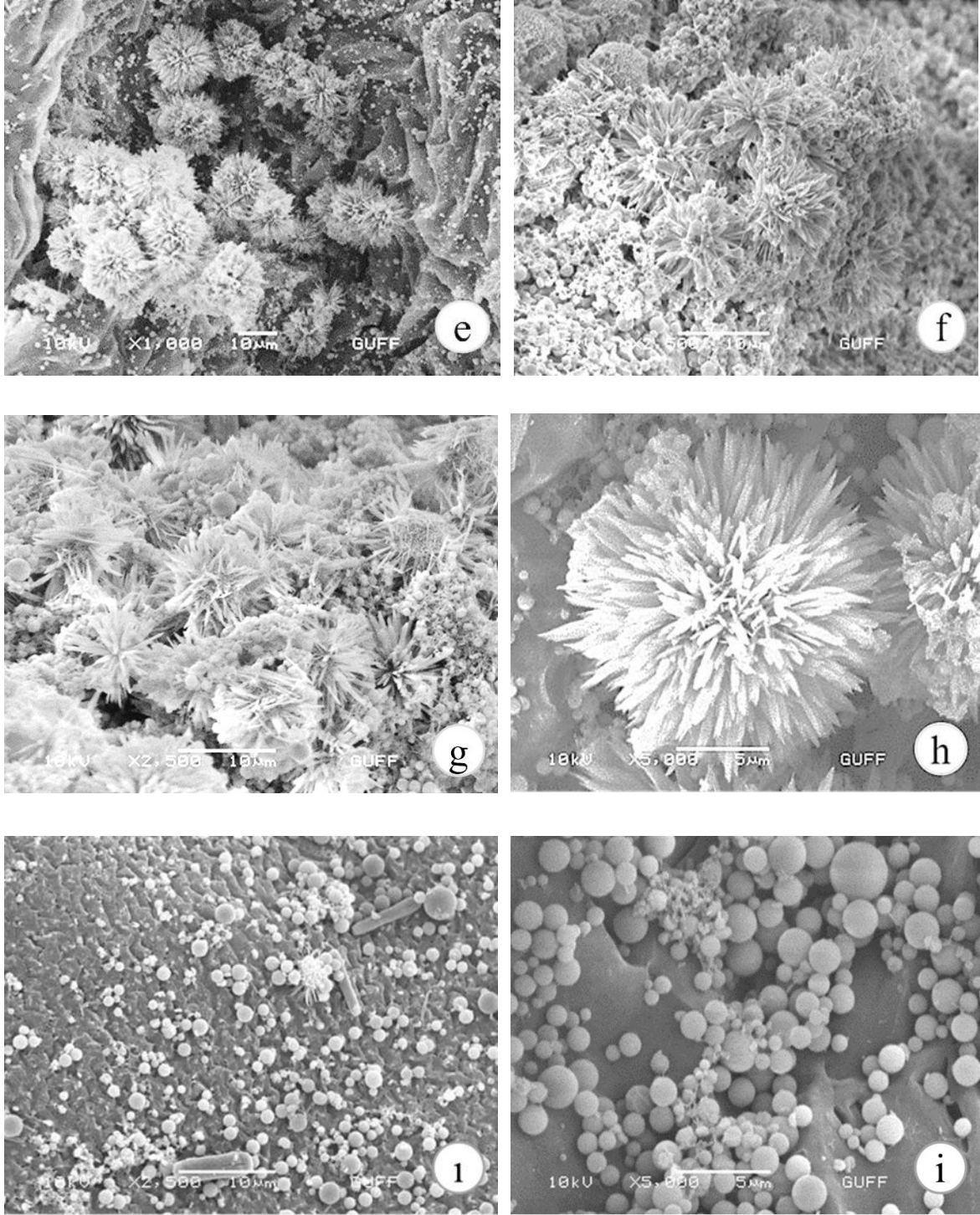
Resim 4.41. Rektum enine kesit kübik epitel hücreleri, (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (H&E), (X400), (IM)



Resim 4.42. Rektum kübik epitel hücreleri (Ç: Çekirdek, L: Lümen), (H&E), (X1000), (IM)



Resim 4.43. (a,b,c,d) Rektum genel görünüm



Resim 4.43. (devam) (e,f,g,h) Rektum iç yüzeyindeki ürik asit kristalleri. (i,j) Rektum iç yüzeyindeki bakteriler, (SEM)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Böceklerde sindirim sistemi genel olarak üç bölümden oluşur. Bunlar; ektodermal kökenli olan ön bağırsak (stomodeum) ya da foregut, endodermal kökenli olan orta bağırsak (mesenteron) ya da midgut ve yine ektodermal kökene sahip olan arka bağırsak (proctodeum) ya da hindguttan oluşmaktadır (Hood, 1937).

Sindirim kanalına bağlı olarak tükürük bezleri, çekum, Malpigi gibi yapılar da bulunabilir (Hamner, 1936; Bursalı, 1996; Boonsriwong ve diğerleri, 2007; Xie ve diğerleri, 2011; Amutkan, 2012; Metin, 2014; Genç, 2017; Kara, 2020).

Böceklerde beslenme yapısı ile sindirim kanalının uzunluğu da farklılık göstermektedir. Bu farklılık böceklerin bitkisel ve hayvansal besinlerle beslenmesinden kaynaklanırken aynı zamanda katı ya da sıvı almasıyla da ayrılır. Bitkisel beslenen türlerde sindirim kanalının uzunluğu, hayvansal kaynaklı beslenen türlere göre nispeten daha uzundur. Sindirim; epitel hücreleri tarafından üretilen enzimler aracılığıyla olur. Bir böcek grubu ne kadar farklı besin ile besleniyorsa o kadar farklı enzim salgılar (Demirsoy, 2003; Gullan ve Cranston 2012).

Bitki nektarı, kan ve bitki özü gibi sıvı besinlerle beslenen böceklerde, bağırsak dar, uzun ve kıvrılmış yapı gösterir ve en belirgin Hemipterlerde görülür. Katı besinlerle beslenen böceklerde ise bağırsakları düz, geniş, yaralayıcı tahribata karşı koruyan güçlü kaslarla donatılmış kısa bir yapı bulunmaktadır. Bu yapılar bitki ile beslenen böceklerin yanı sıra katı ve hızlı tüketen besinlerle beslenenlerde daha çok rastlanmaktadır (Harris, 1938; Fontanetti ve diğerleri, 2002; Silva ve diğerleri, 2004; Nardi ve diğerleri, 2009; Metin, 2014; Genç, 2017).

Bizim çalıştığımız *Eurydema spectabilis*'te bitki özsuyla ile beslendiği için delici emici ağız tipi görülmektedir.

Bu çalışmada *E. spectabilis*'in sindirim sistemi diğer Heteroptera türlerindeki sindirim sistemi ile kayda değer şekilde benzerlikler bulunmaktadır. *E. spectabilis*' in sindirim sistemi 3 kısım olmak üzere ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsaktan oluşmuştur. Bununla beraber bir çift tükürük bezi, dört kanallı gastrik çekum ve bir çift Malpigi tüpleri

de sindirim kanalına bağlandığı gösterilmiştir. Ön bağırsak ve arka bağırsak kısa olup, orta bağırsak ise biraz daha uzundur. Orta bağırsak üç kısımdan oluşmuştur. Orta bağırsağın anterior bölgesi keseğe benzer yapıda olduğu halde orta kısmı dar olup boruya benzemektedir. Posterior bölgede bulb adı verilen şişkin, genişlemiş kısa bir bölge yer almaktadır. Bu kısımlar diğer Heteroptera türlerinde de genellikle bu şekilde incelenmektedir (Hamner, 1936; Harris, 1938; Barber, 1980; Postle ve Woodward, 1988; Habibi ve diğerleri, 2008; Bandani ve diğerleri, 2010; Amutkan, 2012; Metin, 2014; Demirkol, 2016; Genç, 2017; Kara, 2020).

Sindirime yardımcı yapılardan biri olan tükürük bezleri içerdikleri sindirim enzimleri sayesinde besinleri seyreltir ve yumuşatırlar (Gullan ve Cranston, 2012).

Eurydema spectabilis'te tükürük bezleri tek tabakalı kübik epitelden oluşmuştur. SEM görüntülerine bakıldığında uzun ince kıvrımlı borular şeklinde olup etrafında trakeler görülmüştür. Yine enine kesitlere bakıldığında lümeninde salgı maddelerinin olduğu ve lümenine bırakıldığı anlaşılmıştır.

Hood (1937), *Oncopeltus fasciatus* Dall. (Heteroptera: Lygaeidae) 'un sindirim kanalının histolojik yapısını incelemiş olup bir çift tükürük bezinin varlığından bahsetmiştir.

Hamner (1936), *Solubea pugnax* (Heteroptera: Pentatomidae) türünde bir çift asıl tükürük bez yapısının olduğunu ve bu yapının anterior kısmı el şeklinde olup dört farklı parmak benzeri çıkıntılara sahip olduğunu belirtmiştir. Posterior kısmın ise tübüler yapıda olduğunu vurgulamıştır. Her bezin posterior kısmındaki tükürük kanalına bir yardımcı tükürük bezinin bağlandığını çalışmasında belirtmiştir.

Mehrabadi ve diğerleri (2012), *Eurygaster integriceps*' nin tükürük bezi komplekslerinin (SGC) ana ve yardımcı bezlerden oluştuğunu, ana bezlerin anterior ve posterior loba ayrıldığını çalışmalarında göstermişlerdir.

Amutkan (2012), *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae)'da iki çift tükürük bezinin olduğunu söylemiştir. Anterior ve posterior iki bölgeden oluştuğunu belirtmiştir. Tükürük bezinin anterior bölgesi parmak şeklinde çıkıntılı bir yapıda olup posterior kısmında kısa ve şişkin olduğunu gözlemlemiştir.

Çetin (2014), *Dolycoris baccarum* (Heteroptera: Pentatomidae)' de, ön bağırsağın her iki tarafından abdomene doğru uzanan bir çift tükürük bezi ile bir çift yardımcı tükürük bezi bulunduğunu açıklamıştır.

Bayramova (2015), *Rhaphigaster nebulosa*, ön bağırsağa bağlı bir çift tükürük bezinin varlığını ve her iki tarafta dorsal-lateral uzandığını belirtmiş olup, posterior kısmın anterior kısmına bağlandığı bölgede bir incelme olduğunu belirtmiştir. Ayrıca tükürük bezinin yüzeyinde trake yapılarının bulunduğunu göstermiştir.

Demirkol (2016), *Lygaeus equestris* (Heteroptera: Lygaeidae) iki çift tükürük bezi içerdiğini belirtmiştir. Tükürük bezinin ince tek tabakalı epitel ile çevrili olup kübik hücrelerden oluştuğunu açıklamıştır. Ek olarak tükürük kanalının dış yüzeyinin düz olduğunu belirtmiştir.

Genç (2017), *Aelia rostrata* (Heteroptera: Pentatomidae)'da, bir çift tükürük bezini anterior ve posterior olarak iki kısımda incelemiştir. Anterior kısmının dış yüzeyinin mısır taneleri halinde görüldüğünü açıklamıştır.

Ghanim ve diğerleri (2001), *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)'nin tükürük bezi çalışmalarında asıl tükürük bezinin morfolojik olarak en az 13 farklı hücresi boyamalarda tespit edilirken, yardımcı tükürük bezinde ise morfolojik olarak benzer 4 hücre tipinin varlığından söz etmişlerdir.

Amutkan ve diğerleri (2017), *Piezodorus lituratus* (Fabricius, 1794), (Heteroptera: Pentatomidae)' un yetişkinlerinde tükürük bezlerinin asıl ve yardımcı tükürük bezi olmak üzere bir çift tükürük bezi olduğunu açıklamışlardır.

Cicero ve diğerleri (2009), *Diaphorina citri* ve *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) her iki türde de bir çift tükürük bezi ve bu yapıya bağlı birer yardımcı tükürük bezinin oluştuğu belirtilmiştir. Yardımcı tükürük bezi intima tabakası ile çevrelendiğini açıklamışlardır.

Özyurt Koçakoğlu (2021), *Pyrrhocoris apterus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae)'un tükürük bezlerinin toraks kısmında bulunduğunu belirtmiştir. Bir çift ana bez, bir çift yardımcı bez, bir çift ana kanal ve bir çift yardımcı kanal içerdiğini çalışmasında açıklamıştır.

Özyurt Koçakoğlu ve Candan (2022), *Carpocoris mediterraneus* (Heteroptera, Pentatomidae)'un tükürük bezinde iki ana ve yardımcı tükürük bezi, iki ana ve yardımcı bez kanalı bulunur. Tükürük bezi ve kanal duvarı, tek bir kübik hücre tabakasına sahipken kanal lümeni kalın bir intima tabakası ile çevrilidir. Epitel hücrelerinin sitoplazmasında veziküller olduğunu çalışmalarında belirtmişlerdir.

Carvalho ve diğerleri (2021), *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae)'un tükürük bezinde bir çift iki loblu tükürük bezi bulunur. Bu bezler bir çift tübüler yardımcı tükürük bezleridir. Yardımcı tükürük bezlerinin lümeni, glikoproteinler açısından zengin, kütiküler olmayan kalın bir tabaka ile kaplanmıştır. *B.tabidus*'un ana tükürük bezlerinin salgı hücrelerinin salgılama aktivitesi sabit olup her lob farklı maddeler üretildiğini açıklamışlardır.

Cossolin ve diğerleri (2019), *Scaptocoris castanea* (Hemiptera: Cydnidae)'nın tükürük sisteminde bir çift ana tükürük bezi ve bir çift yardımcı tükürük bezi bulunur. Bulgular, *S. castanea*'nın ana ve yardımcı tükürük bezlerinin proteinli tükürük ürettiğini göstermektedir.

Eurydema spectabilis'te bulunan proventrikulus hücreleri tek katlı epitelden oluşup kas tabakalarıyla çevrilidir. Proventrikulus duvarı ise girintili çıkıntılı bir yapı göstermektedir.

Roche ve Wheeler (1997), *Zacryptocerus rohweri* (Hymenoptera: Formicidae)'nin polenle beslendiği için proventrikulusun içinin dikenlerle kaplı olduğu belirtilmiştir.

Bution ve Caetano (2008), aynı familyaya ait üç türün *Cephalotes atratus*, *C. clypeatus* ve *C. pusillus*'un proventrikuluslarının kas ve epitel tabakalarında farklılık olduğunu vurgulamıştır.

Genç (2017), Heteroptera takımından Pentatomidae familyasından *Aelia rostrata*, türünü incelemiş olup proventrikulus ve mide tam olarak birbirinden ayırt edilmediği için geniş olan kısmının mideden oluştuğunu belirtmektedir.

Candan ve diğerleri (2019), *Tanymecus dilaticollis* (Coleoptera: Curculionidae) proventrikulus yapısını kalın bir kas tabakasından oluştuğunu ve yapının yüzeyinde bol

miktarda trake ve trakeollerun varlığını belirtmişlerdir. Ek olarak proventrikulus yapısında sekiz adet kitinsi diş yapısının varlığından araştırmalarında bahsetmişlerdir.

Metin (2014), *Carpocoris pudicus*'ta proventriculus yalancı çok tabakalı epitelden oluşup bol miktarda mikrovilluslar bulundurur. Proventrikulusun iç yüzünde diş benzeri gibi yapılar olmayıp, çok fazla girintili çıkıntılı bir yapı göstermektedir.

Demirkol (2016), *Lygaeus equestris*'te proventrikulus yapısında diş benzeri çıkıntılar bulunmadığını ve proventrikulusta bulunan hücrelerin tek tabakalı kübik epitel hücrelerden oluştuğuna çalışmasında değinmiştir.

Çakıcı (2008), Orthoptera takımına ait *Melanogryllus desertus*'un proventrikulusda diş benzeri yapıların olduğuna değinmiştir.

Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)'nin proventrikulusta sekiz tane diş benzeri çıkıntı olduğuna değinmişlerdir.

Fontanetti ve diğerleri (2002), Orthoptera'dan *Endecoeus* (Gryllidae: Phalangopsinae) cinsinin üç ayrı türünde de proventrikulusun taramalı elektron mikroskobu ile incelendiği bir araştırmada proventrikulusta bulunan dişlerin sayısında farklılıkların böceğin beslenme şekline bağlı olduğuna dair açıklamada bulunmuşlardır.

Candan ve diğerleri (2019), *Tanymecus dilaticollis* (Coleoptera: Curculionidae) proventrikulus'ta kalın bir kas tabakası ve yapının yüzeyinde çok sayıda trake ve trakeoller bulunduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda proventrikulus yapısında sekiz adet kitinsi diş yapısı görüldüğünü belirtmişlerdir.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2020), *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae)'in proventrikulusun iç yüzeyinde kümelenmiş dişlerin olduğuna değinmişlerdir.

Özyurt Koçakoğlu (2021), *Pyrrhocoris apterus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae)'un proventrikulus, kas tabakası ile çevrili olup oval çekirdekli tek bir kolumnar hücre tabakasından oluştuğunu belirtmiştir.

Serrão (2001), *Corbiculate apinae* (Hymenoptera: Apidae) ve corbiculate familyaları arasında proventriküler yapıyı karşılaştırarak çalışmışlardır. Proventrikulus yapısındaki katlanmalarının şeklini, proventrikulusu çevreleyen kütikulanın kıl gibi çıkıntılarını ve üçgen benzeri uzantılarını karşılaştırmalı olarak inceleyerek çalışmalarında değinmişlerdir.

Carpocoris pudicus (Heteroptera: Pentatomidae) (Metin, 2014), *Lygaeus equestris* (Heteroptera, Lygaeidae)'te (Demirkol, 2016) ve *Coreus marginatus* (Heteroptera: Coreidae) (Kara, 2020) gibi bitkilerin öz suyuyla beslendikleri için, dış benzeri kitin çıkıntılar bulunmamakta ve proventrikulusdaki epitel hücreleri lümeneye doğru çıkıntı yapmaktadır.

Çakıcı (2008), *Melanogryllus desertus* (Orthoptera: Gryllidae), Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) ve Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2020), *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae) gibi katı besinler ile beslenen Orthoptera, Coleoptera, Hymenoptera gibi takımlar dış benzeri kitin çıkıntılar bulundurmaktadır. Proventrikulusla ilgili yapılmış bu araştırmalar sonucunda yapının katı ve sıvı beslenmeye bağlı olarak değişiklik gösterdiği açıklanmaktadır.

Ön bağırsakta bulunan mide ile ilgili farklı böceklerde yapılan çalışmalar bulunmaktadır.

Hamner (1936), *Solubea pugnax* (Heteroptera: Pentatomidae), Amutkan (2012), *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae)' un ve Metin (2014) *Carpocoris pudicus* (Heteroptera: Pentatomidae)'da midenin ince bir boru şeklinde olduğunu ve iç yüzeyinin girintili bir yapı gösterdiğini belirtmişlerdir.

Katı besinlerle beslenen böcek gruplarında besinlerin geçişini daha rahat sağlamak ve sindirim sisteminin yaralayıcı etkilerinden korunmak için midenin son bölgesinden peritrofik membran adında bir yapı salgılanmaktadır (Lehane, 1997).

Yıkılmaz ve Deveci (2004), *Culex pipens* (Diptera: Culicidae)' in ön ve orta bağırsağın ön kısmıyla birlikte, kardiya olarak adlandırılan özel bir katlanma bölgesi olduğunu söylemişlerdir.

Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)'nin ön bağırsağın son kısmında bulunan cardiac kapak ve bu yapının

çevresinde bulunan halkasal kaslar sayesinde besinlerin orta bağırsaktan ön bağırsağa geçmesini engellediğini belirtmişlerdir.

Başar (2017), Orthoptera takımına ait iki türünde de *Acrida anatolica* ve *Parapholidoptera spinulosa* ön ve orta bağırsak arasında peritrofik membran bulunduğunu açıklamışlardır.

Eurydema spectabilis bitki özsuyu ile beslendiğinden dolayı peritrofik membrana rastlanmamıştır.

Sindirim asıl gerçekleştiği kısım olan orta bağırsak kanalı ile ilgili çeşitli böcek takımlarında yapılan çalışmalara değinilmiştir.

Bizim çalışmış olduğumuz *Eurydema spectabilis*'te orta bağırsak tek tabakalı silindirik epitelden oluşurken bulb ise kübik epitelden meydana gelmiştir.

Cecil (1930), *Philaenus leucophthalmus* (Heteroptera: Aphrophoridae)'ta orta bağırsakta kütikül tabakası yoktur, bol miktarda tek tabakalı kübik ve silindirik hücreler bulunmaktadır.

Hood (1937), *Oncopeltus fasciatus* (Heteroptera: Lygaeidae)'ta orta bağırsağı üç kısımda incelemiş ve önde dar tübüler bir boruya benzeyen geniş bir mide ve en uçta da kese benzeri bir yapı bulunmaktadır. Hücreler tek katlı kübik ve silindirik olarak görülmektedirler.

Cheung ve Marshall (1982), *Pyrops candelaria* (Hemiptera: Fulgoridae)'nın orta bağırsağı anterior, orta ve posterior bölge olmak üzere üç kısımda incelemişlerdir. Anterior bölge tek hücreli kalın bir epitelden oluşurken, orta bölge uzun silindirik hücrelerden meydana gelmekte olup posterior bölgede ise bazal laminaya yerleşmiş kısa silindirik hücrelerin bulunduğu gözlemlenmiştir.

Boonsriwong ve diğerleri (2007), *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nın orta bağırsağın dört-beş katlı kübik epitelden oluştuğunu ve mikrovilluslara sahip olduğuna değinmişlerdir.

Amutkan (2012), *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae) ve Metin (2014), *Carporicus pudicus*'un (Poda, 1761) (Heteroptera: Pentatomidae) orta bağırsakta yer alan bulb yapısını kısa geniş bir bölge olarak belirtmişlerdir. Bu bölgenin alınan besinlerdeki fazla suyun arka bağırsağa gitmeden önce emilmesine yardımcı olduğuna değinmiştir. Yassı ve kübik epitel hücrelerden oluştuğunu açıklamıştır.

Bayramova (2015), *Rhaphigaster nebulosa* (Poda, 1761) (Heteroptera: Pentatomidae)'da orta bağırsak kanalının silindirik epitelden oluştuğunu belirtmiş, bulb yapısının ise kübik ve yassı epitelden oluştuğunu açıklamıştır.

Demirkol (2016), *Lygaeus equestris* (Heteroptera: Lygaeidae)'in orta bağırsak yapısını anterior, medyan, posterior olmak üzere üç kısımda incelemiştir. Anterior bölge uzun-geniş kese benzeri bir yapıda olduğunu, medyan bölge daha dar ve boru şekline benzediği ve son kısım olan posterior bölge ise kısa genişlemiş bir bölge olduğunu ifade etmiştir.

Genç (2017), *Aelia rostrata*'nın (Fabricius,1803) (Heteroptera: Pentatomidae) orta bağırsağın iki kısımda incelemiş orta bağırsak kanalı ve bulb yapısından oluştuğunu araştırmalarında belirtmiştir.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2020), *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae)'in sindirim sisteminde midgut, peritrofik bir zara sahip olup dış muskuler ve iç kolumnar epitelden oluşmuştur. Orta bağırsağın dış yüzeyi, rejeneratif kripterler adı verilen düzenli aralıklarla yerleştirilmiş yuvarlak yapılarla kaplı olduğunu gözlemlemiştir.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2021), *Picta decastigma* (Coleoptera: Buprestidae)'nin orta bağırsağın ön kısmında uzun, tübüler bir gastrik çekum çifti bulunmaktadır. Enine kesitlerde, tek katmanlı silindirik kısa çizgili kenarlı epitel bulunmaktadır. Orta bağırsak, epitelyal astarın büyük oranda katlı bir yapı göstermiştir, lümen kavisli bir görünüme sahiptir. Bu tek tabakalı kolumnar epitel hücrelerinin çekirdekleri medialde ve apikalde bulduklarını açıklamışlardır.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2021), *Mylabris cernyi* (Coleoptera: Meloidae)'nin orta bağırsak iyi gelişmiş olup silindirik epitelden meydana geldiğini ve kıvrımlı olduğunu belirtilmiştir.

Özyurt Koçakoğlu (2021), *Pyrrhocoris apterus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae)'un midgut dört bölgeye ayrılmıştır: birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ventriküller. Midgut kaslarla çevrili tek tabakalı epitel hücreleri oluşur. *P. apterus* midgut mide çekasından yoksundur.

Özyurt Koçakoğlu ve Candan (2022), *Carpocoris mediterraneus* (Heteroptera, Pentatomidae)'un orta bağırsağın dört bölgeden oluştuğunu söylemişlerdir (V1–V4). V1–V4 duvarları tek tabakalı bir epitele sahiptir. V1 epiteli çift çekirdekli olup sitoplazması çok sayıda vezikül, salgı granülleri, sferokristaller ve sitoplazmik inklüzyonlar içerir. V4 lümeninde çubuk şeklindeki bakteriler gözlemlenmiştir.

Arka bağırsakla ilişkili olan gastrik çekumla ilgili birçok çalışmaya rastlanmaktadır.

Jones ve Zeve (1968), *Aedes aegypti* gastrik çekum hücrenin bazal kısmında çok sayıda, düzensiz, hücre içi açık ve birbirleriyle bağlantılı olan kese şeklinde yapılar olup bazal laminaya açılmaktadır. Aynı zamanda dışta dairesel çizgili kaslara ve içte boyuna kaslara rastlanmıştır. Hücreler, granüllü endoplazmik retikulum, golgi aygıtı, lizozom ve salgı granüllerinden yoksun olup hücrelerin salgı işlevini yapamadıklarını, çok sayıdaki ince-uzun mikrovillusler ile sıvı emilimi yaptıklarını belirtmişlerdir.

Ferreira ve diğerleri (1981), *Rhynchosciara americana* (Diptera: Sciaridae)'nın orta bağırsağının yapısını iki gastrik çekum ve silindirik bir ventrikülden oluştuğuna değinmişlerdir.

Çetin (2014), *Dolycoris baccarum* (Heteroptera: Pentatomidae)'un dört tane gastrik çekum bulundurduğunu ve keselerin içlerinin bakterilerle dolu olduğunu gözlemlenmiştir.

Metin (2014), *Carpocoris pudicus*'da arka bağırsağın ileum bölgesine bağlanan gastrik çekum dört kanaldan oluşmaktadır, gastrik çekumda bulunan yassı keselerin içleri sindirime yardımcı bakterilerle dolu olup, çekum kanalları tek tabakalı epitelle astarlı olduğunu açıklamışlardır.

Bayramova (2015), *Rhaphigaster nebulosa*'nın gastrik çekumun kanalları yassı keseler halinde olup keselerin içinde sindirime yardımcı bakterilerin bulunduğunu ifade etmişlerdir. Gastrik çekum tek katlı epitelle astarlanmıştır.

Demirkol (2016), *Lygaeus equestris*'in sindirim kanalında arka bağırsağın ilk bölümünü oluşturan ileumun bir ucu gastrik çekumla bağlantılı olduğunu belirtmiştir.

Kara (2020), *Coreus marginatus*'ta gastrik çekum ise ileuma bağlı olup ve dört kanal yapısında olan enine boğumlu iç yüzeylerinde kıvrımlı bir yapı meydana getirir ve sindirim ürünlerinin asıl olarak emildiği bölümdür. İleum ve gastrik çekum yapılarının yüzeyinde trakeler bulunmaktadır. Gastrik çekumun içerisinde bol miktarda bakteri mevcuttur. Gastrik çekumda epitel hücreler kübik epitel tabakasından oluşurken, ileuma ait epitel hücreler ise silindirik yapıda bulunduğu çalışmada değinmiştir.

Eurydema spectabilis' te gastrik çekum, tek tabakalı kübik epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Etrafında trakelere rastlanmış olup lümeninde salgı maddesi bulundurmaktadır.

Arka bağırsağın pylorus bölgesi le bağlantılı Malpigi tüpleri ile ilgili değişik böceklerde yapılan çalışmalar göze çarpmaktadır.

Pires ve diğerleri (2007), *Platyscytus decempunctatus* Carvalho (Heteroptera: Miridae)'un Malpigi tüpçüklerinin belirgin bir fırça kenar yapısında kübik epitele ve belirgin granüllü sitoplazmaya sahip olduğundan bahsetmişlerdir.

Boonsriwong ve diğerleri (2007), *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nın Malpigi tüplerinin iki adet olduğunu ve kübik hücrelerden oluştuğunu açıklamışlardır.

Acar (2009), *Melanogryllus desertus* (Orthoptera: Gryllidae)'ta incelediği Malpigi tüplerinde distal ve proksimal olmak üzere iki kısımdan oluştuğunu, tek katlı kübik epitelden meydana geldiğini ve kapalı uçları ile hemolenfte serbest olarak bulduklarını gözlemlemiştir.

Xie ve diğerleri (2011), *Ceroplastes japonicus* (Hemiptera: Coccidae)'un yetişkin dişilerinin Malpigi tüpçükleri ile yaptıkları araştırmada iki adet kahverengimsi-sarımsı renkte tüplerden oluştuğunu ve Malpigi tüpçüklerinin iç yüzeyinin yoğun şekilde uzun mikrovilluslarla çevrili olduğunu belirtmişlerdir.

Mehrabadi ve diğerkleri (2012), *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae)'in orta bağırsaktan arka bağırsağa geçişinde Malpigi tüpçüklerine rastlamışlardır ve sayılarının dört ile altı arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Demirkol (2016), *Lygaeus equestris*'in iki çift Malpigi tüplerinin varlığından ve bu tübüllerin proksimal ve distal olmak üzere kısımda incelemiş olup tübüllerin tek tabakalı kübik epitelden meydana geldiğini belirtmiştir.

Özyurt ve diğerkleri (2017), *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758), (Heteroptera: Pentatomidae) Malpigi tüplerini iki kısımda incelemiş olup proksimal kısımdaki segment düz ve kısa iken distal segment uzun ve hemolenfte serbest lif şeklinde bulunmaktadır. Tübüller uzun ve dar olmakla birlikte çevresinde bol miktarda trakelerin olduğunu belirtmişlerdir. Yapının tek tabakalı epitel doku ile çevrili olduğunu çalışmalarında değinmişlerdir.

Kara (2020), arka bağırsağın ileum kısmına bağlanan çift halde bulunan Malpigi tüplerinin bir ucunun sindirim sistemine bağlı, diğerk ucu ise vücut boşluğunda serbest halde bulunduğundan bahsetmiştir. Sindirim kanalına bağlı olan kısım düz iken, uç kısımları boncuk tanesi şeklinde gözükmektedir. Hücreleri tek tabakalı kübik epitelden oluşmakta olup, lümeneye bakan kısımları mikrovilluslarla çevrelenmiştir

Özyurt Koçakoğlu ve Candan (2020), *Chrysolina herbacea* (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın Malpigi tübüllerin pilor kapağı proksimal kısmı tübüller ile birleşir. Distal kısımları hemosölde yer alır ve dalgalı ve düz bir yüzeye sahiptir. Malpigi tübülleri, tek bir kübik epitel tabakadan oluşup fırça kenarlı ve kılıf ile çevrilidir.

Özyurt Koçakoğlu (2021), *Pyrrhocoris apterus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae)'da Malpigiyan tübülleri bir çift olup proksimal ve distal olmak üzere iki bölgeden oluşur. Malpigi tübüller, ortasında kübik çekirdekli tek katlı bir kübik epitelden oluştuğunu açıklamışlardır.

Özyurt Koçakoğlu ve Candan (2022), *Carpocoris mediterraneus* (Heteroptera, Pentatomidae)'un Malpigi tübüllerinin tek katlı kübik epitelden oluştuğunu ve lümenlerinde küresel kristaller bulduklarını açıklamışlardır.

Eurydema spectabilis' te Malpigi tübüleri tek tabakalı kübik epitelden meydana gelmiştir. Lümeneye bakan kısımda bol miktarda mikrovilluslar bulunmaktadır. Elektron çalışmaları sonucunda trakelerin varlığı gözlemlenmiştir. Yine bol miktarda salgı granülleri bulunmaktadır.

Arka bağırsağın rektum bölgesi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır.

Hamner (1936), *Solubea pugnac* (Heteroptera, Pentatomidae)'in zarsı yapıda olan rektumun geniş bir yapı olup anüse doğru daralma gösterdiğini belirtmiştir.

Böker ve Schaub (1984) *Trypanosoma cruzi* içinde vektör *Triatoma infestans*'ın rektumun kütikular katlanma rektumu beş bölgeye ayırmaktadır. Rektal püsküller en iyi yapı ve anüse derin kıvrımlar yapan anterior bölgede bulunmaktadır.

Ghanim ve diğerleri (2001), *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)'nin genişleme özelliğine sahip çift halde çekum olduğunu ve sıvı akışına yardım ettiğini açıklamıştır.

Amutkan (2012) *Graphosoma lineatum*'un rektum yapısının trake ve kaslarla donatılmış olup lümeninden farklı boyutlarda kristallerin varlığından söz etmiştir.

Metin (2014) *Carporicus pudicus*, Bayramova (2015) *Rhaphigaster nebulosa*, Demirkol (2016) *Lygaeus equestris* ve Genç (2017) *Aelia rostrata*'nın arka bağırsağın son kısmı olan rektumun yüzeyi kaslarla ve trakelerle çevrelendiğini ve hücre duvarının kübik- silindirik epitelden oluştuğunu belirtmiştir. Rektum lümeninde ise farklı boyutlarda kristallerin bulunduğundan söz etmişlerdir.

Kara (2020), *Coreus marginatus*' un, arka bağırsağın son bölgesini oluşturan rektumun yüzeyi trake ve kaslarla donatılmış olup hücrelerin lümeneye bakan kısımlarında yoğun katlanmalar görülmektedir. Hücre duvarı tek katı kübik ve silindirik epitelden oluştuğunu ifade etmiştir.

Dantas ve diğerleri (2021), *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae)'nin yırtıcı larvalarında ve otçul yetişkinlerinde sindirim kanalının histolojisini ve anatomisini

incelemişlerdir. Yetişkinlerde arka bağırsak, ince bir zarla kaplı kübik hücrelerden oluşan bir epitele sahiptir. Rektumda kütiküler intima ve rektal püsküller bulunmaktadır.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2021), *Picta decastigma* (Coleoptera: Buprestidae)'nın arka bağırsak (pilor kapağı, ileum, kolon ve rektum) net olarak belirtilmiştir. Son bağırsak bölümlerinde, katlanmış kütiküler astar, tek katmanlı bir kübik epitel ve çok kaslı bir duvara sahip olduğunu açıklamışlardır.

Özyurt Koçakoğlu (2021), *Pyrrhocoris apterus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae)'ta arka bağırsakta bir pilor ve iyi gelişmiş bir rektum bulunur. Rektum duvarı, derin kıvrımlara sahip tek katmanlı bir kübik epitel ile çevrilidir.

Özyurt Koçakoğlu ve Candan (2022), *Carpocoris mediterraneus* (Heteroptera, Pentatomidae)'un rektum duvarında tek tabakalı skuamöz epitel ve kas tabakası bulunur. Lümeninde ürik asit kristalleri ve çok sayıda bakteri görüldüğünü belirtmişlerdir.

Eurydema spectabilis'in rektum dış yüzeyi boyuna kaslarla ve trakelerle çevrelenmiştir. Hücreleri tek tabakalı kübik epitelden meydana gelmiştir. Rektum iç yüzeyinde bol miktarda ürik asit kristallerine ve bakterilere rastlanmıştır.

Rostrum yapısı ve sindirim sistemi incelenen *Eurydema spectabilis*'in genel olarak Heteroptera türleriyle benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Ancak *Eurydema spectabilis*'in sindirim kanalının ince yapısı ile ilgili yeterli çalışmaya rastlanmamıştır. Böceklerin sindirim sistemiyle ilgili yapısal ve morfolojik benzerliklerden dolayı bu çalışma ileride yapılacak diğer çalışmalarda ve zirai mücadele bakımından böcek kontrolü çalışmalarının aydınlatılmasında önem arz edecektir.

KAYNAKLAR

- Abedi, Z.H., Brown, A.W.A. (1961). Peritrophic membrane as vehicle for DDT and DDE excretion in *Aedes aegypti* larvae. *Annals of the Entomological Society of America*, 54, 539–542.
- Acar, G. (2009). *Melanogryllus desertus* (Pallas, 1771) (Orthoptera: Gryllidae)'ta Malpigi tüpçüklerinin morfoloji ve histolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1-23.
- Amutkan, D., Özyurt, N., Polat, I., Suludere, Z., and Candan, S. (2017). Morphology and Ultrastructure of the Salivary Glands of *Piezodorus lituratus* (Fabricius, 1794) (Heteroptera: Pentatomidae). *Acta Zoologica Bulgarica*, 69 (2), 193-200.
- Amutkan, D. (2012). *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae)'un sindirim kanalının ultrastrüktürü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-106.
- Anderson, W.G., Heng–Moss, T.M., Baxendale, F.P., Baird, L.M., Sarath, G. and Higley, L. (2006). Chinch bug (Hemiptera: Blissidae) mouthpart morphology, probing frequencies, and locations on resistant and susceptible germplasm. *Journal Economic Entomology*, 99(1), 212–221.
- Aristizábal, L.F., Mannion, C., Bergh, C., Arthurs, S. (2012). Life history of Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus Hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on three Hibiscus Rosa-Sinensis cultivars. *Florida Entomologist*, 95, 89–94.
- Bandani, A.R., Kazzazi, M., Allahyari, M. (2010). Gut pH and isolation and characterization of digestive α -D-glucosidase of sunn pest. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 265-274.
- Barbehenn, R.V. (1999). Non-absorption of ingested lipophilic and amphiphilic allelochemicals by generalist grasshoppers: the role of extractive ultrafiltration by the peritrophic envelope. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 42, 130–137.
- Barber, D.T., Cooksey, L.M., and Abell, D.W. (1980). A study of the anatomy of the alimentary canal of *Brochymena quadripustulata* (Hemiptera: Pentatomidae). *Arkansas Academy of Science Proceedings*, 34, 16-18.
- Başar, F. (2017). *Acrida anatolica* ve *parapholidoptera spinulosa* (orthoptera) türlerinde sindirim sistemi'nin anatomik ve histolojik yapısının ışık mikroskopunda karşılaştırmalı olarak araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 1-86.
- Bayramova, G. (2015). *Rhaphigaster nebulosa* (Poda, 1761) (Heteroptera: Pentatomidae)'un Sindirim Kanalının Ultrastrüktürü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-57.

- Billingsley, P.F., Lehane, M.J. (1996). *Structure and ultrastructure of the insect midgut*. In: Billingsley PF, Lehane MJ (eds) *Biology of the insect midgut*. London: Chapman & Hall, 3–30.
- Borges, I., N6ia, M., Camarinho, R., Rodrigues, A. S., and Soares, A. O. (2015). Characterization of the alimentary canal of the aphidophagous ladybird, *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): anatomical and histological approaches. *Entomological Science*, 18(1), 66-73.
- Bolognesi, R., Terra, W.R., Ferreira, C. (2008). Peritrophic membrane role in enhancing digestive efficiency. Theoretical and experimental models. *Journal of Insect Physiology*, 54, 1413–1422.
- Bolu, H., 6zgen, İ., ve Fent, M. (2006). Diyarbakır, Elazığ ve Mardin illeri badem ağaçlarında bulunan Pentatomidae (Heteroptera) türleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16 (1), 25-28.
- Boonsriwong, W., Sukontason, K., Olson, J. K., Vogtsberger, R. C., Chaithong, U., Kuntalue, B., Ngern- Klun, R., Upakut, S. and Sukontason, K. L. (2007). Fine structure of the alimentary canal of the larval blow fly *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). *Parasitology Research*, 100(3), 561-574.
- Böker, C.A., and Schaub, G.A. (1984). Scanning electron microscopic studies of *Trypanosoma cruzi* in the rectum of its vector *Triatoma infestans*. *Zoology Parasitenkd*, 70(4), 459-469.
- Brožek, J. and Chłond, D. (2010). Morphology, regulation and classification of sensilin in the apical segment of labium in Pieratinae (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae). *Zootaxa*, 2476, 39–52.
- Bursalı, A. (1996). *Pezodrymedusa lata* Karabağ (Orthoptera: Tettigoniidae) 'nın sindirim kanalının histolojik ve histokimyasal yapısının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 1-28.
- Bution, M.L., Caetano, F.H. (2008) Ileum of the cephalotes ants: a specialized structure to harbor symbionts microorganisms. *Micron*, 39, 897-909.
- Caldeira, W., Dias, A.B., Terra, W.R., Ribeiro, A.F. (2007). Digestive enzyme compartmentalization and recycling and sites of absorption and secretion along the midgut of *Dermestes maculatus* (Coleoptera) larvae. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 64, 1–18.
- Candan, S., Özyurt Koçakoğlu N., and Erbey, M. (2021). Morphology and Histology of the Alimentary Canal of *Epiphaneus malachiticus* Boheman, 1842 (Coleoptera, Curculionidae). *Entomological Review*, 2019, 99(3), 326–336.
- Candan, S., Özyurt Koçakoğlu N., and Serttaş, A. (2021). Histoanatomy of Malpighian tubules and the digestive tract of adult of biocontrol agent *Calosoma sycophanta* L. (Coleoptera: Carabidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 41(2), 1373–1386.

- Candan, S., Özyurt Koçakoğlu N., and Güllü, M. (2019). *The morphology and histology of foregut in Tanymecus dilaticollis Gyllenhal, 1834 (Coleoptera: Curculionidae)*. 3. International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences, Trabzon, (Poster presentation).
- Cardé, R. T., and Bell, W. J. (Eds.). (1995). *Chemical ecology of insects*, 2 (2. Baskı). Londra: Springer Science & Business Media, 433.
- Carvalho, P. E. G. R., Martínez L. C., Cossolin J. F. S., Plata-Rueda A., Jumbo L. O. V., Fiaz M., Carvalho A. G., Zanuncio J. C., and Serrão J., E. (2021). The salivary glands of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae): Morphology and secretory cycle. *Tissue and Cell*, 70, 101498.
- Castro, A. A. D., Canevari G. D. C., Pikart T. G., Ribeiro R. C., Serrão J. E., Zanuncio T. V., and Zanuncio J. C. (2013). Salivary Gland Histology of the Predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae). *Amerika Entomoloji Derneği Yıllıkları*, 106(2), 273-277.
- Cecil, R. (1930). The alimentary canal of *Philaenus leucophthalmus* L. *The Ohio Journal of Science*, 30(2), 120-130.
- Chapman, R. F. (2013). *The insects: structure and function*. New York: Cambridge University Press, 38.
- Chapman, R. F. (1998). *Reproductive system: female, the insects: Structure and function*. Cambridge: Cambridge University Press, 295.
- Chapman, R. F. (1998). *Alimentary canal, digestion and absorption, The Insect: Structure and Function*. (4th edition). United Kingdom: Cambridge University Press, 38-68.
- Chen, I., Liu M., Giulio A. D., Chen X., Sabatelli S., Wang W., Audisio P. (2023). Morphological Study of the Alimentary Canal and Malpighian Tubules in the Adult of the Pollen Beetle *Meligethes (Odonthogethes) chinensis* (Coleoptera: Nitidulidae: Meligethinae). *Insects*, 14(3), 298.
- Cheung, W.W.K., Marshall, A. T. (1982). Ultrastructural and functional differentiation of the midgut of the lantern bug, *Pyrops candelaria* Linn. (Homoptera: Fulgoridae). *Cytologia*, 47, 325-339.
- Cicero, J. M., Brown, J. K., Roberts, P. D., Stansly, P. A. (2009). The Digestive System of *Diaphorina citri* and *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 102(4), 650–665.
- Cobben, R.H. (1978). *Evolutionary trends in Heteroptera. Part II. Mouthpart-structures and feeding strategies*. Nederland: Publisher Veenman, 78–5.
- Cobben, R. H. (1979). On the original feeding habits of the Hemiptera (Insecta): a reply to Merrill Sweet. *Annals of the Entomological Society of America*, 72, 711–715.
- Corrêa- Ferreira, B. S., and De Azevedo, J. (2002). Soybean seed damage by different species of stink bugs. *Agricultural and Forest Entomology*, 4(2), 145-150.

- Cossolin, J. F. S., Martínez L. C., Pereira M. J. B., Vivian L. M., Bozdoğan H., Fiaz M., and Serrão J. E. (2019). Anatomy, Histology, and Ultrastructure of Salivary Glands of the Burrower Bug, *Scaptocoris castanea* (Hemiptera: Cydnidae). *Microscopy and Microanalysis*, 25, 1482–1490.
- Çakıcı, Ö. (2008). *Melanogryllus desertus Pallas (Orthoptera: Gryllidae)'un sindirim sisteminde histolojik ve ultrastrüktürel araştırmalar*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1-113.
- Çetin, T.K. (2014). *Dolycoris baccarum (Linneaus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae)'un Sindirim Kanalının Ultrastrüktürü*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 17-52.
- Dadd, R.H. (1970). *Digestion in insects in chemical zoology*. In Arthropoda, Florrin M, and Secheer, B.T. (Eds.). New York: Academic Press. 117–145.
- Dai, L., Yang, B., Wang, J., Zhang, Z., Yang, R., Zhang, T., Ren, Z., and Lin, C. (2019). The Anatomy and Ultrastructure of the Digestive Tract and Salivary Glands of *Hishimonus lamellatus* (Hemiptera: Cicadellidae). *Journal of Insect Science*, 19(4), 3; 1–9.
- Dantas, P. C., Serrão, J.E., Santos, H.C.P., and Carvalho, G. A. (2021). Anatomy and histology of the alimentary canal of larvae and adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Arthropod Structure & Development*, 60, 101000.
- Demirkol, E. (2016). *Lygaeus equestris (Linneaus, 1758) (Heteroptera: Lygaeidae)'un sindirim kanalının ultrastrüktürü*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-52.
- Demirsoy, A. (1997). *Yaşamın Temel Kuralları*. (II. Cilt, Kısım II) Ankara: Meteksan, 461–484.
- Demirsoy, A. (2003). *Yaşamın Temel Kuralları*, (Sekizinci Baskı) Türkiye: Meteksan, 102, 106, 107, 109.
- Derksen, A. C. G., and Granados, R. R. (1988). Alteration of a lepidopteran peritrophic membrane by baculoviruses and enhancement of viral infectivity. *Virology*, 167(1), 242–250.
- Devenport, M., Alvarenga, P.H., Shao, L., Fujioka, H., Bianconi, M.L., Oliveira, P.L., Jacobs-Lorena, M. (2006). Identification of the *Aedes aegypti* peritrophic matrix protein AeMUCI as a heme-binding protein. *Biochemistry* 45, 9540–9549.
- Dia, W., Panb, L., Lub, Y., Jinb, L. and Zhangb, C. (2013). External morphology of the mouthparts of the whitebacked planthopper *Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae), with special reference to the sensilla. *Micron*, 56, 8–16.
- Ecevit, O., Akyazı, F., Akyazı, R. (2012). *Böceklerde (Hexapoda: Arthropoda) Morfoloji, Fizyoloji ve Gelişim*, Ankara: Nobel, 145-200.

- Ferreira, C., Ribeiro, A.F., and Terra, W. R. (1981). Fine structure of the larva midgut of the fly *Rhynchosciara* and its physiological implications. *Journal of Insect Physiology*, 27(8), 559-570.
- Ferreira, C., Marana, S. R., Silva, C., Terra, W. R. (1999). Properties of digestive glycosidases and peptidases and the permeability of the peritrophic membranes of *Abracris flavolineata* (Orthoptera: Acrididae), *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 123(3), 241-250.
- Fialho, M.C.Q., Zanuncio, J.C, Neves, C.A., Ramalho, F.S., and Serrão, J.E. (2009). Ultrastructure of the digestive cells in the midgut of the predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) after different feeding periods on prey and plants. *Annals of the Entomological Society of America*, 102, 119-127.
- Foldi, I. (1997). 1.1.2.6 Internal anatomy of the adult female. *Elsevier*, 7, 73-90.
- Fontanetti, C.S., Zefa, E., Pasetti, F. and Mesa, A. (2002). Morphological characterization and comparative analysis of the proventriculus from three species of *Endecous saussure*, 1878 (Orthoptera: Gryllidae: Phalangopsinae). *Entomotropica*, 17(1), 15-23.
- Franco, J.C., Zada, A., Mendel, Z. (2009). *Novel approaches for the management of Mealybug Pests*. In: Ishaaya I, Horowitz AR (eds) *Biorational Control of Arthropod Pests: Application and Resistance Management*. Dordrecht: Springer Netherlands, 233-278.
- Gaffal, K.P. (1981). Terminal sensilla in the labium of *Dysdercus intermedius* Distant (Heteroptera: Pyrrhocoridae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 10 (1), 1-6.
- Genç, Ş. (2017). *Aelia rostrata*' nin (Fabricius, 1803) (Heteroptera, Pentatomidae) sindirim kanalının ultrastrüktürü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-77.
- Ghanim, M., Rosell, R.C., Campbell, L.R., Czosnek, H., Brown, J.K. and Ullman, D.E. (2001). Digestive, Salivary, and Reproductive Organs of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) B Type. *Journal of Morphology*, 248 (1), 22-40.
- Glasgow, H. (1914). The gastric-caeca and the caecal-bacteria of the Heteroptera, *The Biological Bulletin*, 26(3), 101-170.
- Goodchild, A.J.P. (1966). Evolution of the alimentary canal in the Hemiptera. *Biological Reviews*, 41, 97-140.
- Grodowitz, M. J., Rindal, Ş. E. G., Elliot, B., Evans, R., Kıvılcımlar, M. E., Kamış, D., Mil, G. P., Allen, M., and Perring, T. M. (2022). Trypanosomatids Associated in the Alimentary Canal of *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Insect Science*, 22(1), 12,1-6.
- Guedes, B.A.M., Serrão, J.E., Zanuncio, J.C., Neves, C.A. (2003). *Morphology of the midgut in the predatory sting bug Brontocoris tabidus* (Heteroptera:

- Pentatomidae*), XIX Congress of the Brazilian Society for Microscopy and Microanalysis, Brezilya, 101-102.
- Gullan, P.J., and Cranston, P.S. (2005). *The Insects: An Outline of Entomology*, (3rd edition). Oxford: Blackwell Publishing, 201.
- Gullan, P.J., and Cranston, P.S. (2012). *The Insect an Outline of Entomology* (3th edition). Australia: Wiley-Blackwell, 563.
- Habibi, J., Coudron, T.A., Backus, E.A., Brandt, S.L., Wagner, R.M., Wright, M.K., Huesing, J.E. (2008). Morphology and histology of the alimentary canal of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Cimicomoropha: Miridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 101 (1), 159-171.
- Hamner, A. L. (1936). The gross anatomy of the alimentary canal of the *Solubea pugnca* (Fab.) (Heteroptera, Pentatomidae). *The Ohio Journal of Science*, 36 (3), 157-160.
- Harris, C.S. (1938). The anatomy and histology of the alimentary system of the harlequin cabbage bug, *Murgantia histrionica* Hahn. (Hemiptera, Pentatomidae). *The Ohio Journal of Science*, 38(6), 316-331.
- Hayakawa, T., Shitomi, Y., Miyamoto, K., Hori, H. (2004). GalNAc pretreatment inhibits trapping of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac on the peritrophic membrane of *Bombyx mori*. *Febs Letters*, 576(3), 331-335.
- Hegedus, D., Erlandson, M., Gillott, C., Toprak, U. (2009). New insights into peritrophic matrix synthesis, architecture, and function. *Annual Review of Entomology*, 54, 285-302.
- Hegedus, D., Toprak, U., Erlandson, M. (2016). Lepidopteran peritrophic matrix composition, function, and formation. In: Raman, C., Goldsmith, M., Agunbiade, T. (Eds.), *Short Views on Insect Genomics and Proteomics*. Springer-Verlag, 63–88.
- Hegedus, D., Toprak, U., Erlandson, M. (2019). Peritrophic matrix formation, *Journal of Insect Physiology*, 117, 103898.
- Hirose, E., Panizzi, A.R., Souza, J.T., Cattelan, A.J., and Aldrich, J.R. (2006). Bacteria in the gut of southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 99(1), 91-95.
- Holtof, M., Lenaerts, C., Cullen, D., and Vanden Broeck, J. (2019). Extracellular nutrient digestion and absorption in the insect gut, *Cell and Tissue Research*, 377, 397-414.
- Hood, Charles, W. (1937). The Anatomy of the Digestive System of *Oncopeltus fasciatus* Dall. (Heteroptera: Lygaeidae). *The Ohio Journal of Science*, 37 (3), 151-160.
- İnternet:URL-1, Delici emici ağız yapısı şematik şekli, *App.svu.edu, Ecourses*, Web: <http://app.svu.edu.eg/ecourses/files/305%D8%B4/insect%20morphology%202.pdf>, Son Erişim Tarihi: 6.11.2023.

- İnternet: URL-2, Malpigi Tübülleri. *İb. Bioninja*, Web: <https://ib.bioninja.com.au/higher-level/topic-11-animal-physiology/113-the-kidney-and-osmoregu/Malpighian-tubules.html>, Son Erişim Tarihi: 29.12.2022.
- İnternet:URL-3, *Eurydema spectabilis*. *Inaturalist*, Web: <https://inaturalist.lu/taxa/537498-Eurydema-spectabilis>, Son Erişim Tarihi: 25.12.2022.
- İnternet:URL-4, Böceklerde Boşaltım Sistemi. *Acikders.ankara*, Web: (<https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=4034>, Son Erişim Tarihi:13.11.2023.
- İnternet:URL-5, Kendall BioResearch, (2007). Hemiptera. *Kendallbioresearch*, Web: (<http://www.kendallbioresearch.co.uk/hemip.htm>). Son Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- Jaspar-Versali, M.F., Goffinet, G., and Jeuniaux, C. (1987). The digestive system of adult carabid beetles: an ultrastructural and histoenzymological study. *Acta Botanica Academia Scientiarum Hungaricae*, 22,1, 375–382.
- Jones, J.C. and Zeve, V.H. (1968). The fine structure of the gastric caeca of *Aedes aegypti* larvae. *Journal of Insect Physiology*, 14 (11), 1567-1570.
- Kara, H. (2020). *Coreus marginatus* 'un (Linnaeus, 1758) (Heteroptera, Coreidae) sindirim kanalının histolojisi ve morfolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-81.
- Kansu, İ.A. (2012). *Genel Entomoloji*. Ankara Üniversitesi Yayınları, 494.
- Klowden, M. J. (2007). *Physiological Systems in Insects*, (2nd edition). San Diego, USA: Press, 305.
- Kuraishi, T., Binggeli, O., Opota, O., Buchon, N., and Lemaitre, B. (2011). Genetic evidence for a protective role of the peritrophic matrix against intestinal bacterial infection in *Drosophila melanogaster*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*,108, 15966–15971.
- Lacerda, M.C., Ferreira, A.M.R.M., Zanuncio, T.V., Zanuncio, J.C., Bernardio, A.S., and Espindula, M.C. (2004). Development and reproduction of *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on larva of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Brazilian Journal of Biology*,64, 237–242.
- Lehane, M.J. (1997). Peritrophic matrix structure and function, *Annual Reviews Entomology*, 42, 525-550.
- Lemos, W. P., Ramalho, F. S., Serrão, J. E., and Zanuncio, J. C. (2003). Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), a predator of the cotton leafworm. *Journal of Applied Entomology*, 127(7), 389–395.
- Li, Z., and Chen, L. (2010). Application of antennal sensilla characters in insect taxonomy. *Entomotaxonomia*, 32, 113-118.

- Liu, F., Li, F. Y., Zhang, S. F., Kong, X. B., and Zhang, Z. (2019). Ultrastructure of antennal sensilla of *Erannis ankeraria* Staudinger (Lepidoptera: Geometridae). *Microscopy Research & Technique*, 82(11), 1903–1910.
- Lodos, N., Önder, F. (1986). *Heteroptera Türkiye ve Palearktik Bölge Familyaları Hakkında Genel Bilgi*, İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 111.
- Maddrell, S.H.P., and O'Donnell, M.J. (1992). Insect Malpighian tubules: VATPase action in ion and fluid transport. *Journal of Experimental Biology*, 172, 417–429.
- Maddrell, S.H.P., and Gardiner, B.O.C. (1980). The permeability of the cuticular lining of the insect alimentary canal. *Journal of Experimental Biology*, 87, 227–237.
- Manno, N., Estraver, W.Z., Tafur, C.M., Torres, C.L., Schwarzinger, C., Liste, M., Schoefberger, W., Coico, F.R.M., Leon, J.M., Battisti, A. (2018). Edible insects and other chitin-bearing foods in ethnic Peru: Accessibility, nutritional acceptance, and food-security implications. *Journal of Ethnobiology*, 38(3), 424–447.
- Martinez, L.C., Fialho, M.C.Q., Barbosa, L.C.A., Oliveira, L.L., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E., (2016). Stink bug predator kills prey with salivary non-proteinaceous compounds. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 68, 71–78.
- Martins, G.F., Neves, C.A., Campos, L.A.O., Serrão, J.E. (2006). The regenerative cells during the metamorphosis in the midgut of bees. *Micron*, 37, 161–168.
- McPherson, R.M., Smith, J.C., Allen, W.A. (1982). Incidence of arthropod predators in different soybean cropping systems. *Environmental Entomology*, 11, 685–689.
- Mehrabadi, M., Bandani, A.R., Allahyari, M., Serrao, J.E. (2012). The Sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae) digestive tract: Histology, ultrastructure and its physiological significance. *Micron*, 43, 631–63.
- Metin, H. (2014). *Carpocoris pudicus* (Poda, 1761), ((Heteroptera: Pentatomidae)'un sindirim kanalının ultrastruktürü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-104.
- Miles, P.W. (1972). The saliva of Hemiptera. *Advances in Insect Physiology*, 9, 183–255.
- Nardi, J. B., Bee, C. M., Miller, L. A. and Taylor, S. J. (2009). Distinctive features of the alimentary canal of a fungus-feeding hemipteran, *Mezira granulata* (Heteroptera: Aradidae). *Arthropod Structure & Development*, 38(3), 206–215.
- Ni, X.Z., Da, K.D., Buntin, G.D., Cottrell, T.E., Tillman, P.G., et al. (2010). Impact of Brown stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) feeding on corn grain yield components and quality. *Journal of Economic Entomology*, 103, 2072–2079.
- Önder, F., Karsavuran, Y., Tezcan, S., and Fent, M. (2006). *Türkiye Heteroptera (Insecta) Kataloğu*. İzmir: Meta Basım, 130.

- Özyurt Koçakoğlu, N., and Candan, S. (2021). Characterization of the alimentary canal and Malpighian tubules of *Chrysolina herbacea* (Duftschmid, 1825) (Coleoptera: Chrysomelidae): Anatomical and histological approaches. *Microscopy Research and Technique*, 84(6), 1135–1144.
- Özyurt Koçakoğlu, N., and Candan, S. (2022). Ultrastructural Characterization of Salivary Glands, Alimentary Canal and Malpighian Tubules of the Red Shield Bug *Carpocoris mediterraneus* Tamanini, 1958 (Heteroptera, Pentatomidae). *Microscopy and Microanalysis*, 28(3), 1–13.
- Özyurt Koçakoğlu, N. (2021). Morphology and histology of the alimentary canal, salivary glands and Malpighian tubules in *Pyrrhocoris apterus* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pyrrhocoridae): a scanning electron and light microscopies study. *International Journal of Tropical Insect Science*, 41(2), 1845–1862.
- Özyurt Koçakoğlu, N., Candan S., and Çağlar Ü. (2020). Histomorphology of the Adult Digestive Tract of *Capnodis tenebrionis* (L. 1758) (Coleoptera, Buprestidae). *Microscopy and Microanalysis*, 26, 1245–1254.
- Özyurt Koçakoğlu, N., Candan S., and Güllü M. (2021) Anatomical and histological descriptions of digestive canal and excretory system of *Mylabris cernyi* Pan & Bologna, 2014 (Coleoptera: Meloidae). *Oriental Insects*, 3, 56.
- Özyurt Koçakoğlu, N., Çağlar Ü., and Candan S. (2021). Anatomy and Histology of Digestive Tract in *Melanophila (Trachypteris) picta decastigma* (Fabricius, 1787) (Coleoptera: Buprestidae). *European Journal of Biology*, 80(1), 1-8.
- Özyurt N., Amutkan D., Polat I., Kocamaz T., Candan S., Suludere Z. (2017). Structural and ultrastructural features of the Malpighian tubules of *Dolycoris baccarum* (Linnaeus 1758), (Heteroptera: Pentatomidae). *Microscopy Research and Technique*, 80(4), (357-363).
- Parveen, S., Ahmad, A., Broek, J. and Ramamurthy, V.V. (2015). Phytophagous and predatory Pentatomidae (Hemiptera: Heteroptera) labial sensilla according to their morphological diversity, possible functions. *Zootaxa*, 4039(2), 359–372.
- Peregrine, D.J. (1972). Fine structure of Sensillabasiconica in the labium of cotton dye, *Dysdercus fasciatus* (signoret) (Heteroptera: Pyrrhocoridae). *International Journals Insect Morphology Embryology*, 1(3), 241–251.
- Pires, M.E., Ferreira, P.S.F., Guedes, R.N.C., and Serrão, J.E. (2007). Morphology of the phytophagous bug *Platyscytus decempunctatus* (Carvalho) (Heteroptera: Miridae). *Neotropical Entomology*, 36(4), 510-513.
- Postle, A.C., and Woodward, T.E. (1988). The digestive and male internal reproductive systems of some australian anthocoridae (Hemiptera), *Australian Journal of Entomology*, 27, 117-129.
- Rocha, L.L.V., Neves, C.A., Zanuncio, J.C., and Serrão, J.E. (2014). Endocrine and regenerative cells in the midgut of Chagas' disease vector *Triatoma vitticeps* during different starvation periods. *Folia Biologica (Kraków)*, 62, 259–267.

- Roche, R.K., Wheeler, D.E. (1997). Morphological specializations of the digestive tract of *Zacryptocerus rohweri* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Morphology*, 234, 253-262.
- Rubio, J.D., Bustillo, A.E., Vallejo, L.F., Acuña, J.R., Benavides, P. (2008). Alimentary canal and reproductive tract of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Neotropical Entomology*, 37(2), 143-151.
- Santos, H. P., Roszkowska, M. R., Vilimova, J., Serrão, J.E. (2017). Ultrastructure of the midgut in Heteroptera (Hemiptera) with different feeding habits. *Protoplasma*, 254, 1743–1753.
- Sarwade, A.B., and Bhawane, G.P. (2013). Anatomical and histological structure of digestive tract of adult *Platynotus belli* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biological Forum – An International Journal*, 5, 47–55.
- Schaefer, C.W. and Panizza, A.R. (2000). *Economic Importance of Heteroptera: A General View*. In: Schaefer C.W., Panizzi, A.R., editors. *Heteroptera of Economic Importance*. London: CRC Press, 229.
- Schaefer, C.W. (1993). The Pentatomomorpha (Hemiptera: Heteroptera): an annotated outline of its systematic history. *European Journal of Entomology* 90, 105– 122.
- Schaefer, C.W. (1997). *The origin of secondary carnivory from herbivory in Heteroptera (Hemiptera)*. In: Raman, A. (Ed.), *Ecology and Evolution of Plant-Feeding Insects in Natural and Man-made Environments*. New Delhi: International Scientific Publications, 229-239.
- Schneider, D. (1964). Insect antennae. *Annual review of entomology*, 9(1), 103-122.
- Serra, R. S., Martinez, L. C., Cossolin, C. F. S., Resende, M. T. C., Carneiro L. S., Fiaz M., Serrao, J. E. (2023). The fungicide azoxystrobin causes histopathological and cytotoxic changes in the midgut of the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Ecotoxicology*, 32, 234–242.
- Serrão, J.E. (2001). A comparative study of the proventricular structure in corbiculate apinae (Hymenoptera, Apidae). *Micron*, 32, 379-385.
- Silva, F. A., da Silva, J. J., Depieri, R. A., and Panizzi, A. R. (2012). Feeding activity, salivary amylase activity, and superficial damage to soybean seed by adult *Edessa meditabunda* (F.) and *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology*, 41(5), 386–390.
- Silva, C.P. and Terra, W.R. (1995). An -Glucosidase from Perimicrovillar Membranes of *Dysdercus peruvianus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae) Midgut Cells Purification and Properties. *Insect Biochemical Molecular Biology*, 25(4), 487-494.
- Silva, C.P., Silva, J. R., Vasconcelos, F.F., Petreski, M.D., Damatta, R.A., Ribeiro, A.F. and Terra, W.R. (2004). Occurrence of midgut perimicrovillar membranes in paraneopteran insect orders with commentes on their function and evolutionary significance. *Arthropod Structure & Development*, 33(2), 139-148.

- Singh, O. U., and Prasad, B. (2013). Histomorphology of the Alimentary tract of adult, *Odoiporus longicollis* (oliv.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 1(4), 109-115.
- Sinha, R.N. (1958). The alimentary canal of the adult of *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera, Tenebrionidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 31(2), 118–125.
- Sollai, G., and Solari, P. (2022). An overview of “Insect Biodiversity ”. *Diversity*, 14(2), 134.
- Sosinka, A., Rost-Roszkowska, M.M., Vilimova, J., Tajovský, K., KszukJendrysik, M., Chajec, Ľ., Sonakowska, L., Kamińska, K., Hyra, M., Poprawa, I. (2014). The ultrastructure of the midgut epithelium in millipedes (Myriapoda, Diplopoda). *Arthropod Structure & Development*, 43, 477–492.
- Souza, G. K., Zanoncio, J. C., Leite, G. L., Serrão, J. E. (2012). *Morphology of eggs, salivar glands and digestive and reproductive systems of Thaumastocoris peregrinus (Hemiptera: Thaumastocoridae)*, Master’s Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 1-60.
- Stoffolano, J.G., Haselton, A.T. (2013). The adult dipteran crop: a unique and overlooked organ. *Annual Review of Entomology*, 58, 205–225.
- Stork, N. E. (2018). How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? *Annual Review of Entomology*, 63, 31-45.
- Sweet, M.H. (1979). On the original feeding habits of Hemiptera (Insecta). *Annals of the Entomological Society of America*, 72, 575–579.
- Şimşek, O., Mutlu, D. A., Polat, I., Suludere, Z. (2020). Notes on the Gastric Ceacum of *Centrocoris variegatus* Kolenati, 1845 (Heteroptera, Coreidae): Light and Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of the Heteroptera of Turkey*, 2(1), 53-61.
- Teixeira, A.D., Fialho, M.C.Q., Zanoncio, J.C., Ramalho, F.S., Serrão, J.E. (2013). Degeneration and cell regeneration in the midgut of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) during postembryonic development. *Arthropod Structure & Development*, 42, (3), 237– 246.
- Tellam, R.L. (1996). *The Peritrophic Matrix*. In: Lehane, M.J., Billingsley, P.F. (Editor), *Biology of the Insect Midgut*. London: Chapman and Hall, 86–114.
- Terra W. R. (2001). The origin and functions of the insect peritrophic membrane and peritrophic gel. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 47(2), 47–61.
- Shenpeng, T., and Zhiqiang, X. (2003). Scanning electron microscopic observation of sensilla on the antenna of *Scleroderma guani*. *Kun Chong zhi shi= Kunchong Zhishi*, 40(1), 59-62.
- Tihelka, E., Cai, C., Giacomelli, M., Lozano-Fernandez, J., Rota-Stabelli, O., Huang, D., Engel M.S., Donoghue P.C.J., and Pisani, D. (2021). The evolution of insect biodiversity. *Current Biology*, 31(19), R1299-R1311.

- Toprak, U., Erlandson, M., Hegedus, D.D. (2010c). Peritrophic matrix proteins. *Trends in Entomology*, 6, 23–51.
- Uceli, L. F., Pirovani, V. D., Vicente, N. M., Pikart, T. G., Ferreira, P. S., and Serrão, J. E. (2011). Morphology of the reproductive and digestive tracts of *Adparapropa gabrieli* (Heteroptera: Miridae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 31(4), 219–224.
- Ulrich, R.G., Buthala, D.A. and Klug, M. J. (1981). Microbiota associated with the gastrointestinal tract of the common house cricket, *Acheta domestica*. *Applied and Environmental Microbiology*, 41(1), 246- 254.
- Velikova, V., Salerno, G., Frati, F., Peri, E., Conti, E., Colazza, S., and Loreto, F. (2010). Influence of feeding and oviposition by phytophagous pentatomids on photosynthesis of herbaceous plants. *Journal of Chemical Ecology*, 36(6), 629–641.
- Veershetty, C., Prakash, H., Shukla, P., and Ponnuvel, K. M. (2023). Study on the anatomy of the pink mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) using stereo microscopy. *International Journal of Tropical Insect Science*, 1-7.
- Wang, Y., and Dai, W. (2017). Fine structure of mouthparts and feeding performance of *Pyrhocoris sibiricus* Kuschakevich with remarks on the specialization of sensilla and stylets for seed feeding. *PLoS One*, 12(5), e0177209.
- Wang, P., Granados, R.R. (2001). Molecular structure of the peritrophic membrane (PM): identification of potential PM target sites for insect control. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 47, 110–118.
- Waterhouse, D. F. (1957). Digestion in insects. *Annual Review of Entomology*, 2(1), 1-18.
- Wigglesworth, V.B. (1972). *The Principles of Insect Physiology*, (7th edition). New York: John Wiley and Sons Incorporated, 476-552.
- Xie, Y., Gao, Y., Liu, W., Fu, X., Xue, J., and Zhang, X. (2010). Microstructure of Digestive and Excretory System of *Phenacoccus fraxinus* Tang (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae). *Journal of Entomological Science*, 45, 8–19.
- Xie, Y., Liu, W., Zhang, Y., Xiong, Q., Xue, J., and Zhang, X. (2011). Morphological and ultrastructural characterization of the alimentary canal in Japanese wax scale (*Ceroplastes japonicus* Green). *Micron*, 42(8), 898- 904.
- Yıkılmaz, M.S., and Deveci, Ö. (2004). Structure of midgut and peritrophic matrix in the instar larvae of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17(2), 9-19.
- Zanuncio, J.C., Alves, J.B., Zanuncio, T.V., García, J. L. (1994). Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. *Forest Ecology and Management*, 65, 65–73.
- Zeng, F., and Cohen, A. C. (2000). Comparison of α -amylase and protease activities of a zoophytophagous and two phytozoophagous Heteroptera. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 126(1), 101-106.

- Zhong, H., Zhang, Y., and Wei, C. (2013). Anatomy and fine structure of the alimentary canal of the spittlebug *Lepyronia coleopterata* (L.) (Hemiptera: Cercopoidea). *Arthropod Structure & Development*, 42, 521-530.
- Zhu, W., Yang, L., Long, J., Chang, Z., Mu, Y., Zhou, Z., and Chen, X. (2023). Morphology of the Antennal Sensilla of the Nymphal Instars and Adults in *Notobitus meleagris* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae). *Insects*, 14(4), 351.



Gazili olmak ayrıcalıktır