



***CAPNODIS TENEBRICOSA* (OLIVIER, 1790) (COLEOPTERA:
BUPRESTIDAE)'DA SİNDİRİM VE BOŞALTIM SİSTEMLERİNİN
ANATOMİK VE HİSTOLOJİK YAPILARININ İNCELENMESİ**

Gizem DAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2024

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.

Gizem DAL

30/05/2024

CAPNODIS TENEBRICOSE (OLIVIER, 1790) (COLEOPTERA: BUPRESTIDAE)'DA
SİNDİRİM VE BOŞALTIM SİSTEMLERİNİN ANATOMİK VE HİSTOLOJİK
YAPILARININ İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Gizem DAL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mayıs 2024

ÖZET

Bu çalışmada *Capnodis tenebricosa* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Buprestidae)'nın sindirim ve boşaltım sistemlerinin anatomik ve histolojik yapıları ışık ve elektron mikroskobu kullanılarak çalışılmıştır. Katı besin ile beslenen *C. tenebricosa*'da kesici çiğneyici ağız tipi görülmektedir. Ağızda başlayıp anüs ile son bulan *C. tenebricosa*'nın sindirim kanalı ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır. Ön bağırsak farinks, özofagus, kursak ve proventrikulus kısımlarından meydana gelmiştir. Kursağın iç yüzeyinde intima tabakasının lümene bakan tarafında ikili üçlü gruplar halinde, kısa-kalın dikenlere rastlanmıştır. Proventrikulusun iç yüzeyinde intimadan uzanan ve gruplar halinde bulunan diş yapıları görülmüştür. Orta bağırsak mide ve gastrik çekum olarak incelenmiştir. Orta bağırsağın ön kısmında bir çift gastrik çekum yer almaktadır. Orta bağırsak bölgesini astarlayan ve lümende yer alan peritrofik membran, ince bir örtü şeklinde görülmektedir. Orta bağırsakta üstü ince bir kas tabakası ile çevrili tek tabakalı silindirik epitel hücresi ve yuvarlak ve belli aralıklarda bulunan rejeneratif kriptler görülmüştür. Orta bağırsak ile arka bağırsak arasında 6 adet Malpigi tübülü yer almaktadır. Malpigi tübülleri tek tabakalı kübik epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Malpigi tübüllerinin kriptonefridal sistemde kolonun dış yüzeyine bağlı olarak bulunduğu görülmüştür. Sindirim sisteminin son kısmı olan arka bağırsak ileum, kolon ve rektum kısımlarından oluşmaktadır. İleumda epitel yapısı lümene doğru girintiler yaparak bir yıldız görüntüsü oluşturmuştur. İkinci kısım olan kolon duvarı Malpigi tübülleri ile bağlantılıdır. Sindirimin son kısmı olan rektum yüzeyi oldukça kalın enine kas tabakasıyla çevrelenmiştir. Ayrıca rektumda su emilimini arttıran rektal pedler bulunduğu görülmüştür. Bu çalışmada tarımsal zararlı bir tür olan ve daha önce çalışılmamış olan *C. tenebricosa*'nın sindirim ve boşaltım sistemi detaylı olarak tanımlanmıştır. Gelecekte bu konularla ilgili yapılacak çalışmalara ve zirai mücadele çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bilim Kodu : 20313
Anahtar Kelimeler : Ön bağırsak, orta bağırsak, arka bağırsak, Malpigi tübülleri, ışık mikroskobu, elektron mikroskobu
Sayfa Adedi : 81
Danışman : Doç. Dr. Nurcan ÖZYURT KOÇAKOĞLU

THE EXAMINATION OF ANATOMICAL AND HISTOLOGICAL STRUCTURES OF
DIGESTIVE AND EXCRETORY SYSTEMS IN *CAPNODIS TENEBRICOSA*

(OLIVIER, 1790) (COLEOPTERA: BUPRESTIDAE)

(M. Sc. THESIS)

Gizem DAL

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

May 2024

ABSTRACT

In this study, the anatomical and histological structures of the digestive and excretory systems of *Capnodis tenebricosa* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Buprestidae) were studied using light and electron microscopy. *C. tenebricosa*, which feeds on solid food, has a cutting-chewing mouth type. The digestive system of *C. tenebricosa*, which starts in the mouth and ends with the anus, consists of three main parts: foregut, midgut and hindgut. The foregut consists of the pharynx, esophagus, crop and proventriculus parts. Short-thick spines were found in groups of two or three on the inner surface of the intima layer facing the lumen in crop. Teeth structures extending from the intima and located in groups were observed on the inner surface of the proventriculus. The midgut was examined as the stomach and gastric caecum. There are a pair of gastric caecum in the anterior part of the midgut. The peritrophic membrane, which lines the midgut region and is located in the lumen, appears as a thin cover. In the midgut, a single-layered cylindrical epithelial cell surrounded by a thin muscle layer and round and spaced regenerative crypts were observed. There are 6 Malpighian tubules between midgut and hindgut. Malpighian tubules consist of a single layer of cuboidal epithelial cells. It was observed that Malpighian tubules were found attached to the outer surface of the colon in the cryptonephridal system. The hindgut, which is the last part of the digestive system, consists of the ileum, colon and rectum. In the ileum, the epithelial structure indents towards the lumen, creating a star appearance. The second part, the colon wall, is connected to the Malpighian tubules. The surface of the rectum, which is the last part of digestion, is surrounded by a very thick transverse muscle layer. It has also been observed that there are rectal pads that increase water absorption in the rectum. In this study, the digestive and excretory system of *C. tenebricosa*, which is an agricultural pest and has not been studied before, was described in detail. It is thought that it will contribute to future studies on these issues and agricultural control efforts.

Science Code : 20313

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

Page Number : 81

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Nurcan ÖZYURT KOÇAKOĞLU

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, desteğini her zaman hissettiren sevgili danışman hocam, Doç. Dr. Nurcan ÖZYURT KOÇAKOĞLU'na, teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmalarım sürecinde bilgi ve tecrübeleriyle yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Selami CANDAN'a çok teşekkür ederim. Tez çalışmamda incelenen materyalin temin ve teşhisini yapan Doç. Dr. Üzeyir ÇAĞLAR hocama da teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca; bu süreçte desteklerini benden esirgemeyen arkadaşlarıma ve hayatımın her anında maddi ve manevi destekleri ile yanımda olan aileme de sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
RESİMLERİN LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. COLEOPTERA TAKIMI SİNDİRİM SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	13
3. MATERYAL VE METOD	25
3.1. İncelenen Materyal Hakkında Genel Bilgi.....	25
3.2. Örneklerin Toplanması ve Laboratuvarda Üretimi	26
3.3. Işık Mikroskobu İçin Örneklerin Hazırlanması	26
3.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İçin Örneklerin Hazırlanması	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	27
4.1. Ön Bağırsak.....	27
4.1.1. Yutak (Farinks).....	27
4.1.2. Özofagus (Yemek borusu).....	28
4.1.3. Kursak.....	28
4.1.4. Proventrikulus (Ön mide)	28
4.2. Orta Bağırsak	33
4.2.1. Gastrik çekum.....	33
4.2.2. Ventrikulus (Mide)	36
4.3. Malpigi Tüpleri	40

	Sayfa
4.4. Arka Bağırsak.....	44
4.4.1. İleum.....	44
4.4.2. Kolon-Rektum geçiş	48
4.4.3. Kolon	49
4.4.4. Rektum.....	50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	81

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Böceklerde sindirim sistemi şematik şekli	3
Şekil 1.2. Orta bağırsakta bulunan mikrovillus yapısının boyuna kesiti	6
Şekil 1.3. Böceklerde Malpigi tüpleri şematik şekli.....	8



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1 <i>Capnodis tenebricosa</i> 'nın genel şekli	25
Resim 4.1. <i>Capnodis tenebricosa</i> 'nın sindirim kanalının genel görünüşü- Stereo Mikroskop (SM)	27
Resim 4.2. (a-d). <i>Capnodis tenebricosa</i> ' da ön bağırsak. (a-b). Özofagus, kursak, proventrikulus ve gastrik çekumun dorsal ve ventralden genel görünüşü- Stereo Mikroskop (SM). (c-d). Özofagus, kursak, proventrikulus ve gastrik çekumun genel görünüşü- Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) (Öz: Özofagus, Ku: Kursak, Pv: Proventrikulus, Gç: Gastrik çekum)	28
Resim 4.3. (a) Kursağın dış yüzeyinde bulunan enine kaslar (K) ve lümen (Lü). (b,c) Kursağın iç yüzeyinde bulunan intima tabakası (İn). (d,e,f) İntima tabakasında bulunan gruplar halindeki dikenler (Di)- SEM	29
Resim 4.4. (a,b) <i>C. tenebricosa</i> kursak enine kesiti, kas tabakası (K), epitel (Ep), intima tabakası (İn), lümen (Lü), çekirdek (Ç) (H&E), Işık Mikroskobu (IM) (x1000)	30
Resim 4.5. (a) <i>C. tenebricosa</i> ' da kursak (Ku) ve gastrik çekum (Gç) genel görünüm (b)Kursak dış yüzey morfolojisi, kas tabakası (K) ve trake (Tr) (SEM)	30
Resim 4.6. <i>C. tenebricosa</i> ' da proventrikulus (Pv) ve gastrik çekumun (Gç) genel görünümü (SEM)	31
Resim 4.7. <i>C. tenebricosa</i> ' da proventrikulus, kaslar (K) ve trakenin (Tr) dış yüzey morfolojisi (SEM)	31
Resim 4.8. (a-b) <i>C. tenebricosa</i> ' da proventrikulus boyuna kesiti, kas tabakası (K), lümen (Lü) ve dişler (D) (Mallory 3'lü Boyama) (IM) (x100, 1000). (c-d) <i>C. tenebricosa</i> ' da proventrikulus, kas tabakası (K), lümen (Lü), çekirdek (Ç) ve dişler (D) (H&E) (IM) (x400,1000)	32
Resim 4.9. (a-b) Proventrikulus iç yüzeyinde gruplar halinde bulunan dişler (D) (SEM)	32
Resim 4.10. <i>C. tenebricosa</i> ' da ön ve orta bağırsağın dorsalden genel görünümü (SM) (Ku: Kursak, Pv: Proventrikulus, Gç: Gastrik çekum, M: Mide)	33
Resim 4.11. <i>C. tenebricosa</i> ' da ön ve orta bağırsağın ventralden genel görünümü (SM) (Öz: Özofagus, Ku: Kursak, Pv: Proventrikulus, Gç: Gastrik çekum, M: Mide)	34
Resim 4.12. <i>C. tenebricosa</i> ' da kursak (Ku), proventrikulus (Pv) ve gastrik çekum (Gç) genel görünümü (SEM)	34
Resim 4.13. Gastrik çekumun dış yüzeyinde bulunan trakeler (Tr) (SEM)	35

Resim	Sayfa
Resim 4.14. (a-b) <i>C. tenebricosa</i> ’ da gastrik çekumun boyuna kesiti, epitel (Ep), lümen (Lü), gastrik çekum (Gç) ve çekirdek (Ç) (x100, 200) (c-d) Gastrik çekum enine kesiti silindirik epitel hücreleri, lümen (Lü), çekirdek (Ç) ve mikrovilluslar (Mv) (H&E) (IM) (x200, 400)	35
Resim 4.15. (a-d) <i>C. tenebricosa</i> ’ da gastrik çekum enine kesiti, epitel (Ep), lümen (Lü), çekirdek (Ç) ve mikrovilluslar (Mv) (SEM)	36
Resim 4.16. <i>C. tenebricosa</i> ’ da proventrikulus (Pv), mide (M), gastrik çekum (Gç) ve malpigi tüpleri (Mt) genel görünüm (SM).....	37
Resim 4.17. <i>C. tenebricosa</i> ’ da mide genel görünümü (SM) (M: Mide, Mt: Malpigi tüpleri)	37
Resim 4.18. (a) <i>C. tenebricosa</i> ’ da mide (M) ve malpigi tüpleri (Mt) genel görünümü (b,c,d) Mide dış yüzeyindeki rejeneratif krypt (Rk), trake (Tr), malpigi tüpleri (Mt) ve kaslar (K) (SEM).....	38
Resim 4.19. (a-b) <i>C. tenebricosa</i> ’ da mide boyuna kesiti; lümen (Lü), epitel (Ep), çekirdek (Ç) rejeneratif krypt (Rk) ve kas tabakası (K) (H&E) (IM) (x100, 200).....	38
Resim 4.20. <i>C. tenebricosa</i> ’ da mide boyuna kesiti; lümen (Lü), epitel (Ep), çekirdek (Ç) (H&E) (IM) (x1000).....	39
Resim 4.21. <i>C. tenebricosa</i> ’ da orta bağırsak ve rejeneratif krypt (Rk) genel görünümü (SEM).....	39
Resim 4.22. (a,b,c) <i>C. tenebricosa</i> ’ da orta bağırsağı çevreleyen tek tabakalı silindirik epitel (Ep), lümen (Lü) ve peritrofik membran (Pm) (d) Orta bağırsak iç yapısı çekirdek (Ç) ve mikrovilluslar (Mv) (SEM)	40
Resim 4.23. Kolon (Ko) dış yüzeyindeki malpigi tübülleri (Mt) (SEM)	41
Resim 4.24. (a-b) <i>C. tenebricosa</i> ’ da malpigi tübülleri (Mt) genel görünüm (T: Trake) (SEM)	41
Resim 4.25. (a,b) <i>C. tenebricosa</i> ’ da malpigi tübülleri enine kesit (Ç: Çekirdek, Lü: Lümen) (H&E) (IM) (x200, 1000)	42
Resim 4.26. <i>C. tenebricosa</i> ’ da malpigi tübülleri boyuna kesit (Ç: Çekirdek, Lü: Lümen) (H&E) (IM) (x400)	42
Resim 4.27. <i>C. tenebricosa</i> ’ da malpigi tübülleri enine kesit (Ep: Epitel, Lü: Lümen) (SEM)	43
Resim 4.28. (a-d) Malpigi tübülleri enine kesit; lümen (Lü), mikrovillus (Mv) ve çekirdek (Ç) (SEM)	43

Resim	Sayfa
Resim 4.29. <i>C. tenebricosa</i> ' da arka bağırsağın genel görünümü (SM) (İ: İleum, Ko: Kolon, R: Rektum, Mt: Malpigi tüpleri).....	44
Resim 4.30. <i>C. tenebricosa</i> ' da arka bağırsağın genel görünümü (SEM) (İ: İleum, Ko: Kolon, R: Rektum)	45
Resim 4.31. <i>C. tenebricosa</i> ' da İleum (İ) dış yüzey morfolojisi ve malpigi tüpleri (Mt) (SEM)	45
Resim 4.32. <i>C. tenebricosa</i> ' da İleum boyuna kesiti; lümen (Lü), intima (İn) ve epitel (Ep) (H&E) (IM) (x40).....	46
Resim 4.33. (a-b) İleumu çevreleyen tek tabakalı silindirik epitel hücreleri (Ç: Çekirdek, Lü: Lümen, İn: İntima, Ep: Epitel) (H&E) (IM) (x400)	46
Resim 4.34. (a-d) <i>C. tenebricosa</i> ' da ileum enine kesit; lümen (Lü), epitel (Ep), İntima (İn) ve çekirdekler (Ç) (e-f) Ürik asit kristalleri (Kr) (SEM)	47
Resim 4.35. <i>C. tenebricosa</i> ' da kolon (Ko) ve rektum (R) genel görünümü (SM)	48
Resim 4.36. <i>C. tenebricosa</i> ' da kolon (Ko) ve rektum (R) genel görünümü (SEM).....	48
Resim 4.37. (a-b) <i>C. tenebricosa</i> ' da kolon dış yüzeyindeki malpigi tüpleri (Mt) ve trakeler (Tr) (SEM).....	49
Resim 4.38. (a-d) <i>C. tenebricosa</i> ' da kolon boyuna kesit; lümen (Lü), intima (İn), tek tabakalı kübik epitel (Ep), çekirdekler (Ç) ve malpigi tübülleri (Mt) (H&E) (IM) (x100, 200, 400).....	50
Resim 4.39. (a,b,c) <i>C. tenebricosa</i> ' da kolon enine kesit; lümen (Lü), intima (İn) ve epitel (Ep) (d) Kılıf ve kolon duvarı arasında malpigi tübülleri (Mt) (SEM)	50
Resim 4.40. <i>C. tenebricosa</i> ' da rektum genel görünüm (SEM) (K: Kas, Tr: Trake)	51
Resim 4.41. <i>C. tenebricosa</i> ' da rektum dış yüzeyindeki kaslar (K) ve trakeler (Tr) (SEM)	51
Resim 4.42. (a-d) <i>C. tenebricosa</i> ' da rektum enine kesit; lümen (Lü), intima (İn), epitel (Ep) ve kas tabakası (K) (Mallory 3'lü Boyama) (IM) (x100, 200, 400).....	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Kısaltmalar	Açıklamalar
Ç	Çekirdek
D	Dişler
Di	Dikenler
Ep	Epitel
GÇ	Gastrik çekum
HE	Hemotoksilen Eozin
HMDS	Heksametil Disilazan
IM	Işık mikroskobu
İ	İleum
İn	İntima
K	Kas tabakası
Ko	Kolon
Ku	Kursak
Kr	Ürik asit kristalleri
Lü	Lümen
M	Mide
MT	Malpigi tüpü
MV	Mikrovillus
Öz	Özofagus
Pm	Peritrofik membran
Pv	Proventrikulus
R	Rektum
Rk	Rejeneratif krypt
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
SM	Stereo mikroskop
Tr	Trake

1. GİRİŞ

Hayvanlar aleminde tanımlanan tüm türlerin yarısından fazlasını oluşturan böcekler aynı zamanda gezegendeki tüm biyolojik çeşitliliğin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Stork, 2018; Tihelka ve diğerleri, 2021). Bu büyük değişkenliğin sebebi, farklı böcek türlerinin içinde yaşadıkları habitatlardaki zorluklarla başarılı bir şekilde baş edebilmeleri için geliştirmiş oldukları genetik, morfolojik ve işlevsel özelliklerin özgüllüğüdür (Sollai ve Solari, 2022).

Coleoptera takımı dünyada eşsiz tür zenginliğine sahip bir takımdır. 350.000'in üzerinde tanımı yapılmış tür ile dünyadaki organizmalar içinde en çok türü içeren takım olarak gösterilmektedir. Türkiye'de Coleoptera'nın tür ve alt tür sayısı 11.910 olup, yüzdesi %35,22'dir (Caterino ve diğerleri, 2002; Tezcan, 2020). Bu kadar çeşitlilik, Permian döneminde bulunan en eski böcek fosillerinden bu yana yaklaşık 250 milyon yıllık evrimin bir sonucudur. Grove ve Stork (2000), tüm böcek türlerinin yaklaşık %70-95'inin henüz keşfedilip tanımlanmadığını öne sürmüş ve dünyadaki tüm böcek faunasını keşfetmenin 200 yıl alacağını belirtmiştir (Chandra ve diğerleri, 2021).

Diğer böceklerden farklı olarak Coleoptera takımına ait böceklerde ön kanatlar sertleşerek elitraya dönüşmüştür. Elitra hem abdomenin üst yüzeyini hem de ince olan zarımsı alt kanadı korumakta ve uçuş sırasında alt kanatlardan ayrılıp açılarak uçuş faaliyetine destek olmaktadır. Buna ek olarak, basit bir göğüs iskeleti ve az sayıda göğüs kaslarının bulunması da ayırt edici bir özelliktir (Madison, 2002).

Coleoptera takımına bağlı dört alttakım bulunmaktadır. Bunlar; Archostemata, Myxophaga, Adephaga ve Polyphaga alttakımlarıdır. Bu dördü arasında Polyphaga ve Adephaga en belirgin olanları olup Coleoptera takımına ait böceklerin %99'unu kapsamaktadır (Caterino ve diğerleri, 2002).

Coleoptera takımına bağlı türlerin büyük bir çoğunluğu Polyphaga alttakımı içinde yer almaktadır. Polyphaga alttakımı; Staphylinidae, Scarabaeidae, Lucanidae, Buprestidae, Elateridae, Lampyridae, Meloidae, Tenebrionidae, Coccinellidae, Chrysomelidae, Cerambycidae ve Curculionidae gibi takımları bulunduran ve böceklerin % 85'ini kapsayan

en geniş alttakımdır. Bu böceklerin büyük çoğunluğu fitofag olarak yaşamaktadır (Madison, 2002).

Buprestidae familyası Coleoptera takımının Polyphaga alttakımının tür bakımından zengin familyalarından birisidir (Richards ve Davies, 1977; Borror ve diğerleri, 1981; Booth ve diğerleri, 1990). Buprestidae familyasının tanımlanmış 16.000 türü olduğu belirtilmiştir. Türkiye’ de Buprestidae familyasına ait 35 cinse bağlı 386 türün bulunduğu bilinmektedir. Bu sayı ülkemizin Buprestidae faunası açısından oldukça zengin olduğunu göstermektedir. Bunun yanında, Türkiye’ de bulunan 386 türün 91’inin endemik olduğu bilinmektedir. Bu veriler, Avrupa ülkelerine oranla Türkiye’ nin Buprestidae faunası açısından çok daha zengin olduğunu göstermektedir (Lodos ve Tezcan, 1995).

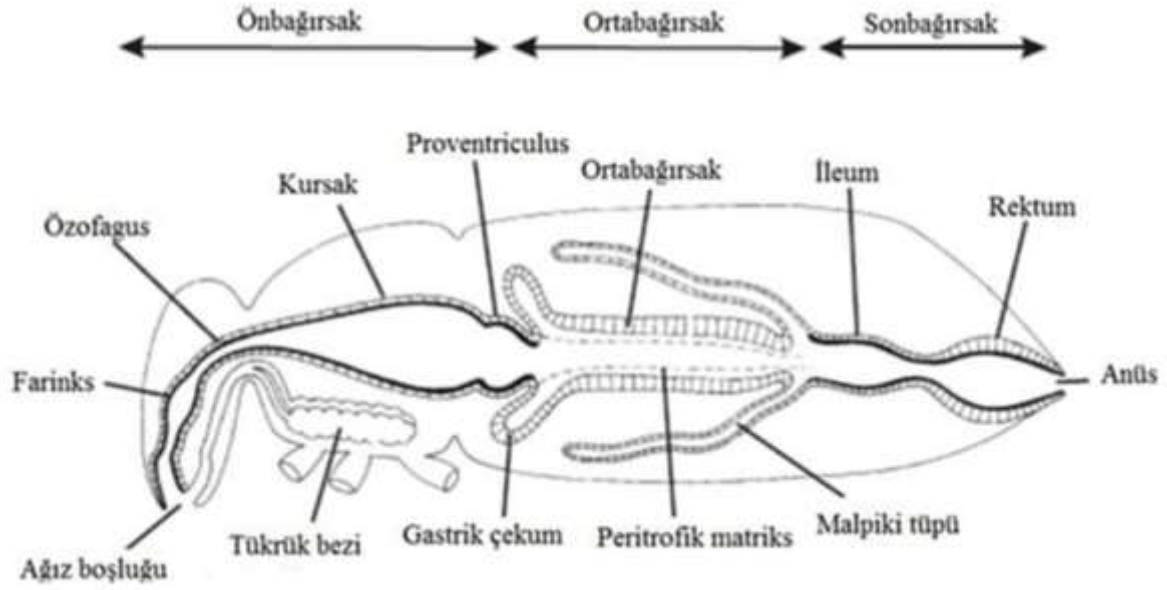
Erginler, güneşli havalarda aktiftirler, özellikle bitkilerin çiçeklerinde polenle beslenseler de yaprak, sürgün ve tomurcuklarla beslenenler de mevcuttur. Çoğu türlerin larvaları, orman, park ağacı ve çalıları ile meyve ağaçlarının kabuk dokusunda beslenerek enine kesiti oval olan galeriler açarlar. Özellikle, zayıf, ölmekte olan veya ölmüş ağaçlara saldırırlar. Erginler, yumurtalarını bu tip ağaçların kabuk çatlakları arasına bırakırlar. Birçok tür, ekonomik zararlara sebep olmaktadır (Balachowsky ve diğerleri, 1962; Richards ve Davies, 1977; Borror ve diğerleri, 1981; Lodos ve Tezcan, 1995; Tezcan, 2000).

Canlıların büyüme, üreme gibi yaşamsal faaliyetlerinin yerine getirebilmek ve hayatlarını devam ettirebilmek için enerjiye ihtiyaçları vardır. İhtiyaç duydukları enerjiyi besinlerden alırlar. Aldıkları besin ve diğer maddeleri ayırmak için sindirim sistemini kullanırlar. Alınan besinlerin büyük kısmı makromolekül ve diğer kompleks maddeler şeklinde alındığından, vücut hücreleri tarafından yaşamsal faaliyetler için kullanılmadan önce katabolik reaksiyonlarla amino asit, basit şeker vb. gibi daha küçük moleküllere parçalanması gerekmektedir. Bu parçalanma işlemi sindirim olarak adlandırılır (Chapman, 1998).

Canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için beslenmesi gerektiğinden dolayı sindirim sistemiyle ilgili yapılan çalışmalar büyük önem arz etmektedir. Genellikle böceklerde sindirim sistemi ağız ve anüsü birleştiren basit bir tüp şeklinde görülmektedir. Fakat çok az katıyla veya sıvıyla beslenen bazı böceklerde, orta bağırsak ile arka bağırsak arasındaki bağlantı tıkanmıştır. Hymenoptera larvalarında da bu duruma benzer bir

değişiklik görülür. Bu böceklerde dışkı maddesi, larva-pupa deri değişimi sırasında atılır (Chapman, 1998).

Genel olarak, böceklerde sindirim sistemi üç bölge olarak incelenmektedir. Ektodermal kökenli olan ön bağırsak (stomodeum), endodermal kökenli olan orta bağırsak (mezenteron) ve ön bağırsak gibi ektodermal kökenli bir yapıya sahip olan arka bağırsaktan (proktoteum) oluşur (Şekil 1.1) (Chapman, 1998).



Şekil 1.1. Böceklerde sindirim sistemi şematik şekli (Gullan ve Cranstons, 2012)

Böceklerde sindirim sistemi, üç kısımda incelenen, ağız ile başlayıp anüs ile son bulan basit tüp şeklinde bir yapıya sahiptir. Bu üç kısımdan ilki olan ön bağırsak, besinlerin depolanması, filtrelenmesi ve kısmen sindirilmesinde görevlidir. Devamında yer alan orta bağırsakta sindirim ve emilim gerçekleşmekte ve son olarak suyun emilimi ve homeostazda görev alan arka bağırsak yer almaktadır. (Snodgrass, 1993; Polat ve diğerleri, 2017; Candan ve diğerleri, 2020).

Sindirim sisteminin ön ve arka bağırsak kısımları kütikül tabakası ile çevrili olarak bulunurken, orta bağırsak peritrofik membran olarak adlandırılan film benzeri anatomik bir yapı ile besinlerden ayrılır (Terra ve Ferreira, 2009)

Coleoptera takımına ait böceklerde, sindirim sisteminin ilk kısmı olan genellikle kısa, düz ve boru şeklinde bulunan ön bağırsak, kısa bir yutak, dar bir boru şeklinde özofagus, kursak ve proventrikulustan oluşur (Şekil 1.1), (Ekis ve Gupta, 1971; De Sousa ve diğerleri, 2013; Sarwade ve Bhawane, 2013).

Farinks, besinin alınmasında ve geriye doğru geçişinde görev alır. Özofagus, genel olarak boru şeklide bir yapı olmasının yanında, farinks ve kursak arasında bir köprü görevi görmektedir. Bu daha çok hemimetabol böceklerde görülmektedir. Özofagus, birçok ergin hemimetabol böceklerde uzun, ince bir boru şeklinde olup, kasların zayıf gelişmesi ve ek olarak boyuna kasların kaybolmasıyla birlikte özellik kazanmıştır (Chapman, 1998). Farinks ve özofagus, alınan besinlerin kursağa doğru distal hareketinde (peristaltizm yoluyla) görev alır (Holtot, 2019).

Kursak besinlerin depolandığı organdır. Besinler sindirim sisteminin diğer kısımlarında işlem görene kadar burada kalırlar. Ayrıca bazı böceklerde kursak sindirim işlevini de üstlenir. Sindirim olayı tükürük enzimleri ve ön bağırsaktan çıkan enzimlerin karışması sonucu gerçekleşir. Çok zayıf halka ve boyuna kaslarla çevrelenmiştir. Bu kaslar birbirleriyle anastomoz (kaynaşma) yaparlar ve gevşek bir ağ meydana getirirler (Chapman, 1998). Çoğu böcekte sindirim kanalıyla aynı hizada bulunan ve yanall genişleme gösteren kursak, ergin Lepidoptera ve Diptera'da özofagusun bir lobu olarak bulunmaktadır (Chapman, 2013; Stoffolano ve Haselton, 2013).

Proventrikulus, ön bağırsağın son kısmıdır. Proventrikulusta halkasal ve boyuna kaslar çok iyi gelişmiştir. Proventrikulusun iç yüzeyinde intimanın diken, dış ve farklı şekillerde birçok çıkıntısı mevcuttur. Bu çıkıntılar, kasların etkisiyle birbirine sürtünür ve bu esnada besin parçaları öğütülür. Besinin orta bağırsağa geçişi proventrikulusun son kısmındaki kasların düzenlemesi sonucu olmaktadır. Besinin geriye doğru gelmesini ise ön bağırsağın son kısmında bulunan kapakçıklar engeller (Chapman, 1998). Gelişmiş kaslara sahip olan proventrikulus, besin geçişinde önemli bir kapakçık olup çoğunlukla Orthoptera, Blattodea ve bazı Coleoptera olmak üzere bazı böceklerde değiştirilmiş dış benzeri kitinöz yapıların etkisiyle besin maddesinin ek mekanik parçalanmasından da sorumludur. Devamında besin maddeleri, böceklerde enzimatik sindirimin birincil bölgesi olan orta bağırsağa aktarılır (Holtot, 2019).

Genellikle ön bağırsak hücreleri emilim ve salgılamada rol oynamadıkları için farklılaşmamış şekilde bulunurlar. Ancak yalnızca endokutikül ve epikutikülden oluşan kütikül tabakası farklı kısımlarda yer almaktadır. Düzenlenmeleri, ön bağırsağın farklı kısımlarında ve farklı türlerde değişiklik gösterir (Chapman, 1998).

Orta bağırsak, sindirim sisteminin en geniş bölgesidir (Sinha, 1958). Böceklerde orta bağırsak sindirim enzimlerinin çoğunun salgıladığı ve sindirimin gerçekleştiği ana bölgedir (Gilmour, 1960; Dadd, 1970; Wigglesworth, 1972; Sarwade ve Bhawane, 2013).

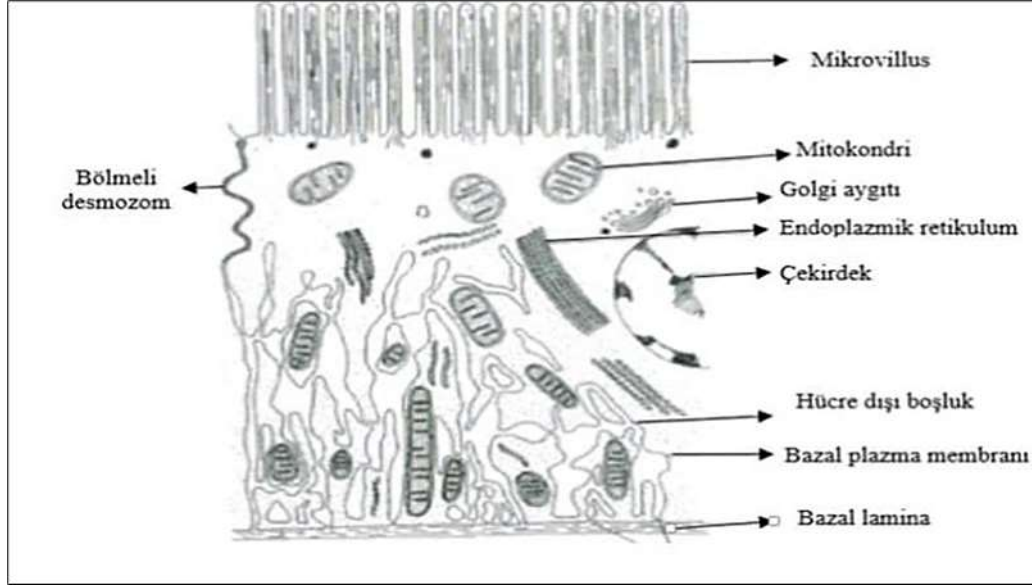
Orta bağırsak hücreleri sindirilen besin maddelerini kanal boyunca hareket ettiren peristaltik hareketlere neden olan dairesel ve uzunlamasına kas grupları ile çevrilidir (Klowden, 2013).

Coleoptera' nın da dahil olduğu genelleştirilmiş böceklerde orta bağırsak, tübüler ventrikül ve gastrik çeka olarak adlandırılan kör uçlu lateral anterior divertikül olmak üzere iki ana bölgeden oluşur (Vazquez-Arista, 1997; Gullan ve Cranston, 2005). Orta bağırsakta; epitel hücreleri, rejeneratif hücreler ve goblet hücreleri yer alır (Rost-Roszkowska ve diğerleri, 2007).

Birçok ergin Coleoptera' da, orta bağırsak homojen, farklılaşmamış bir tüp şeklinde görünse de anterior ve posterior kısımları arasında belirgin bazı farklılıklar görülmektedir. Orta bağırsağın tamamı veya anterior kısmının dış yüzeyinde rejeneratif kriptalar olarak bilinen küçük çıkıntılar bulunmaktadır (Crowson, 1981).

Orta bağırsak hücreleri aktif olarak besinlerin absorpsiyonuna ek olarak, enzim üretimi ve salgılama görevlerini de üstlenir. Orta bağırsaktaki hücrelerin çoğunluğu, uzun ve silindirik şeklinde olup lümen tarafına doğru mikrovillusları içerir (Şekil 1.2.). Her mikrovillus, aktin filament demetleri tarafından desteklenir (Chapman, 1998).

Mikrovillusların dış yüzeyi, çoğu böcekte glikokaliks ile çevrelenmiş olup bazı türlerde ise tek tabakalı glikoproteinden oluşur (Silva, 1995). Hemiptera'da glikokaliksin yerine, her bir mikrovillusun etrafında bir tüp oluşturan ve bazı durumlarda plazma zarından düzenli boşluklarla ayrılan lipid zarlar bulunur. Bu membran tüpleri, besin içerdiğinde orta bağırsağın lümenine doğru uzanır (Silva ve diğerleri, 1995; Billingsley, 1990).



Şekil 1.2. Orta bağırsakta bulunan mikrovillus yapısının boyuna kesiti (Chapman,1998)

Birçok böcekte, orta bağırsağın yakın ucundan ayrılan ve çeka adı verilen iki ile sekiz arasında değişkenlik gösteren küçük keseler bulunur. Gastrik çekum olarak adlandırılan bu yapı, enzim salgılanması ve biyokimyasal sindirim için ekstra yüzey alanı yaratır. Bu nedenle orta bağırsağın sindirim verimliliğini önemli ölçüde artırır (Holtorf, 2019).

Gastrik çekum bazı Diptera larvalarında 2, Acrididae’de 6, Culicidae larvalarında ve Blattodea’de 8 ve Heteroptera ve bazı Coleoptera’ da daha fazla bulunur. Bazı böceklerde gastrik çekuma rastlanmazken bazılarında ise sindirim ürünlerinin emildiği asıl yer olup bu bölgede sindirim enzimleri de bulunmaktadır. Kara çekirgelerinde kursakta meydana gelen sindirim sonucu oluşan sıvılar ve çözünmüş besin partikülleri gastrik çekumlarda hızlı şekilde emilir (Chapman, 1998).

Orta bağırsak epiteli çoğunlukla, protein-glikoprotein matrisindeki kitin fibrilleri ağından oluşan, peritrofik membran adı verilen ince bir kılıfla besin maddelerinden ayrılır. Peritrofin adı verilen bu proteinlerin, kitine bağlanma yeteneği kazanarak gastrointestinal mukus proteinlerinden evrimleşmiş olabileceği düşünülür. Peritrofik membran orta bağırsağın tamamından ayrılmış olabileceği gibi bazen de orta bağırsağın ön bölgesindeki hücreler tarafından üretilir (Gullan ve Cranston, 2005).

Peritrofik membran, özellikle katı besinlerle beslenen böceklerde koruyucu bir yapı olarak salgılanır. Bu zar, film benzeri bir yapıya sahip olup kitin ve proteinlerden meydana gelir.

Peritrofik membran, orta bağırsağın tüm uzunluğu boyunca bulunan hücreler tarafından üretilen Tip I veya yalnızca orta bağırsağın anterior tarafında bulunan bir grup hücre tarafından üretilen Tip II olarak sınıflandırılabilir. Tip 1 peritrofik membran Coleoptera, Ephemeroptera, Hymenoptera, Orthoptera ve Diptera' da bulunurken; Tip 2 peritrofik membran ise Isoptera, Lepidoptera, Dermaptera takımlarına ait böceklerde bulunur (Chapman, 2013; Gullan ve Cranston, 2014).

Sindirilen besinler ve sindirim enzimleri peritrofik membrandan geçerler. Bitki özsuğu ve kan emen böceklerde bu zar bulunmaz. Bazı Hemipterlerde bulunmasa da çoğu böcekte bu zar oluşmaktadır (Chapman, 1998).

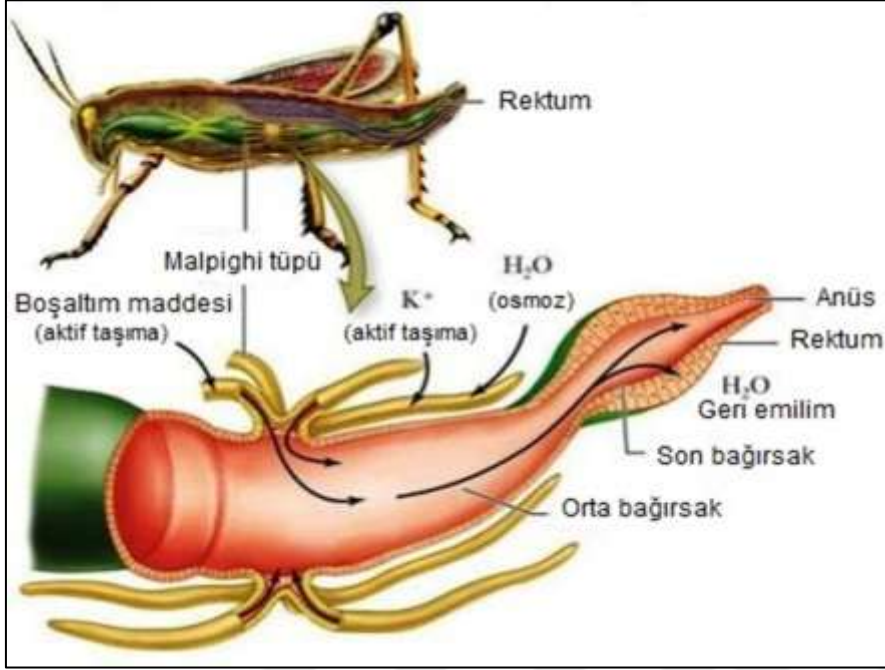
Peritrofik membran, besin ile orta bağırsak epiteli arasında bulunduğundan dolayı böceğin bağırsak biyolojisinde kilit rol üstlenir. Peritrofik membran orta bağırsak epitelini mekanik hasardan korur. Bunun yanı sıra patojenlerden, toksinlerden ve diğer zarar verici kimyasallardan kaynaklanan saldırılardan da koruyabilir. Farklı orta bağırsak bölümleri arasında moleküllerin geçişini düzenleyen yarı geçirgen bir membran görevi görmesi beklenen peritrofik membran, aynı zamanda orta bağırsak lümenini farklı, fizyolojik açıdan önemli bölümlere ayırabilir (Lehane, 1997).

Peritrofik zar, besin maddelerinin yaralayıcı etkilerinden korumasına ek olarak, bakteri, virüs gibi mikroorganizmalara karşı bir bariyer görevi görür. Bunun yanında sindirim enzimlerinin hızlıca boşalmasını engeller. Peritrofik zar deri değiştirme sırasında yenilenmeyip her bir sindirim sonrasında orta bağırsakta yer alan hücreler tarafından yeniden oluşturulur (Lehane, 1997; Çakıcı, 2008).

Malpigi tüpleri bir ucu kapalı, etrafı tek bir hücre tabakasından oluşan, uzun ve ince tübüler bir yapıya sahip olan uzantılardır. Malpigi tübülü sayısı değişkenlik gösterir. Coccoid'lerde iki adet gibi oldukça az sayıda yer alırken Ortopterlerde ise bu sayı 200'ün üzerinde olabilmektedir. Genellikle hemosölde serbest halde bulunurlar ve çözünen maddeleri filtreleme görevi görürler. Malpigi tüpleri orta bağırsak ve kütikula ile çevrili olan arka bağırsağın bağlantı noktasında yer alırlar (Gullan ve Cranstons, 2014).

Boşaltımdan sorumlu olan Malpigi tüpleri Azotlu atıkları (özellikle amonyum iyonları) hemolenften uzaklaştırmakla görevlidir. Toksik amonyum (NH₄) Malpigi tüpleri içinde

gerçekleşen bir dizi kimyasal reaksiyonla hızlı bir biçimde, önce üreye daha sonra da ürik asite dönüştürülür ve sonunda rektuma boşaltılır (Chapman, 1998).



Şekil 1.3. Böceklerde Malpigi tüpleri şematik şekli (URL-2)

Farklı böcek gruplarında Malpigi tüplerinin sayıları 1-150 arasında değişiklik gösterir. Örneğin; Coreidler de 4, Lepidopterlerde 6, bal arılarında 150'ye yakın Malpigi tübülü bulunmaktadır. Yaprak bitlerinde ise bu yapı mevcut değildir. Malpigi tüplerinin iç yüzeyinde epitel tabakası yer alır. Bu tabakayı halkasal, boyuna ve eğik kaslar çevrelemektedir (Demirsoy, 2003).

Böceklerde sindirim sisteminin üçüncü ve son bölgesi olan arka bağırsak genel olarak ileum, kolon ve rektum olmak üzere üç bölümden meydana gelir (Gullan ve Cranston, 2005). Buna karşın Heteroptera'da arka bağırsağın pilor ve rektum olmak üzere iki bölümden oluştuğu bilinmektedir (Özyurt Koçakoğlu, 2021).

Arka bağırsak genel olarak atık maddeleri orta bağırsaktan ve Malpigi tübüllerinden anüse aktaran basit bir tüp şeklindedir. Ancak bazı türlerde arka bağırsağın bu bölümünün bazı kısımları ozmoregülasyonda önemli bir role sahiptir. Arka bağırsak, ön bağırsağa benzer olarak bir kütikül tabakasıyla çevrili olup genellikle rektum veya rektal kese oluşturacak biçimde arka tarafa doğru bir genişleme gösterebilir. Arka bağırsağın esas görevi dışkı ve

idrardan su, tuz vb. faydalı maddelerin emilimini sağlamaktır (Smith, 1968; Vazquez-Arista, 1997).

Ön bağırsak gibi ektodermal kökenli bir yapıya sahip olan arka bağırsak kitin ile astarlanmıştır. Kuvvetli yapıda halkasal ve boyuna kaslarla çevrelenmiş olan arka bağırsakta iç kısımda boyuna kaslar, dış kısımda ise halkasal kaslar yer alır. Arka bağırsağın dış kısmını saran kaslar, çoğunlukla rektumun genişlemesinde görevlidir. Bu kaslar özellikle yusufçuk böceklerinin (Odonata) larvalarında çok iyi gelişmiştir (Chapman, 1998).

Sindirim sisteminin yaklaşık üçte birlik kısmını arka bağırsak oluşturur. İleum, arka bağırsağın üçte ikisinden biraz daha azını oluşturmaya rağmen orta bağırsağın posterior çapının yarısından biraz daha fazladır (Schaefer, 1931).

Böceklerin birçoğunda ileum rektuma doğru uzanan dar bir tüp şeklinde olup sadece tek bir hücre tipi görülür. Hücreler bol miktarda mitokondri içerir. Bu hücreler apikal plazma zarında ve bazal plazma zarında katlanmalar yapar ancak apikal plazma zarında, bazal plazma zarına oranla çok daha geniş katlanmalar bulunur (Chapman, 1998). Bağırsağın peristaltik hareketlerini oluşturmaya yarayan uzunlamasına ve dairesel kas tabakaları, hücrelerin bazal yüzeyini çevrelemektedir. Kasların kasılmasıyla bağırsak içeriği bağırsak boyunca hareket eder. İleumun her zaman önemli taşıma işlevini yerine getirdiği görülmektedir (Resh ve Cardé, 2009).

Birçok böcekte ileum rektuma bağlanan dar bir tüp şeklinde bulunur ancak bazen arka kısım önemli ölçüde farklılaşarak kolon ismini alır. İleum ile benzer bir yapıya sahiptir (Chapman, 1998). Kolon ileumun distal ucu ile rektumun proksimal ucunu birbirine bağlar. Kolon, oldukça kıvrımlı bir tüp şeklinde olup rektumla birleştiği arka uçta boyut olarak önemli ölçüde küçülmüştür. Kolonun esas işlevi iletimi sağlamaktır (Bess, 1935).

Coleoptera takımında, Malpigi tübüllerinin distal uçlarının perinefrik membran tarafından rektum duvarıyla temasta bulunduğu kriptonefrik bir sistem görülür. Böyle bir düzenleme, depolanmış tahıl gibi çok kuru bir diyetle yaşayan bazı böceklerin, suyu korumada önemli derecede verimli olmasına yardımcı olur. Rektumdaki nemli havadan bile su elde edilebilir (Vazquez-Arista, 1997; Gullan ve Cranston, 2005; Özyurt Koçakoğlu, 2020).

Tüm böceklerde bağırsağın posterior ucuna yakın, rektum olarak adlandırılan genişlemiş bir kısım mevcuttur. Rektumun yapısı türden türe önemli değişiklikler gösterebilir. Rektum lümeni kalın bir kütikül tabakası ile kaplıdır (Resh ve Cardé, 2009). Rektum, epitel hücrelerinin kolumnar olduğu rektal pedler gibi belirli bölgelerin haricinde genellikle ince bir epitelyuma sahiptir. Genellikle rektumun etrafında radyal olarak dizilmiş altı adet uzunlamasına rektal ped bulunur. Ancak Diptera'da rektal pedler uzunlamasına değil, papilliform olarak bulunabilirler. Böcek gruplarında rektal pedler içerdikleri hücre sayısı bakımından farklılık gösterir. Örneğin; Neuroptera, Lepidoptera gibi takımlarda rektal ped yapısı iki tabakalı hücre bulundururken, diğer takımlarda bu yapı tek sıra hücreden oluşur. Bu hücrelerin, geniş bir trake ağı içermeleriyle ilişkili olarak yüksek seviye metabolizmaya sahip olduğu ve su emilimini gerçekleştirdiği bilinmektedir (Chapman, 1998).

Rektumda yer alan kuvvetli kaslar kasılarak besin artıkları sıkıştırılır ve anüs açıklığından dış ortama atılır (Resh ve Cardé, 2009). Birçok böcekte rektum, rektal pedler ve/veya Malpigi tübülleri özelleşmiş boşaltım ve ozmoregülasyondan sorumludur (Maddrell 1971).

Kan ile beslenen böceklerde besinin kimyasal özelliğine bağlı olarak besinin gideceği yer değişiklik gösterir. Kursağın boşaltılması, hemolenfin ozmotik basıncı tarafından düzenlenir. Hemolenf ozmotik basıncı yüksek olduğu zaman besin orta bağırsığa çok yavaş geçiş yapar. Besinlerin büyük bir kısmı, polisakkarit ve protein makromolekülleri şeklinde mideye girer. Genellikle sadece küçük moleküller, doku içine geçebilir, büyük moleküller ise absorpsiyon gerçekleşmeden önce daha küçük parçacıklar halinde yıkılırlar. Besinlerin bu şekilde sindirilmesi bağırsakta yer alan mikroorganizmalar tarafından daha kolay bir biçimde sağlanmaktadır (Chapman, 1998).

Böceklerde sindirim ve emilim temel olarak orta bağırsakta gerçekleşir ancak istisnai olarak termitlerde sindirim son bağırsakta meydana gelir. Termitlerin sindirim sistemi selülozlu besinleri sindirecek enzimlerden yoksun olduğu için, sindirim son bağırsakta bulunan mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir (Chapman, 1998; 2013).

Tarımsal zararlı bir tür olan ve daha önce çalışılmamış olan *Capnodis tenebricosa*'nın sindirim sistemi ve boşaltım sisteminin histolojik ve morfolojik yapısı ışık ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak detaylı bir şekilde incelenmiş olup, bu türle yapılacak mücadele çalışmalarına temel oluşturması amaçlanmıştır. Ayrıca bu türün iç

organlarının histolojisi ve anatomisi diğ er böcek türleriyle karşılaştırarak, benzerlik ve farklılıklar ortaya çıkarılarak sistematik çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada sunulan verilerin gelecekte bu konularla ilgili yapılacak çalışmalara, ilaveten taksonomik, sistematik ve tarım zararlısı olan türlerle mücadelede yapılacak çalışmalara temel oluşturarak katkı sağlayacağı düşünülmektedir.





2. COLEOPTERA TAKIMI SİNDİRİM SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Canlıların büyüme, gelişme ve üreme gibi yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek ve hayatlarını devam ettirebilmek için enerjiye ihtiyaçları vardır. İhtiyaç duydukları enerjiyi elde edebilmeleri için besinlerin sindirimi büyük önem taşır. Böceklerin sindirim sistemi geçmişten günümüze birçok araştırmaya konu olmuştur. Birçok araştırmacı farklı böcek gruplarının sindirim sistemini bir bütün olarak veya sindirimde görevli olan bölümleri ayrı ayrı incelemiş ve çalışmalarında konu edinmiştir. Sindirim kanalının yapısıyla ilgili yapılan çalışmalara ek olarak sindirime yardımcı olan sistemlerin de yer aldığı çalışmalar mevcuttur. Bu bölümde, Coleoptera takımı içinde yer alan farklı familyalara ait türlerin sindirim sistemi ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Crioceris asparagi L. (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin sindirim kanalı morfolojik ve histolojik olarak incelenmiştir. Ön bağırsak yutak, yemek borusu, kursak ve yemek borusu valfi kısımlarından oluşur. Orta bağırsak mide ile temsil edilir. Arka bağırsakta ise pilor kapağı, Malpigi tübülleri, ileum, kolon ve rektum yer alır. Histolojik incelemelerde ön ve arka bağırsakta; intima, epitel, bazal membran, uzunlamasına ve dairesel kaslar ve periton zarı yapıları görülür. Orta bağırsakta ise peritrofik membran, epitel, bazal membran, dairesel kas, uzunlamasına kas ve periton membranı yer alır. *C. asparagi*'de altı adet Malpigi tübülü mevcuttur. Malpigi tübüllerin distal uçlarının kolonun etrafında bir tabaka oluşturduğu görülmüştür (Davidson, 1931).

Chlaenius (Coleoptera: Carabidae) cinsine ait bir yer kınkanatlısının proventrikulusunun yapısı açıklanmıştır. Diğer araştırmacılar tarafından incelenen yer kınkanatlısının proventrikulusuna benzer olarak; sklerotize intima, dört uzunlamasına çıkıntı ile dönüşümlü dört uzunlamasına kıvrım şeklinde düzenlendiği belirtilmiştir (Judy, 1947).

Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)'in yetişkinlerinin sindirim kanalının anatomisi ve hücresel yapıları detaylı olarak incelenmiştir. Sindirim kanalı ön, orta ve arka bağırsak kısımlarını içerir. Ön bağırsak farinks, yemek borusu, kursak ve proventrikulus kısımlarını içerir. Yemek borusu kısa, dar bir tüp şeklinde görülmüştür. Proventrikulusun ön bağırsağın en geniş kısmı olduğu gözlemlenmiştir. Orta bağırsak veya mide, sindirim kanalının en geniş kısmı olup pilorik kapakçık ve Malpigi tübülleri ile

sonlanmaktadır. Orta bağırsağın tüm yüzeyi düzensiz düzenlenmiş papilliform divertiküllerle kaplıdır. Sindirim kanalının en uzun kısmı olan arka bağırsak tüm sindirim kanalı uzunluğunun neredeyse yarısı kadardır. Arka bağırsak pilor, ileum, kolon ve rektum kısımlarından oluşmaktadır. İleum dar, U şeklinde bir tüptür. Kolon iyi tanımlanmamış olup ileumun giderek genişleyen arka kısmına kolon denilebilir. Rektum; önde rektal kese, arkada ise rektum olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. İleum ve orta bağırsağın birleştiği yerde altı Malpigi tübülünün yer aldığı gözlemlenmiştir (Sinha, 1958).

Ekis ve Gupta 1971 yılında yaptıkları çalışmada 22 cinsi temsil eden 44 Cleridae (Coleoptera) türünün sindirim sistemleri incelemişlerdir. Stomodeum (ön bağırsak) ayrı bir farinks, iyi gelişmiş bir özofagus, belirgin bir proventrikulus ve stomodeal kapaktan oluşur. Kursak ayırt edilemez. Stomodeal kapağın loblarının konumu sabitken boyutu, şekli ve sayısı değişiklik gösterir. İyi gelişmiş olan ventrikül (orta bağırsak) pürüzsüz, papillalı veya hafif enine buruşuk şekilde görülür. Proctodeum (arka bağırsak) oldukça gelişmiştir. Anteriorda 6 loblu bir pilorik valf ile işaretlenmiş olan pilor kısa ve kaslıdır. İleumun distal sınırında iki grup halinde distal bağlantılarıyla beraber 4 veya 6 adet kriptonefridiyal Malpigi tübülü yer alır. Arka bağırsağın anterior kısmında, iyi tanımlanmış bir ileum ve distal olarak genişleme gösteren kolon yer alır. Arka bağırsağın posterior kısmında ise, iyi gelişmiş bir rektal kese ve dişilerde erkeklere göre iki kat daha uzun olan uzun bir rektum bulunur.

Sitophilus granarius (Coleoptera: Curculionidae) bağırsağının ultrastrüktürel özellikleri ve proteinazların ve amilazların kursak ve orta bağırsaktaki dağılımı incelenmiştir. Orta bağırsakta tipik kolumnar hücrelerine ek olarak, bazal plazma membranında derin içe katlanmalar ile karakterize edilen koyu renkli hücreler görülmüştür. Bu istilaların perinükleer bölgeye uzanan hücre içi kanallar oluşturduğu ve bu hücrelerin salgı ve/veya emilimde rol oynadığını görülmüştür. Büyük vakuole benzer yapıda olan hücreler ön orta bağırsakta bulunurken, çok hücreli kriptler ve lümen içine apikal çıkıntılar yapan hücreler arka orta bağırsakta görülmüştür. Gastrik çekumun ince yapısı, ön ve arka orta bağırsak bölgelerinde bulunanlar arasında fonksiyonel farklılık olduğunu göstermiştir. Ön çekum hücrelerinin apikal bölgelerinde çok sayıda koyu renkli granüller yer alırken, arka çekum hücrelerin fırçası kenarını oluşturan mikrovilluslarda uzamış mitokondri görülmüştür. Bu nedenle, orta bağırsak açıkça bölgelere ayrılmamış olsa da, sindirim ve besin emilimi süreçlerinde yer alan bağırsağın farklı bölgelerinde farklı hücre tipleri bulunmaktadır. Bulgular, *S. granarius*'taki amilazın tükürük bezleri tarafından salgılandığını, buna karşın

trypsin ve aminopeptidazın orta bağırsak tarafından salgılandığını açıklar niteliktedir (Baker ve diğerleri, 1984).

İki tamamen karasal ve üç gelgit arası olmak üzere toplam beş Carabid türünde rektal pedlerin yapısı ve ultra yapısı incelenmiştir. Rektal pedlerin ultrastrüktürel yapısı, ozmotik düzenlemede yer aldıkları teorisiyle uyumlu bulunmuştur. Ultrastrüktürel farklılıklar, özellikle mitokondrilerin sayısı ve yapısı, gelgit arası türlerin tuz açısından zengin bir ortamda osmoregülasyona daha iyi adapte olabileceğini kanıtlar niteliktedir. Türlerden biri olan *Cillenus laterale* (Samouelle)'nin, gelgit arası bölgenin tepesine yakın bir yerde yaşamakta olup rektal pedlerinin ara yapısal özellikler gösterdiği belirtilmiştir (Elliot ve King, 1985).

Alphitobius diaperinus (Coleoptera: Tenebrionidae) larvalarının ve yetişkinlerinin sindirim yolları, düz tüplerden ve bu tüplere bağlı olan üst çene bezleri ve Malpigi tübüllerinden oluşur. Ön bağırsak, iyi tanımlanmış bir kursak veya proventrikulus olmaksızın farinks, maksiller bezler ve yemek borusundan oluşur. Orta bağırsak, gevşek bir dairesel ve uzunlamasına kas ağına sahip basit kese benzeri bir yapıda görülür. Arka bağırsak ön uçta ince bağırsak ve arka uçta kalın bağırsak olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Larvalarda bağırsak sigmoid şeklinde görünürken, yetişkinlerde bir ilmek oluşur. Hem larva hem de yetişkin evresinde kriptonefridal düzende altı adet Malpigi tübülü yer alır. Larvalarda tübüller arka bağırsağın etrafında eşit aralıklı dizilmiştir. Yetişkinlerde ise tübüllerden ikisi ventralde, dördü dorsalde bulunur (McAllister ve diğerleri, 1995).

Acalymma vittata (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae)'da sindirim kanalının morfolojisi tanımlanmıştır. Ön bağırsak, ağız boşluğu, farinks, yemek borusu ve kursak kısımlarından oluşurken iyi gelişmiş bir proventrikulustan yoksundur. Orta bağırsak, en uzun kısım olup bağırsak uzunluğunun %65'ini kapsar ve uzunluğu boyunca kendine özgü ventriküler kriptalar içerir. Buna ek olarak, peritrofik bir zarla çevrilidir ancak simbiyontları barındıracak çekadan yoksundur. Arka bağırsak kolon, rektum ve dört Malpigi tübülünden meydana gelir. Ön ve arka bağırsağın kütiküler intiması sıra dikenler içerir ve çok sayıda kıvrımlıdır (Garcia-Salazar ve diğerleri, 2000).

Dendroctonus (Coleoptera: Scolytidae) cinsinin sekiz türünde midgut ve hindgut'un ultrastrüktürel yapısı transmisyon elektron mikroskobu kullanılarak çalışılmıştır. Bu türlerin

sindirim kanalının çalışılması, yalnızca bu organın sindirim, detoksifikasyon, besin emilimi ve taşıma süreçlerinde rol oynaması sebebiyle değil, aynı zamanda feromonlar gibi yarı kimyasal bileşiklerin üretiminde de bulunması sebebiyle önem kazanır. Bu işlevleri ve bunların nerede meydana geldiğini daha iyi anlamak açısından anterior ve posterior orta bağırsak ile arka bağırsak arasındaki ultrastrüktürel farklılıklar ve bunların farklı hücre tipleri karakterize edilmiştir. Sekiz türün her iki cinsiyetten yetişkin örneklerinin sindirim kanalının anterior ve posterior orta bağırsak ile arka bağırsak kısımları analiz edilmiştir. Orta bağırsağın epitel dokusunun, ön ve arka orta bağırsağın farklılaşmasına izin veren ultrastrüktürel özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir. Aynı türün cinsiyetleri arasında yapısal bir farklılık bulunmaz ancak türler arasında farklılıklar mevcuttur. Arka bağırsağın yapısal özellikleri cinsiyetler veya türler arasında farklılık göstermezken orta bağırsağinkinden farklı olduğu görülmüştür (Silva-Olivares ve diğerleri, 2003).

Dendroctonus armandi Tsai ve Li (Coleoptera: Curculionidae)'nin sindirim kanalının morfolojisi ve histolojisi, ışık mikroskobu ve elektron mikroskobu kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıntılı olarak incelenen genel yapıların büyük kısmının diğer *Dendroctonus erichson* türleri için bildirilenlere benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak besin kanalını çevreleyen peritrofik membran, arka bağırsak intimasında ince dikenlerin bulunmaması ve özel proventriküler plakaların varlığı gibi bazı belirgin farklılıklar bulunduğu bildirilmiştir (Bu ve Chen, 2009).

Hypothenemus hampei (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)'nin erkek ve dişilerinin sindirim kanalı ve üreme yolları açıklanmıştır. Sindirim kanalı ön, orta ve arka bağırsak kısımlarını içerir. Ön bağırsak farinks, yemek borusu, kursak, proventrikulus ve kardiyak kapak kısımlarından meydana gelmiştir. Orta bağırsak anterior ve posterior olmak üzere iki kısımda incelenmiştir. Orta bağırsak lümenindeki besin peritrofik bir zarla çevrilidir. Posterior orta bağırsakta, iki gastrik çekum bulunur. Arka bağırsak, altı adet Malpigi tübülü içeren pilorik kapakla başlar. Hemen sonrasında ileum, genişlemiş kolon ve rektum kısımları yer alır (Rubio ve diğerleri, 2008).

Palmiye yağının tehlikeli bir zararlısı olan *Coelaenomenodera lameensis* (Coleoptera: Chrysomelidae)'in ağız kısımları, sindirim kanalının anatomisi ve histolojisi ilk kez araştırılmıştır. Larva ağız parçaları, aşama 1'den aşama 4'e kadar parça boyutunda değişiklikler gösterir. Yetişkin ağız parçaları ısırma uyarlanmıştır. Sindirim kanalı

üzerinde yapılan morfometrik çalışma, böcek hangi evrede olursa olsun orta bağırsağın en uzun kısım olduğunu göstermiştir. Histolojik incelemeler, sindirim kanalının larva ve yetişkinlerde stomodeum, mesenteron ve proctodeum olmak üzere üç ana bölgeden oluştuğunu göstermiştir. Bu bölgelerin yapısı özellikle ön bağırsakta böceğin yutulan bitkiyi tüketecek anatomik yapıya sahip olduğunu meydana çıkarmıştır (Herve ve diğerleri, 2011).

Sitophilus zeamais (Coleoptera: Curculionidae)'in erginlerinin orta bağırsağı ışık mikroskobu, taramalı ve geçirmeli elektron mikroskobu kullanılarak incelenmiştir. Aynı zamanda protein ve enzimatik aktivitelerin belirlenmesi, nişasta hidroliz ürünlerinin analizleri yapılmıştır. *S. zeamais*'te orta bağırsak, ön orta bağırsak ve arka orta bağırsak olarak farklılaşmış olup rejeneratif, endokrin ve sindirim hücrelerini içermektedir. Ön orta bağırsakta rejeneratif kriptlerin oldukça yoğun olarak bulunduğu gözlemlenmiştir. Protein sentezi ile ilişkili organelleri içeren hücreler ve amilaz ve lipazların varlığı sindirimin büyük kısmının ön orta bağırsakta gerçekleştiğini göstermektedir. Arka orta bağırsakta peritrofik membran ve çok sayıda gastrik çekum bulunmaktadır. Az farklılaşmış hücrelerde düşük enzimatik aktivitelere sahip sitoplazmik organeller ve uzun mikrovilluslar arka orta bağırsağın esas görevinin emilim olduğunu göstermektedir (De Sousa ve Conte, 2013).

Sitophilus zeamais (Coleoptera: Curculionidae)'in erginlerinin kursak ve proventrikulus yapısı ışık mikroskobu, taramalı elektron mikroskobu ve transmisyon elektron mikroskobu kullanılarak analiz edilmiştir. Kursak bir depolama organı olarak işlev görmektedir ve burada bulunan hücrelerin, protein senteziyle ilgili işlevsel özellikler gösterdiği belirtilmiştir. Lümeninde yüksek yoğunlukta prokaryotik mikroorganizmalara ve dikenlere rastlanmıştır. Besin parçacıklarının öğütülmesinden ve filtrelenmesinden sorumlu olan proventrikulus, sekiz adet kitin diş içermektedir. Proventrikulus, besinin sindirim kanalından tek yönlü geçişini kontrol eden stomodeal valfi oluşturmaktadır (De Sousa ve diğerleri, 2013).

Aegorhinus superciliosus (Coleoptera: Curculionidae) sindirim sisteminin histolojik ve morfolojik yapısı çalışılmıştır. Bu türde çoğu böcek için geçerli olan tipik bir sindirim sistemi vardır; erkek ve dişilerde benzerdir, ancak dişilerde daha uzun ve böceğin iki katı uzunlukta bulunur. Sindirim sistemi; ön, orta ve arka bağırsak olmak üzere üç bölgeye ayrılan, değişken çaplı uzun bir tüp şeklindedir. Histolojik olarak incelendiğinde diğer türlerde tarif edilene benzer epitel dokusu özellikleri görülür ve dıştan bakıldığında zaman erkek ve dişi arasında hiçbir fark olmayan bir kas dokusuna sahiptir. Bununla birlikte, kursağın

bulunmaması, gastrik çekumun yeri ve sayısı, peritrofik membranın varlığı ve rektal pedin yokluğu gibi farklı böcek gruplarında farklılık gösteren özellikler göstermiştir (Medel ve diğerleri, 2013).

Odoiporus longicollis (Coleoptera: Curculionidae) erginlerinin sindirim kanalının anatomisi ve histomorfolojisi üzerine çalışılmıştır. Sindirim sistemi, vücut uzunluğunun neredeyse iki katı kadar olan boru şeklinde ve sarmal bir yapıdadır. Stomodeum, mesenteron, proctodeum kısımlarını içerir. Stomodeum, lümen, iç intimal tabaka, dış intimal tabaka, epitel, bazal membran, kaslar gibi histolojik katmanlara sahip olan farinks, yemek borusu, kursak ve stomodeum valfi kısımlarından oluşur. Mesenteron hacimli ön kısım, tübüler orta kısım ve histolojik lümen katmanları, peritrofik membran, epitel ve bazal membran içeren rejeneratif kriptlere sahip olan arka kısımdan oluşur. Proctodeumda pilor, ileum, kolon ve rektum ile birlikte sırasıyla lümen, intima, epitel, bazal membran ve muskuler histolojik katmanları yer alır (Singh ve Prasad, 2013).

Platynotus belli (Coleoptera: Tenebrionidae)'nin sindirim sisteminin anatomik ve histolojik yapısı incelenmiştir. Anatomik olarak kısa bir ön bağırsak, uzun orta bağırsak ve anüs yoluyla dış ortama açılan arka bağırsaktan oluştuğu belirtilmiştir. Histolojik olarak ön bağırsak ve arka bağırsakta dışta dairesel ve içte uzunlamasına kas tabakaları, ardından bazal membran ve epitel bulunmaktadır. En içte intima tabakası yer alır. Orta bağırsak, bağırsak içeriğini çevreleyen peritrofik membran ile dış muskuler ve iç kolumnar epitelden meydana gelmiştir. Malpigi tübülü tek katlı kübik epitel yapısında bulunur. *P. belli*'nin kursak ve tükürük bezleri yoktur (Sarwade ve Bhawane, 2013).

Epicauta waterhousei (Coleoptera: Meloidae)'nin yetişkinlerinin mesentero-proktodeal (orta ve arka bağırsak) bölümlerinin histolojik organizasyonu tanımlanmıştır. Mezentero-proktodeal bölgelerin histolojik duvarı sırasıyla mukoza, submukoza, muskularis ve seroza olmak üzere dört katmandan oluşmaktadır. Orta bağırsak, kısmen uzunlamasına kıvrımın boyutuna ve karakterizasyonuna bağlı olarak ön orta bağırsak, orta orta bağırsak ve arka orta bağırsak olmak üzere üç alt kısımda incelenir. Bu alt kısımlar arasında, arka orta bağırsağın uzunlamasına kıvrımı diğer alt kısımlara göre giderek daha yüksek hale gelir. Orta bağırsak, tek katlı kübik epitelden oluşan mukozal epitel astara sahiptir. Arka bağırsak ileum ve rektum kısımlarını içerir. Bu kısımlar iç dairesel ve dış uzunlamasına kas tabakaları ve basit kübik epitel ile kaplanmıştır. Rektumun kas tabakası ileuma göre daha kalındır. Bu çalışma

yapısal histoloji hakkında temel bilgiler sunmaktadır, ancak daha detaylı tanımlayıcı araştırmalara ihtiyaç duyulabileceği belirtilmiştir (Senarat ve diğerleri, 2014).

Adalia bipunctata (Coleoptera: Coccinellidae)'nın sindirim kanalı, ön bağırsak (stomodeum), orta bağırsak (mezenteron) ve arka bağırsak (proctodeum) kısımlarını içerir. Ön bağırsak en kısa bölge, orta bağırsak ise en uzun bölgedir. Ön bağırsakta farinks, yemek borusu ve proventrikulus kısımları ayırt edilirken, kursak görülmemiştir. Arka bağırsak ileum, rektum ve rektal kanaldan oluşmaktadır. Ön bağırsağın yassı epitelden silindirik epitele kadar değiştiği görülmüştür. Orta bağırsak epitel, goblet ve rejeneratif hücreleri içeren basit sütunlu bir yapıdadır. Arka bağırsağın epitelinin basit kübik epitelden yassı epitele kadar değişmiş olduğu belirtilmiştir (Borges ve diğerleri, 2015).

Palmiye ağaçlarının başlıca zararlısı olan *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Dryophthoridae)'un larvalarının sindirim sistemi incelenmiştir. Sindirim sistemi ön, orta, arka bağırsak kısımlarından oluşur. Ön bağırsak yemek borusu, kursak ve proventrikulus kısımlarını içerir. Ön bağırsağın en büyük kısmı olan kursak, aktif beslenen larvaların katı gıdasını depolamadaki rolünü destekler. Proventrikulus, katı gıdanın küçük parçalar halinde öğütülmesini sağlayan ön bağırsağın son kısmıdır. Orta bağırsak, sindirim sisteminin en uzun kısmı olup karın bölümlerinin içinde kıvrılır. Orta bağırsağın ventrikülü, yüzeydeki criptal papillaların çıkıntısıyla kaplıdır. Orta bağırsak epiteli, silindirik epitel hücresi, goblet hücresi, villus ve peritrofik membranın varlığı ile karakterize edilebilir. Arka bağırsakta, ileum, Malpigi tübülü, kolon ve rektum kısımları bulunur. Ek olarak, histolojik incelemede Malpigi tübülünün, larvaların ileum ve rektumu arasında yer alan ileum ve kolonla kaynaşarak kriptonefridiyal sistem oluşturduğu belirtilmiştir. Sindirim sisteminin anlaşılmasının *R. ferrugineus* istilasını için potansiyel bir çözüm olabileceği düşünülmektedir (Harris ve diğerleri, 2015).

Ateşböceği, *Pteroptyx tener* (Coleoptera: Lampyridae)'in ağız kısmının morfolojisi ve sindirim sisteminin anatomisi ve histolojisi üzerine çalışılmıştır. Morfolojik incelemelere sonucunda, *P. tener*'in hilal benzeri dar bir apikal mandibulası olan hipognathus ağız kısmı görüldü. Taramalı transmisyon elektron mikroskobu görüntüsü, alt çenenin içinde, alt çenenin bir ucundan diğer ucuna kadar uzanan özel bir besin kanalı bulunduğunu gösterdi. Alt çenenin ucu, beslenmede bitki özsuyu emmesi için delme ekipmanı olarak kullanılabilir. Sindirim sisteminin morfolojik incelemesinde, bu türde küçük bir kursak, geniş bir ventrikül

ve sıvı besleyici bir böceğe uygun olan uzun bir bağırsak bulunduğu görüldü. Histolojik kesitler, özellikle arka bağırsağın kalın kas tabakasından ve bağırsağın tüm kısımlarında ince epitel tabakasından oluştuğunu göstermektedir (Nurul Wahida ve diğerleri, 2018).

Epiphaneus malachiticus (Coleoptera: Curculionidae) erginlerinde sindirim kanalının morfolojik ve histolojik yapıları stereo mikroskop, ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak analiz edilmiştir. *E. malachiticus*'un sindirim kanalı morfolojik ve histolojik olarak ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç kısımda incelenir. Ön bağırsakta; lümen, intima, epitel ve dış kaslar gibi histolojik katmanlara sahip olan farinks, yemek borusu ve kursak bulunur. Orta bağırsak anterior ve posterior olarak ikiye ayrılır. Birincisi geniştir; ikincisinin çapı birincinin üçte ikisi kadardır. Duvarları içte silindirik epitel ve dışta kas tabakası ile çevrilidir. Arka bağırsakta; lümen, intima, epitel ve kaslar gibi histolojik katmanları içeren pilor, ileum, kolon ve rektum kısımları yer alır. Tek katlı kübik epitele sahip olan Malpigi tübülleri uzundur ve pilorla bağlantısı bulunur. Bu türde tükürük bezleri bulunmamaktadır (Candan ve diğerleri, 2019).

Capnodis tenebrionis (L. 1758) (Coleoptera, Buprestidae)'in yetişkin erkek ve dişilerinin sindirim sisteminin morfolojik ve histolojik yapıları stereo mikroskop, ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak incelenmiştir. *C. tenebrionis*'in sindirim sistemi morfolojik ve histolojik olarak ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç ana bölümde incelenmiştir. Ön bağırsağın ağızda başlayıp, ardından kısa bir farinks, yemek borusu, kursak ve proventrikulus kısımlarından meydana geldiği belirtilmiştir. Histolojik olarak ön bağırsakta dışta dairesel, içte boyuna kas tabakaları ve bunun yanında bazal membran ve epitel hücrelerinin yer aldığı görülmüştür. En içte bulunan tabaka ise intima tabakasıdır. Kursağın iç yüzeyinde birkaç diken benzeri yapıya rastlanmıştır. Proventrikulusun iç yüzeyinde gruplar halinde dişler bulunmaktadır. Orta bağırsak, bağırsak içeriğini çevreleyen peritrofik bir membran ile dışta muskuler ve içte kolumnar epitelden meydana gelmiştir. Orta bağırsağın dış yüzeyinin, rejeneratif kriptalar adı verilen, düzenli aralıklı sıralanmış yuvarlak yapılarla kaplı olduğu görülmüştür. Malpigi tübülü tek katlı kübik epitelden oluşmuştur. Sindirim sisteminin son kısmı olan arka bağırsak, pilor ile başlar, bunu ileum, kolon ve rektum takip eder ve dışta anüs ile son bulur (Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2020).

Chrysolina herbacea (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın sindirim kanalı ve Malpigi tüplerinin anatomik ve histolojik yapısı ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. *C. herbacea*'nın sindirim kanalı ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç ana kısımdan oluşur. Ön bağırsak; farinks, yemek borusu, kursak ve proventrikulus kısımlarını içerir. Malpigi tübüllerin proksimal kısmı pilorik kapakla birleşirken distal kısımları ise hemosölde bulunur. Dalgalı bir görünüme ve düz bir yüzeye sahiptir. Malpigi tübülleri, fırça kenarlı ve kılıfı olan tek tabakalı kübik epitel ile çevrelenmiştir. Arka bağırsağın pilorik kapak, ileum, kolon ve rektum kısımlarından meydana geldiği rapor edilmiştir (Özyurt Koçakoğlu ve Candan, 2021).

Melanophila picta decastigma (Coleoptera: Buprestidae)'nin anatomisi ve histolojisi stereo, ışık ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak incelenmiştir. Sindirim sisteminin ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsaktan oluştuğu belirtilmiştir. Ön bağırsak farinks, yemek borusu, kursak ve proventrikulus kısımlarını içerir. Ön bağırsakta kas katmanları ve ardından intima ve epitel hücreleri gözlemlenmiştir. Orta bağırsağın ön kısmında uzun, tübüler bir çift gastrik çekum yer alır. Enine kesitlerde, kısa çizgili kenarlı, tek katmanlı silindirik epitel görülmüştür. Orta bağırsak, epitel astarı katlanarak lümenine kavisli bir görünüm kazandırmıştır. Bu tek tabakalı silindirik epitel hücrelerinin çekirdekleri medialde yerleşim gösterir ve apikal olarak çizgili bir kenara sahiptir. Orta bağırsak yüzeyi yuvarlak yapıya sahip olan rejeneratif kriptalar ile çevrelenmiştir. Arka bağırsağın (pilor kapağı, ileum, kolon ve rektum) kısımlarından oluştuğu açıkça ayırt edilmiştir. Arka bağırsak bölümlerinin oldukça katlanmış bir kütiküler astar, tek katmanlı kübik epitel ve çok kaslı bir duvara sahip olduğu belirtilmiştir (Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2021).

Önemli bir predatör olan *Calosoma sycophanta* L. (Coleoptera: Carabidae)'nın erginlerinin Malpigi tübüllerinin ve sindirim sisteminin yapısı ışık ve elektron mikroskobu kullanılarak incelenmiştir. *C. sycophanta*'nın sindirim sistemi; ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır. Ön bağırsak; ağız boşluğu, yutak, yemek borusu, kursak ve proventrikulus olmak üzere dört bölümden oluşur. Yemek borusu boru şeklindedir ve kıvrımlı bir yüzeye sahiptir. Kursak bulb benzeri genişlemiş bir kanaldır. Proventrikulus orta bağırsağa bağlanır. Orta bağırsak, ön uçta bulunan ön bağırsaktan arka uçta yer alan arka bağırsağa kadar uzanır. Orta bağırsak yüzeyi yoğun bir şekilde parmak benzeri kriptalarla kaplıdır. Arka bağırsak ileum, kolon ve rektumdan oluşur. İleumun ön ucu, dört Malpigi tübülünün girişiyle belirginlik kazanmıştır. Malpigi tübülleri tek tabakalı

kübik epitel hücreleriyle çevrilidir. Kolon, ileumun arka ucu ile rektumun ön kısmı arasında yer alır. Rektum lümen, intima, tek tabakalı kıvrımlı epitel ve kas tabakasıyla kaplıdır. Ayrıca bu türde bir çift anal bez, anal bez rezervuarı ve ince-uzun rezervuar kanalları genital odaya bağlı olarak bulunur (Candan ve diğerleri, 2021).

Nekrofag bir böcek olan *Oxelytrum discicolle* (Coleoptera: Silphidae)'nin larvalarının ve yetişkinlerinin sindirim sisteminin morfolojisi ışık ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak tanımlanmıştır. Üç larva döneminde, ön bağırsak kısa ve dardır, orta bağırsak genişlemiş bir tüp şeklinde ve pürüzsüz bir yüzeye sahiptir ve arka bağırsak dar ve uzundur, küçük yanal çıkıntılara ve genişlemiş bir terminal bölgesine sahip olduğu görülmüştür. İkinci ve üçüncü larva döneminde bağırsak epiteli, orta ve arka bağırsakta vakuoller içerir ve orta bağırsak lümeninde yüksek miktarda apokrin salgısı üretilir. Yetişkinlerde epitelyumu kaplayan kütiküler intimada küçük dikenler içeren kısa bir ön bağırsak bulunur. Genişlemiş orta bağırsakta, kör kısımda rejeneratif hücreler içeren çok sayıda kısa gastrik çekum yer alır. Bu hücreler orta bağırsak lümenine doğru silindirik hücrelere farklılaşır. Uzun ve dar olan arka bağırsak, ince bir kütikül ile kaplı katlanmış epitel ile genişlemiş bir distal kısma sahiptir. Histokimyasal testler, larva ve yetişkinlerin bağırsak epitelinde protein depolama granüllerinin bulunmadığını ortaya çıkarmıştır (Toni ve diğerleri, 2022).

Meligethes (Odonthogethes) chinensis (Coleoptera: Nitidulidae: Meligethinae)'in sindirim kanalı ve Malpigi tübüllerinin yapısal morfolojisi ışık, floresans ve taramalı elektron mikroskobu kullanılarak çalışılmıştır. Yetişkin *M. (O.) chinensis*'in sindirim kanalı ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak bölümlerinden oluşur. Ön bağırsak diğer iki kısımdan daha kısa olup, farinks, yemek borusu, proventrikulus ve kardiyak kapak kısımlarını içerir. Ön bağırsakta kursak yoktur. Orta bağırsak düz, şişkin, silindirik ve ince duvarlı bir tüp şeklindedir. Çok sayıda küt parmak şeklinde gastrik çekum düzensiz olarak dağılım gösterir ve orta bağırsağı çevreler. Arka bağırsak ileum, kolon ve rektum olmak üzere üç kısımda incelenir. İleum kıvrılmış şekilde görülmüştür. Kolon arkaya doğru genişleme gösterir. Rektum kalın ve kaslıdır ve bunu membranöz bir yapı izler. Altı Malpigi tübülü, bir kriptonenfridal sistem oluşturmak için kolona bağlanır. Bu çalışma, Meligethinae'nin sindirim kanalı ve Malpigi tübüllerinin genel morfolojisini sistematik olarak inceleyen ilk çalışma olup, antofag böceklerin daha sonraki anatomik ve fizyolojik çalışmalarına önemli destek sağlayabileceği düşünülmektedir (Chen ve diğerleri, 2023).

Xylosandrus compactus (Eichhoff 1875) (Coleoptera: Curculionidae)'un tüm vücut histolojik özellikleri tanımlanmıştır. Sindirim sisteminin, ön bağırsak (yemek borusu, kursak ve proventrikulus), orta bağırsak ve arka bağırsak (veya rektum) bölümlerinden oluştuğu belirtilmiştir. Sindirim sisteminin büyük bir bölümünü oluşturan epitelyal orta bağırsakta 3 farklı hücre tipi mevcuttur. Orta bağırsağın aksine, arka bağırsak epitelinde yalnızca bir hücre tipi görülmektedir. Gastrik çekanın, arka bağırsakta net bir şekilde görülebilen bir gastrik bez olarak bulunduğu belirtilmektedir. Bu çalışmanın tümü, dişi *X. compactus*'un ilk histolojik tanımını yapmakta olup, ilgili alanlardaki araştırmaların ilerletilmesinde yararlı olacağı düşünülmektedir (Sittichaya ve diğerleri, 2023).

Bugüne dek Coleoptera takımına ait birçok türün sindirim sisteminin yapısı ve sindirim sistemine ait kısımlar çalışılmıştır. Tarımsal zararlı bir tür olan ve daha önce çalışılmamış olan *Capnodis tenebricosa*'nın sindirim sistemi ve boşaltım sistemi detaylı olarak tanımlanarak, bu türle yapılacak mücadele çalışmalarına temel oluşturması amaçlanmıştır.



3. MATERYAL ve METOD

3.1. İncelenen Materyal Hakkında Genel Bilgi



Resim 3.1. *Capnodis tenebricosa* 'nın genel şekli (URL-3)

C. tenebricosa; Polyphaga alttakımı, Coleoptera takımı, Buprestidae familyasına ait olan bir tür olup genel görünüm ve renk itibarıyla *Capnodis tenebrionis* 'e benzemektedir. Ancak boyunun çok daha küçük olması ve bakıra çalan parlagımsı rengi ile diğer türlerden kolaylıkla ayırt edilir. Önemli başka bir özelliği ise pronotumda bulunan callus'ların küçük kabarcık benzeri bir görünümde bulunmasıdır. Diğer *Capnodis* türlerinde pronotum üzerinde bulunan beyaz renkteki mumsu madde bu türde bulunmaz. Ergin *Capnodis tenebricosa* 16-22 mm arası boy uzunluğunda olup güneşli havalarda aktiftirler. Esas olarak bitkilerin çiçeklerinde polenle beslenirler, ancak yaprak, sürgün ve tomurcuklarla beslenenler de mevcuttur. *C. tenebricosa* larvaları sert çekirdekli meyve ağaçlarından beslenerek zarara sebep olmaktadır. Akdeniz ülkelerinin çoğunluğuyla, Sibiry ve Orta Asya'yı kapsayan alanda yayılış göstermektedir. Türkiye'de ise geniş bir alana yayılsa da, özellikle Batı Anadolu bölgesinde görülen bu tür kiraz, kayısı, zerdali gibi meyve ağaçlarında ve aynı zamanda kuzukulağında zararlı olmaktadır.

3.2. Örneklerin Toplanması ve Laboratuvarda Üretimi

Bu çalışmada kullanılan ergin *C. tenebricosa* (Coleoptera: Buprestidae) örnekleri Haziran 2019'da Eskişehir'den toplanmıştır. Araziden toplanıp laboratuvara getirilen *C. tenebricosa* erkek ve dişileri 1-1,5 litrelik pet kapların içerisinde her gün taze bitkiler konarak 24 ± 2 °C'de beslenmiştir.

3.3. Işık Mikroskobu İçin Örneklerin Hazırlanması

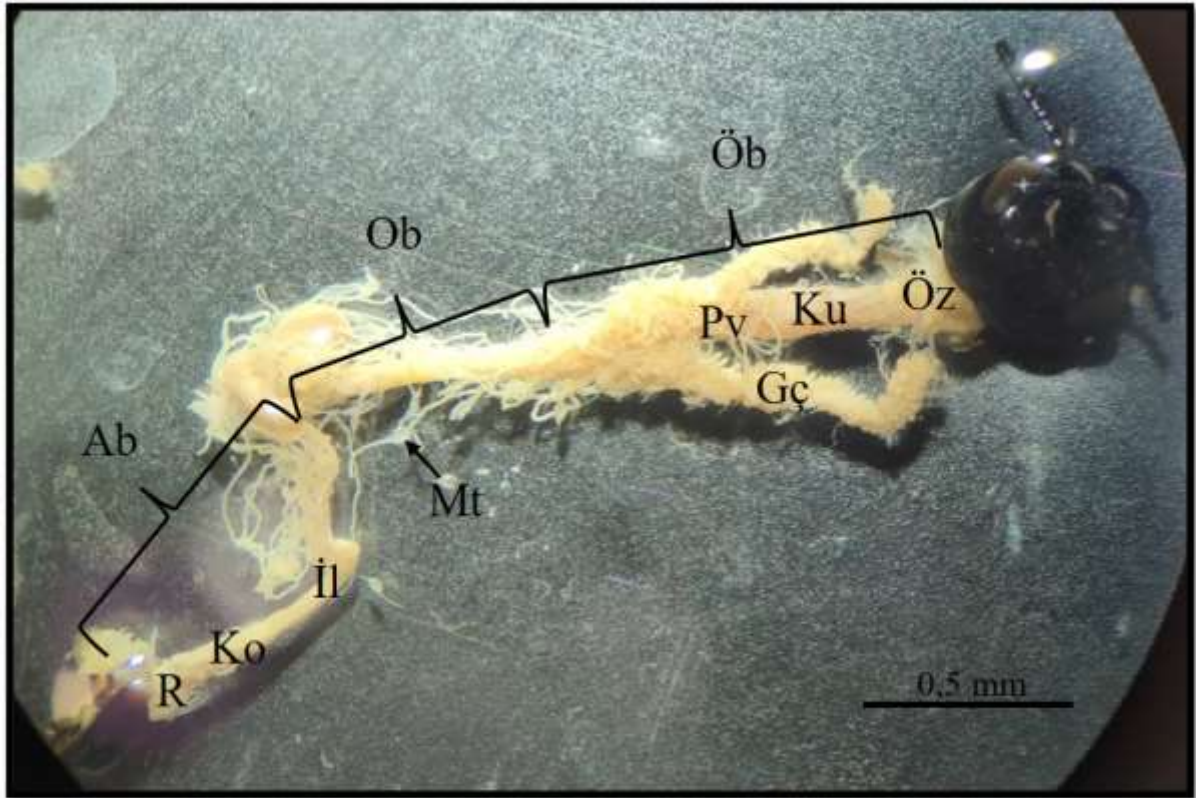
Histolojik değerlendirmeler için sindirim ve boşaltım sistemine ait örnekler 24 saat Formaldehitte tespit edildikten sonra, tespit maddesinden kurtarılmak üzere 24 saat akan çeşme suyunda yıkanmıştır. Sonrasında yükselen alkol serilerinde (%50, %70, %80, %90, %100) dehidre edilen örnekler, 15'şer dakika sırayla oda sıcaklığında ve 65 °C'de etüvdeki ksilolde tutulmuştur. Ardından parafine doyurma olup sonunda tamamen saf parafine gömülmüştür. Parafin bloklardan mikrotom aracılığıyla 6-7 µm kalınlığında kesitler alınmıştır. Mikrotomda alınan kesitlerin ışık mikroskobu incelemeleri için Hematoksilen-Eozin ve Mallory 3' lü boyaması yapıp entellan ile kapatılarak daimi preparat haline getirilmiştir. Sindirim sistemine ait olan bu kesitler Olympus BX51 marka ışık mikroskopunda (4X, 10X, 20X, 40X ve 100X) büyötmelerinde incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

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'luk Glutaraldehitte en az 1 gün tespit edildikten sonra 15 dakikalık iki değişme yapılarak fosfat tamponuyla (pH: 7,2) yıkanmıştır. Ardından 15'er dakikalık %70, %80, %96, %100 ve %100'lük alkol serilerinden geçirilmiştir. Sonrasında Heksametildisilazan (HMDS)' den geçirilen örnekler havada kurutulmuştur. Kurutulan örnekler çift taraflı yapışkan bantlar ile bütün haliyle veya belli bölgelerden kırılarak staplara tutturulmuştur. Polaron SC 502 kaplama cihazında altınla kaplanan sindirim kanalı örnekleri JEOL JSM6060 LV marka taramalı elektron mikroskopunda (SEM) 5-10 KV'de incelenmiş ve fotoğraflandırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

C. tenebricosa'da sindirim sistemi ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Ön bağırsak farinks, özofagus, kursak ve proventrikulus kısımlarından oluşmaktadır. Orta bağırsağın ön kısmında bir çift gastrik çekum yer almaktadır. İnce-uzun iplik şeklinde Malpigi tübülleri orta ve arka bağırsağın etrafını çevrelemiştir. Arka bağırsak ileum, kolon ve rektum kısımlarını içermektedir (Resim 4.1).



Resim 4.1. *Capnodis tenebricosa*'nın sindirim kanalının genel görünüşü- Stereo Mikroskop (SM)

4.1. Ön Bağırsak

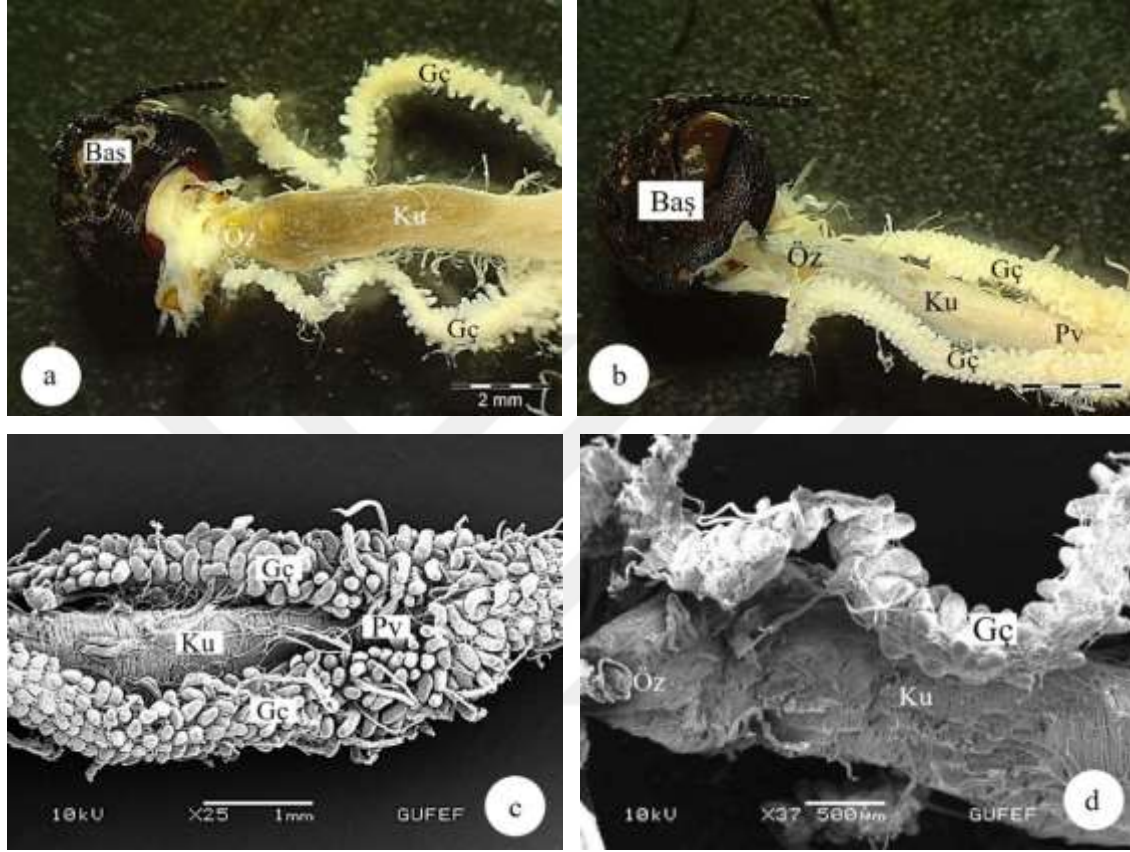
Capnodis tenebricosa'da ön bağırsak; farinks (yutak), özofagus (yemek borusu), kursak ve proventrikulus olmak üzere dört kısımdan meydana gelir (Resim 4.2).

4.1.1. Yutak (Farinks)

Farinks, ağız ile yemek borusunu bağlayan ön bağırsağın ilk kısmıdır. Besin maddelerinin alınması ve geriye doğru geçişi bu bölgede gerçekleşir.

4.1.2. Özofagus (Yemek borusu)

Farinks ile kursak arasındaki bağlantıyı sağlayan ve ön bağırsağın ikinci kısmı olan özofagus, boru şeklinde bir yapıya sahiptir (Resim 4.2. a.b.d).

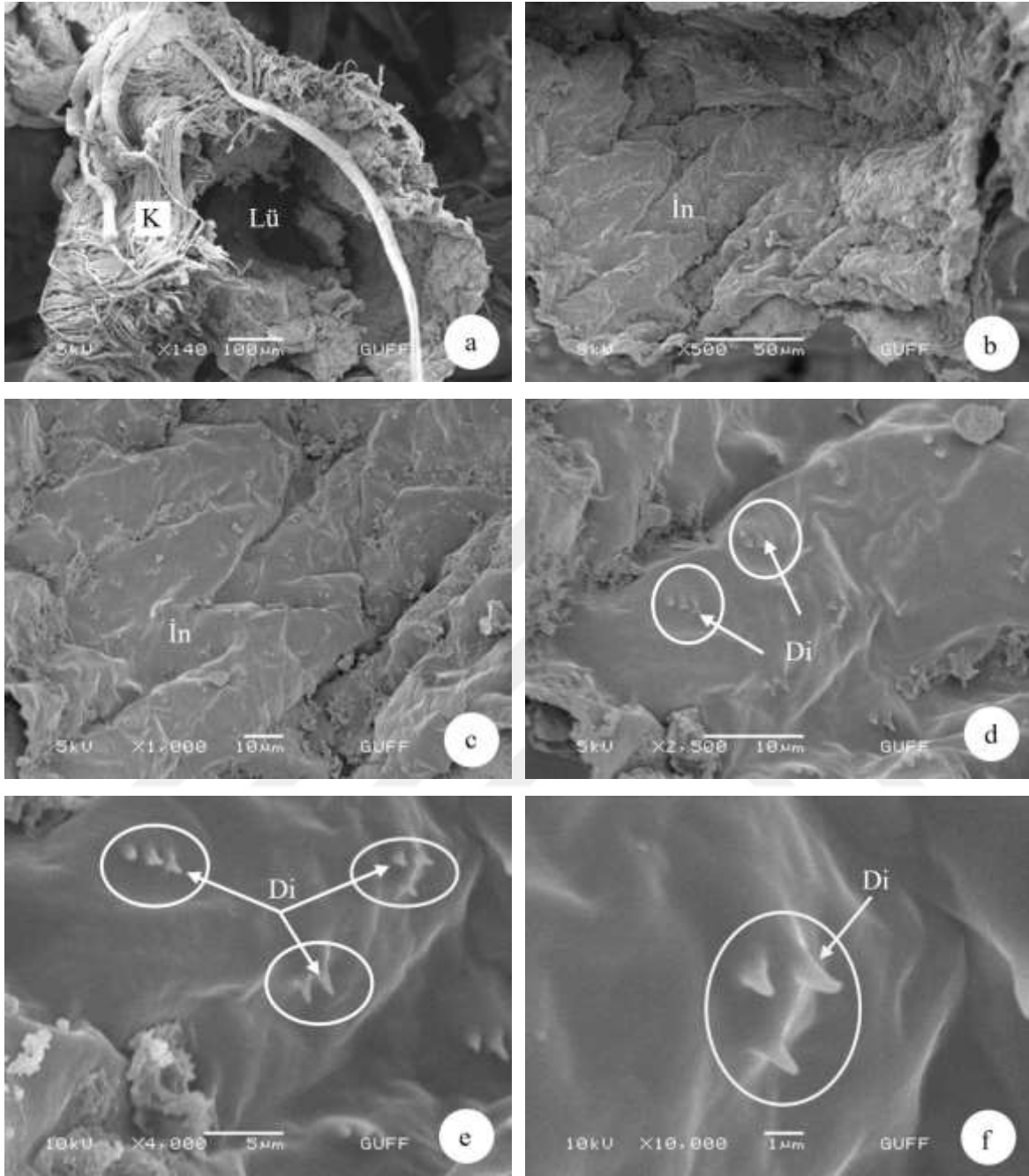


Resim 4.2. (a-d). *Capnodis tenebricosa*' da ön bağırsak. (a-b). Özofagus, kursak, proventrikulus ve gastrik çekumun dorsal ve ventralden genel görünüşü- Stereo Mikroskop (SM). (c-d). Özofagus, kursak, proventrikulus ve gastrik çekumun genel görünüşü- Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) (Öz: Özofagus, Ku: Kursak, Pv: Proventrikulus, Gç: Gastrik çekum)

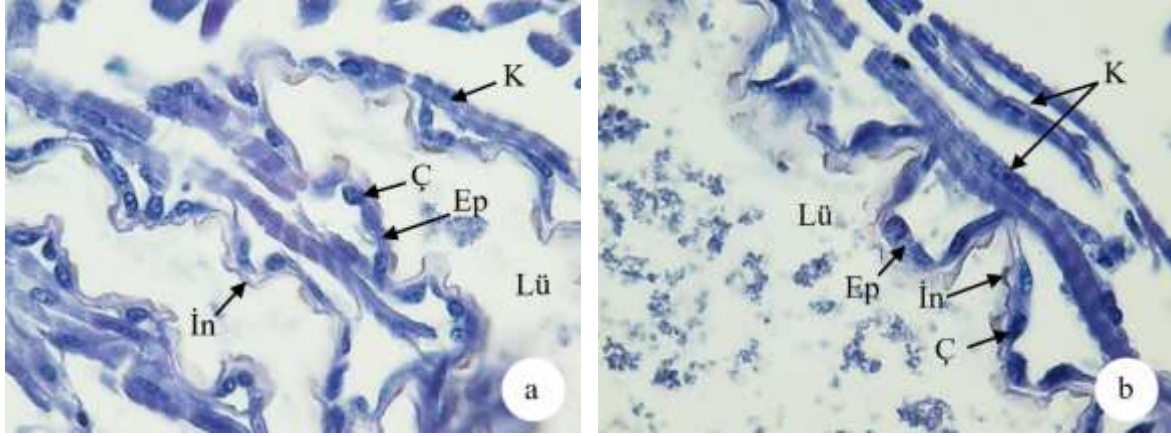
4.1.3 Kursak

Kursak besinlerin depo edildiği ve sindirim kanalının diğer kısımlarında işlem görene kadar bekletildiği organdır. Özofagus ve proventrikulus arasında bulunan kursak, lümeninden dışa doğru intima, tek tabakalı epitel ve kas tabakasından meydana gelir (Resim 4.4).

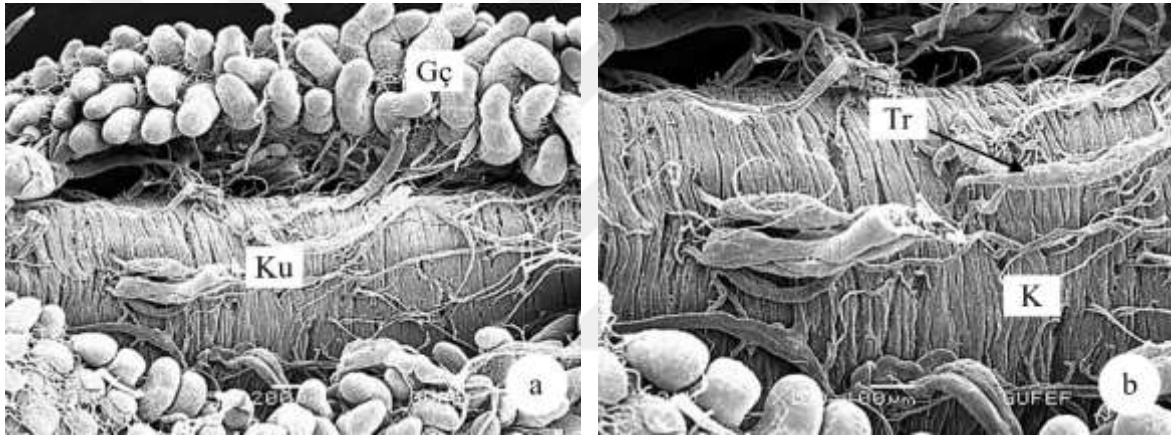
Sem görüntülerinde, kursağın dış yüzeyinin enine bir kas tabakası ile çevrelendiği görülmektedir (Resim 4.3.a-4.5.). Kursağın iç yüzeyinde intima tabakası kitinsi yapıda olup katlanmalara sahiptir (Resim 4.3. b, c). Intima tabakasının lümeneye bakan tarafında ikili üçlü gruplar halinde, kısa-kalın dikenlere rastlanmıştır. (Resim 4.3 b-f).



Resim 4.3. (a) Kursağın dış yüzeyinde bulunan enine kaslar (K) ve lümen (Lü). (b,c) Kursağın iç yüzeyinde bulunan intima tabakası (İn). (d,e,f) İntima tabakasında bulunan gruplar halindeki dikenler (Di)- SEM



Resim 4.4. (a,b) *C. tenebricosa* kursak enine kesiti, kas tabakası (K), epitel (Ep), intima tabakası (İn), lümen (Lü), çekirdek (Ç) (H&E), Işık Mikroskobu (IM) (x1000)

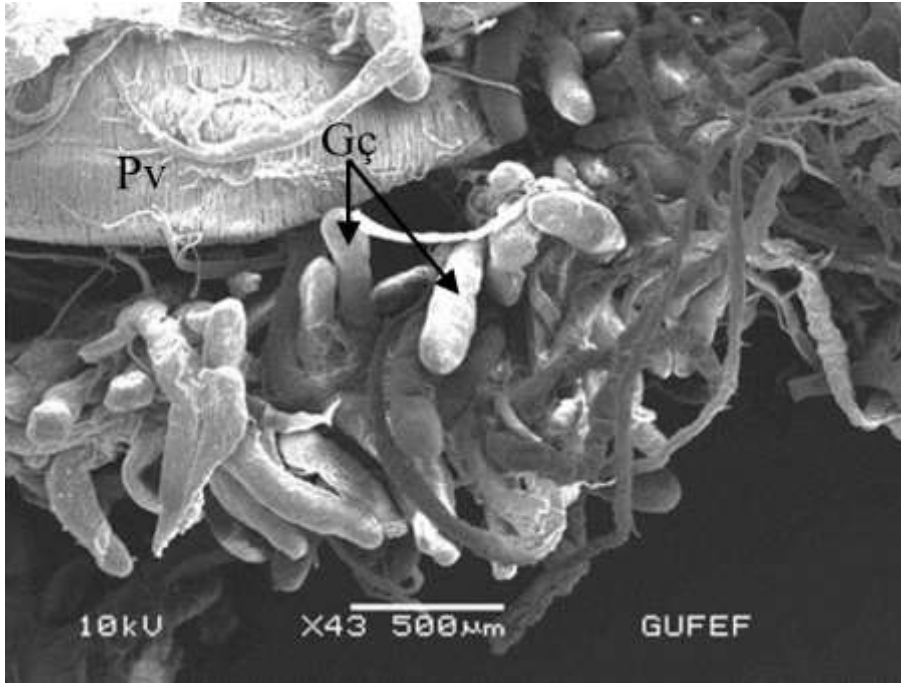


Resim 4.5. (a) *C. tenebricosa*' da kursak (Ku) ve gastrik çekum (Gç) genel görünüm (b)Kursak dış yüzey morfolojisi, kas tabakası (K) ve trake (Tr) (SEM)

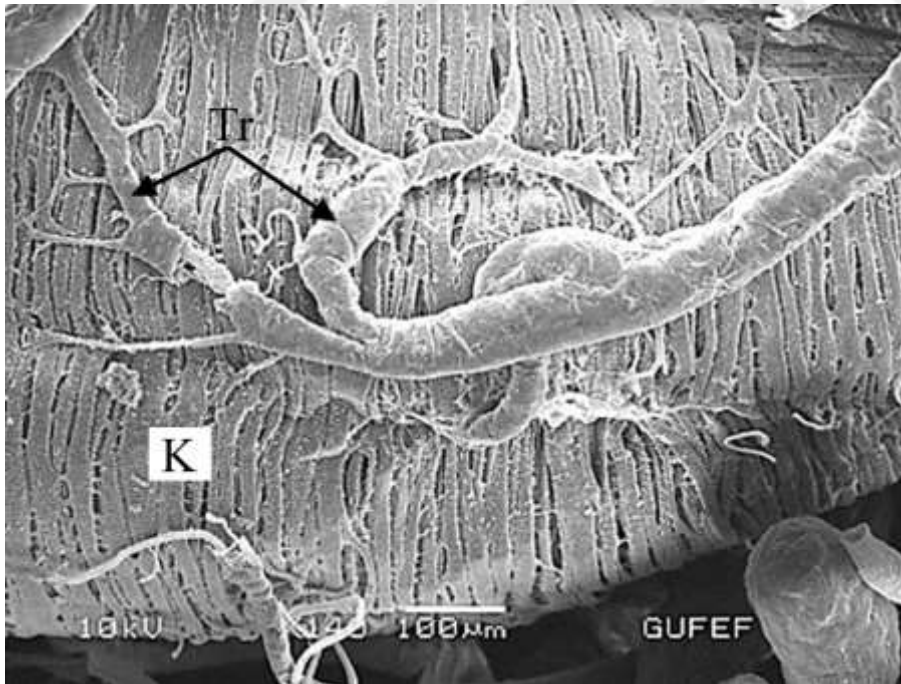
4.1.4. Proventrikulus (Ön mide)

Kursanın hemen arkasında bulunan proventrikulus, besin parçalarını öğüten kalın duvarlı bir bölgedir (Resim 4.6). Sem görüntüleri incelendiğinde, proventrikulusun dış yüzeyinde yoğun enine kas tabakası ve üzerinde trakeler görülmektedir (Resim 4.7).

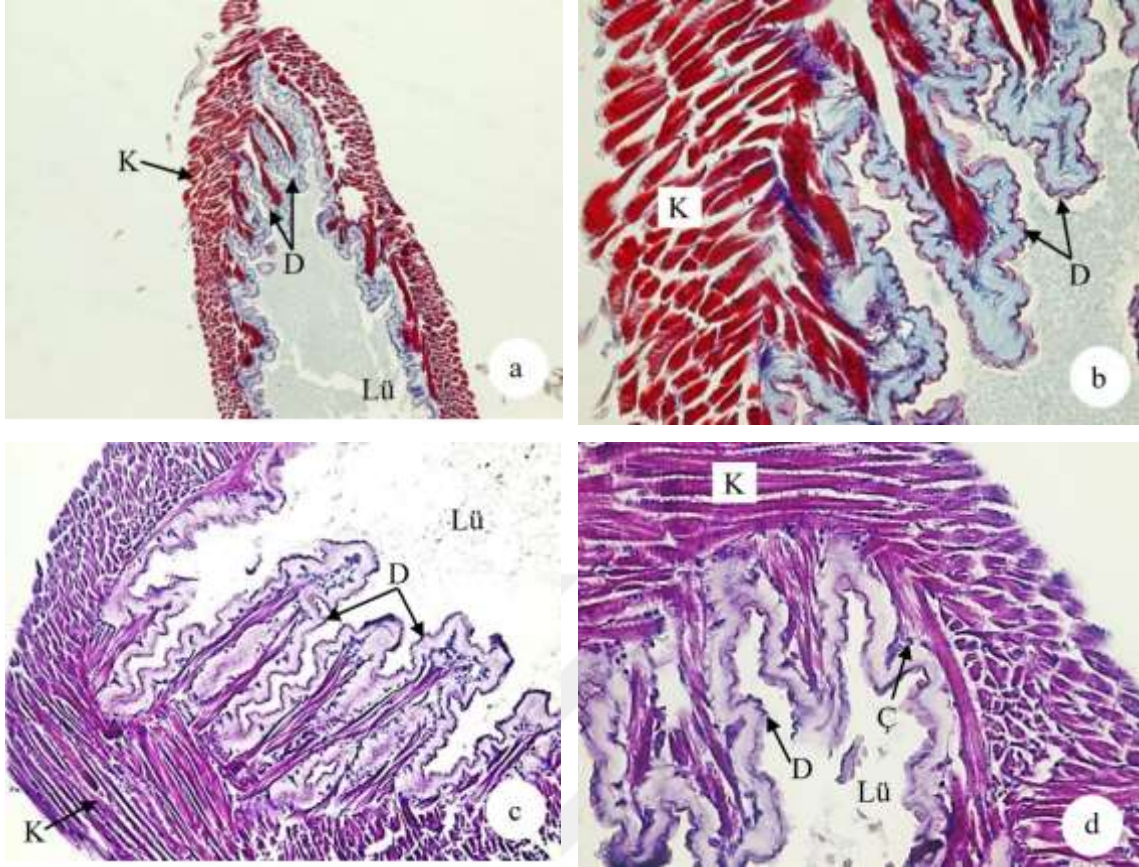
Proventrikulusun lümeninden itibaren intima, tek tabakalı epitel, boyuna ve enine kaslarla çevrelendiği gözlemlenmiştir (Resim 4.8). Buna ek olarak proventrikulusun iç yüzeyinde intimadan uzanan ve gruplar halinde bulunan diş yapıları görülmektedir (Resim 4.9). Diş yapıları çoklu gruplar halinde olup kursaktaki dikenlere göre daha kısa ve küt yapıdadır (Resim 4.9). Bu dişler, besin parçalarının daha küçük parçalara öğütülmesini sağlar.



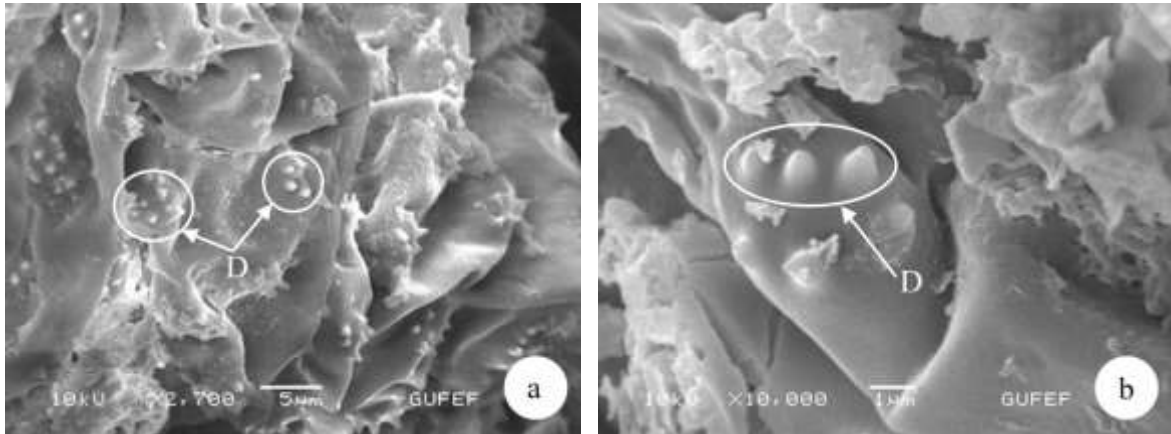
Resim 4.6. *C. tenebricosa*' da proventrikulus (Pv) ve gastrik çekumun (Gç) genel görünümü (SEM)



Resim 4.7. *C. tenebricosa*' da proventrikulus, kaslar (K) ve trakenin (Tr) dış yüzey morfolojisi (SEM)



Resim 4.8. (a-b) *C. tenebricosa*’da proventrikulus boyuna kesiti, kas tabakası (K), lümen (Lü) ve dişler (D) (Mallory 3’lü Boyama) (IM) (x100, 1000). (c-d) *C. tenebricosa*’da proventrikulus, kas tabakası (K), lümen (Lü), çekirdek (Ç) ve dişler (D) (H&E) (IM) (x400, 1000).



Resim 4.9. (a-b) Proventrikulus iç yüzeyinde gruplar halinde bulunan dişler (D) (SEM)

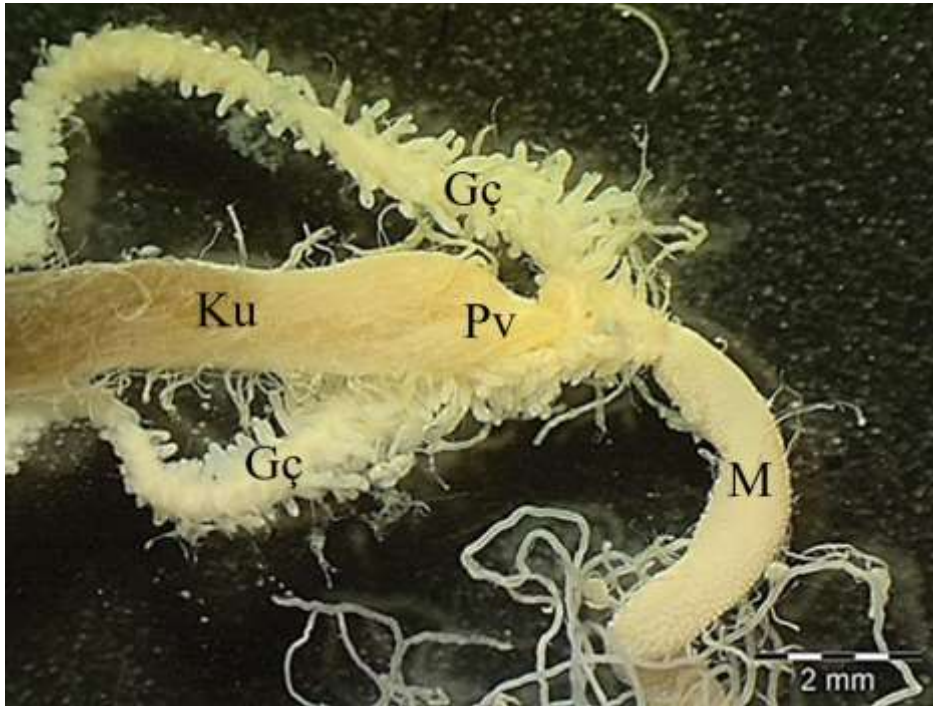
4.2. Orta Bağırsak

Orta bağırsak endoderm kökenli bir yapıya sahiptir. Sindirimin asıl gerçekleştiği bölge olan orta bağırsak, böceklerde genellikle kısımlara ayrılmasa da Coleoptera takımında anterior ve posterior olmak üzere iki kısma ayrılabilir.

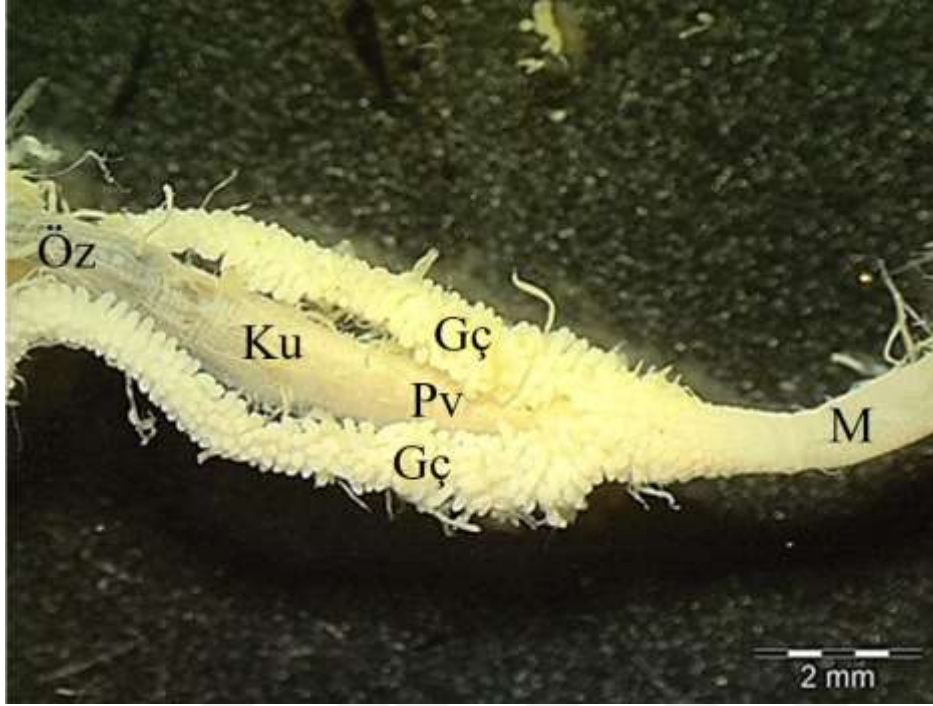
4.2.1. Gastrik çekum

Ön bağırsak ve orta bağırsağın arasında konumlanan ve orta bağırsağın ön kısmına bağlı olan bir çift gastrik çekum bulunmaktadır (Resim 4.10- 4.11). Sem görüntülerine bakıldığında gastrik çekumun dış yüzeyinin yuvarlak keseler halinde bulunduğu ve üzerinde trakelerin yer aldığı görülmektedir (Resim 4.12- 4.13). Bu yuvarlak keselerin ortak bir lümenine açıldığı ve burada birleştiği gözlemlenmiştir (Resim 4.14 a,b).

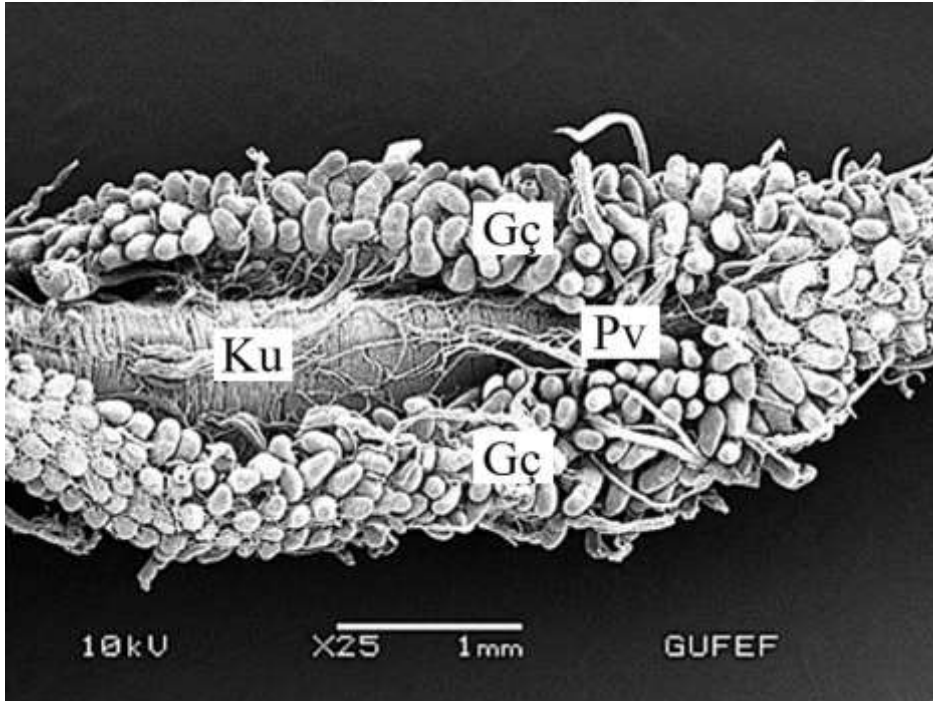
Kırılmış örnekler incelendiğinde dar bir lümen yapısı görülmüştür (Resim 4.15 a). Lümeneye doğru bakan tarafta, uzun ve fırça benzeri bir yapıda olan mikrovilluslar bulunmaktadır (Resim 4.15 b,c,d). Tek tabakalı silindirik epitel hücrelerine ve epitel hücrelerinin ortasında yuvarlak çekirdeklere rastlanmıştır (Resim 4.14 c,d- 4.15).



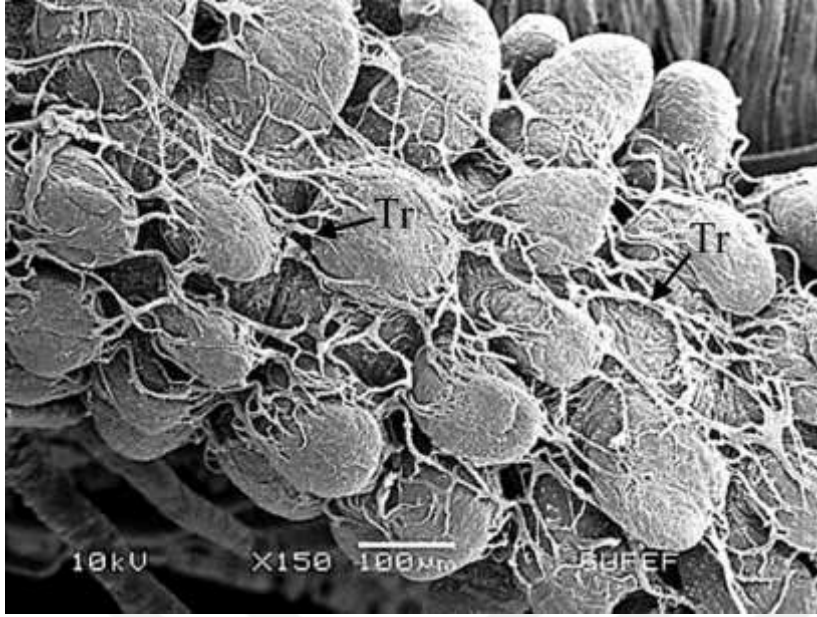
Resim 4.10. *C. tenebricosa* 'da ön ve orta bağırsağın dorsalden genel görünümü (SM) (Ku: Kursak, Pv: Proventrikulus, Gç: Gastrik çekum, M: Mide)



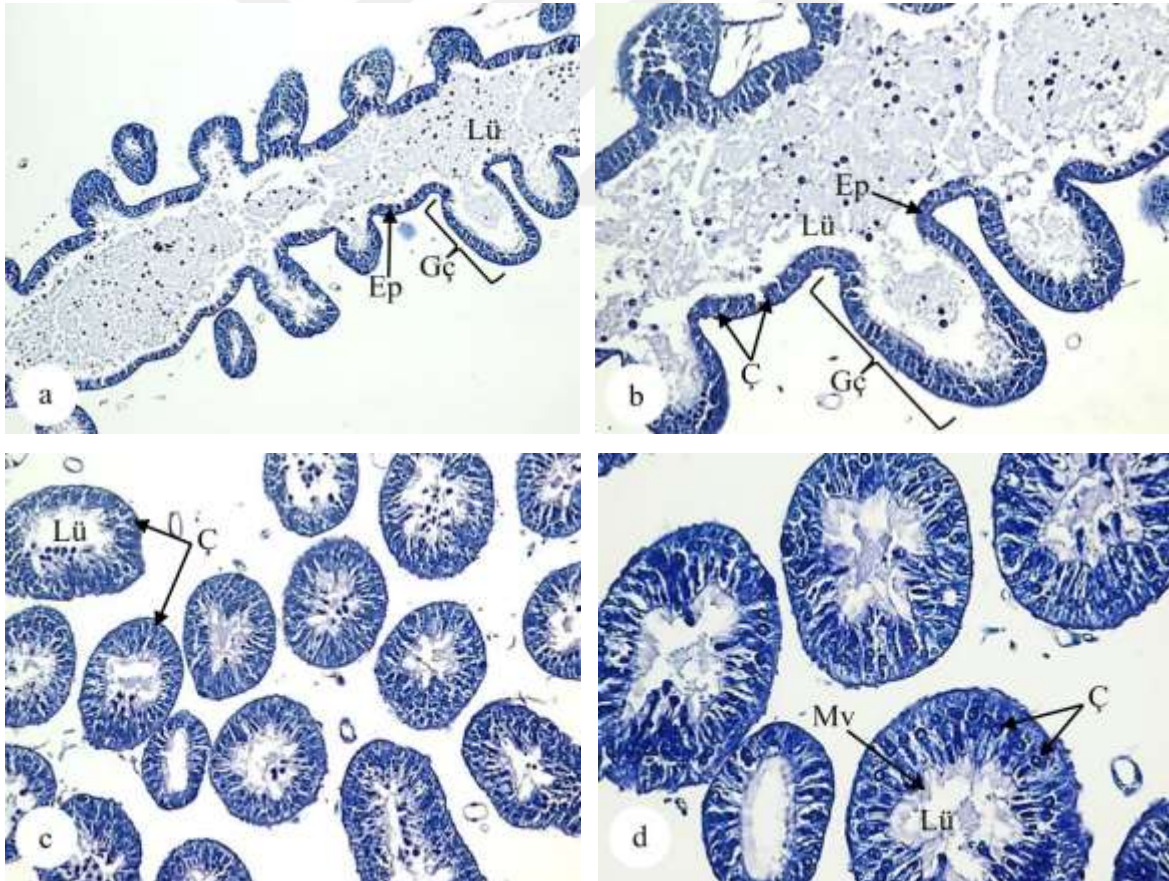
Resim 4.11. *C. tenebricosa*' da ön ve orta bağırsağın ventralden genel görünümü (SM) (Öz: Özofagus, Ku: Kursak, Pv: Proventrikulus, Gç: Gastrik çekum, M: Mide)



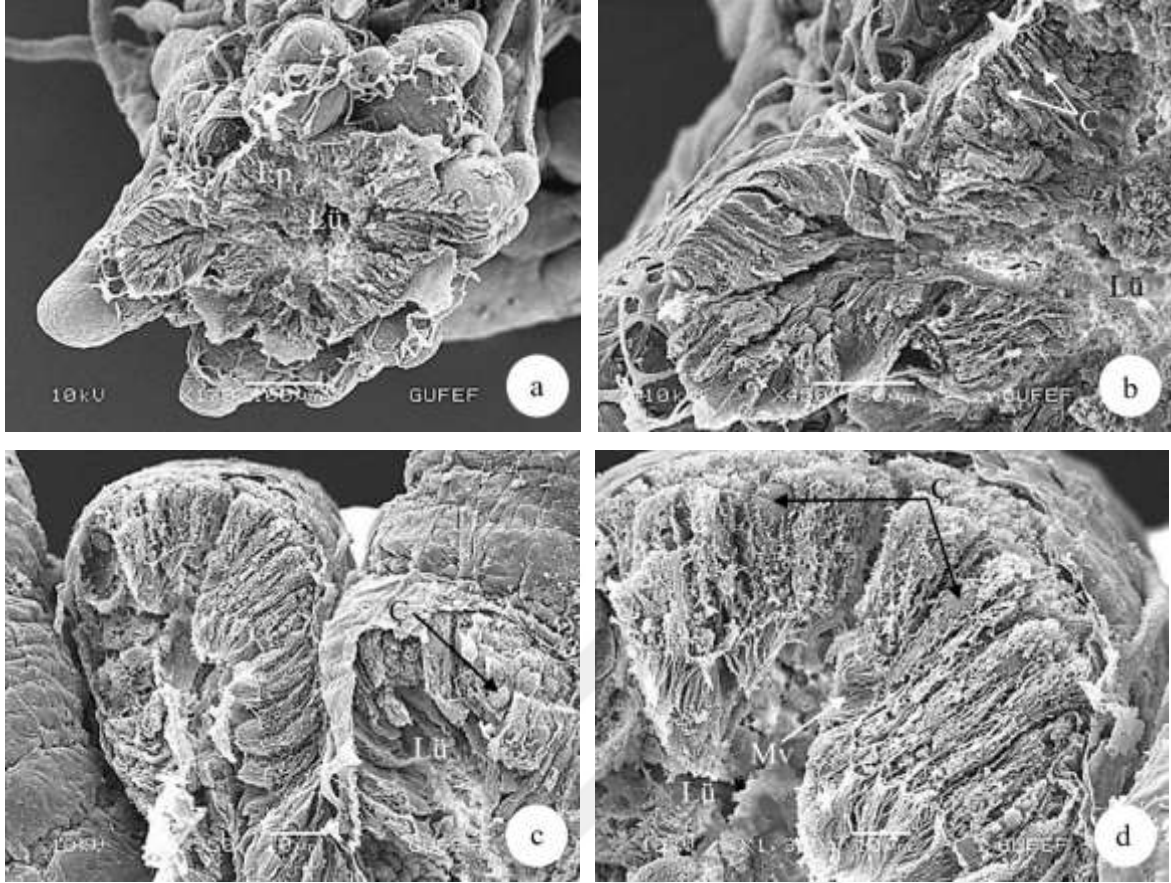
Resim 4.12. *C. tenebricosa*' da kursak (Ku), proventrikulus (Pv) ve gastrik çekum (Gç) genel görünümü (SEM)



Resim 4.13. Gastrik çekumun dış yüzeyinde bulunan trakeler (Tr) (SEM)



Resim 4.14. (a-b) *C. tenebricosa*’da gastrik çekumun boyuna kesiti, epitel (Ep), lümen (Lü), gastrik çekum (Gç) ve çekirdek (Ç) (H&E) (IM) (x100, 200). (c-d) Gastrik çekum enine kesiti silindirik epitel hücreleri, lümen (Lü), çekirdek (Ç) ve mikrovilluslar (Mv) (H&E) (IM) (x200, 400).

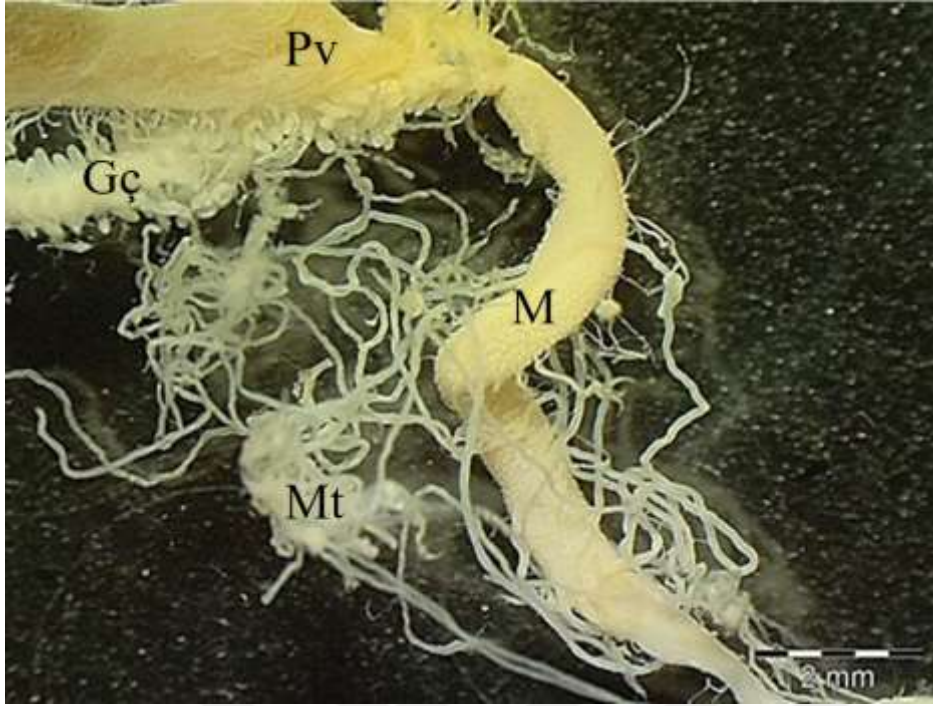


Resim 4.15. (a-d) *C. tenebricosa*' da gastrik çekum enine kesiti, epitel (Ep), lümen (Lü), çekirdek (Ç) ve mikrovilluslar (Mv) (SEM)

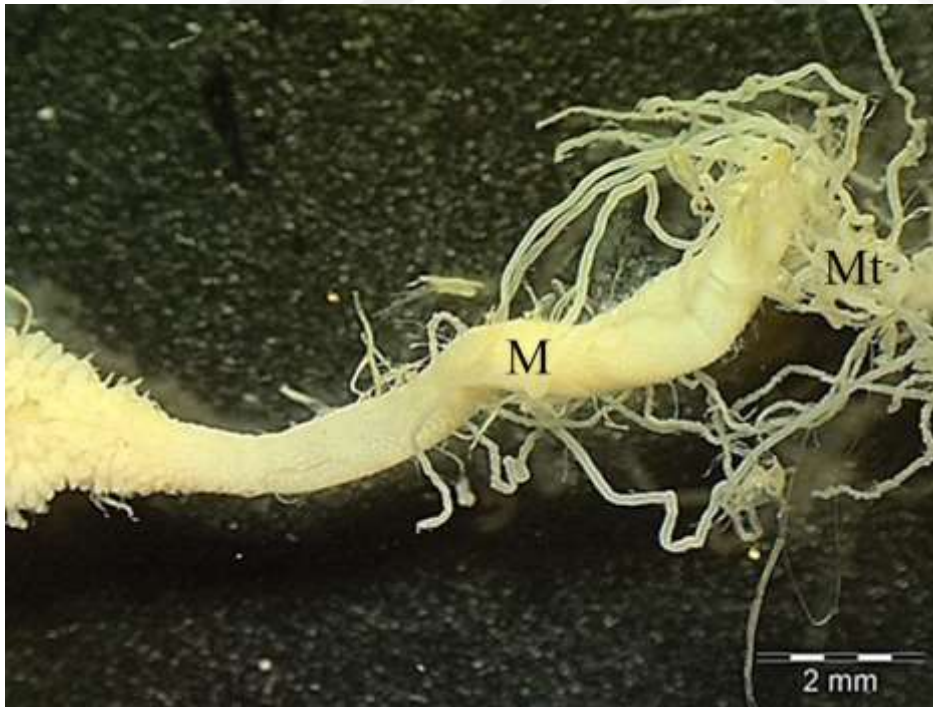
4.2.2. Ventrikulus (Mide)

Mide, ön bağırsağın son kısmı olan proventrikulusun devamında ve etrafı Malpighi tübülleri ile çevrelenmiş halde görülmektedir (Resim 4.16- 4.17- 4.18 a). Sem incelemelerinde midenin dış yüzeyinde trakeler, yuvarlak ve belli aralıklarda bulunan rejeneratif kriptler ve kas tabakası gözlemlenmiştir (Resim 4.18 b.c.d- 4.21). Mide dış yüzeyinde gözlemlenen rejeneratif kriptlerin görevi, yeni hücre üretimi ve temini yapmaktır.

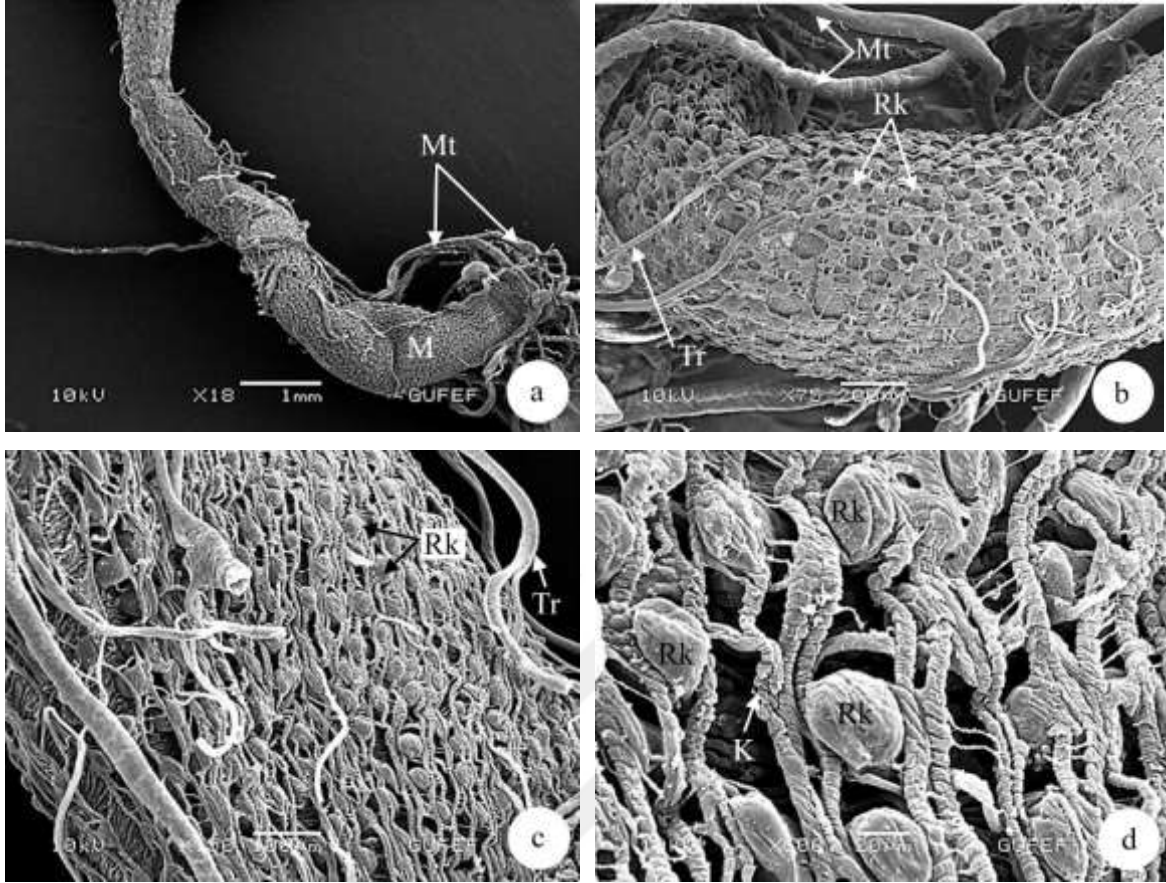
Işık mikroskobu incelemelerine bakıldığında ise üstü ince bir kas tabakası ile çevrili tek tabakalı silindirik epitel hücresi, çekirdekler ve epitel hücresi ile bağlantılı olan rejeneratif kriptler görülmüştür (Resim 4.19- 4.20). Orta bağırsak bölgesini astarlayan ve lümende yer alan peritrofik membran, ince bir örtü şeklinde görülmektedir (Resim 4.22 a.b). Burada bulunan peritrofik membran bağırsak epitelini mekanik yaralanmalara karşı korur. Kırılan örneklerde orta bağırsağın iç yapısına bakıldığında uzun mikrovilluslara ve epitel hücrelerinin ortasında konumlanan çekirdeklere rastlanmıştır (Resim 4.22 c.d).



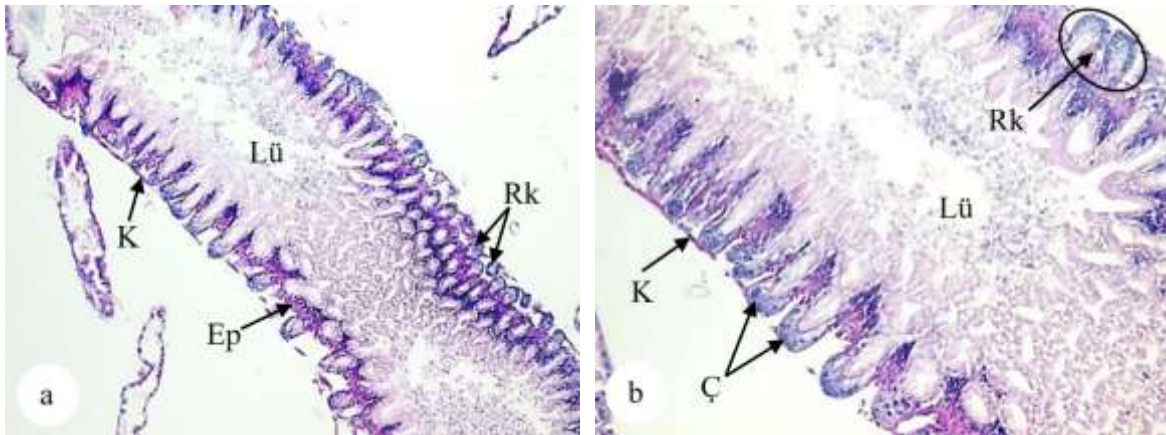
Resim 4.16. *C. tenebricosa* 'da proventrikulus (Pv), mide (M), gastrik çekum (Gç) ve malpigi tüpleri (Mt) genel görünüm (SM)



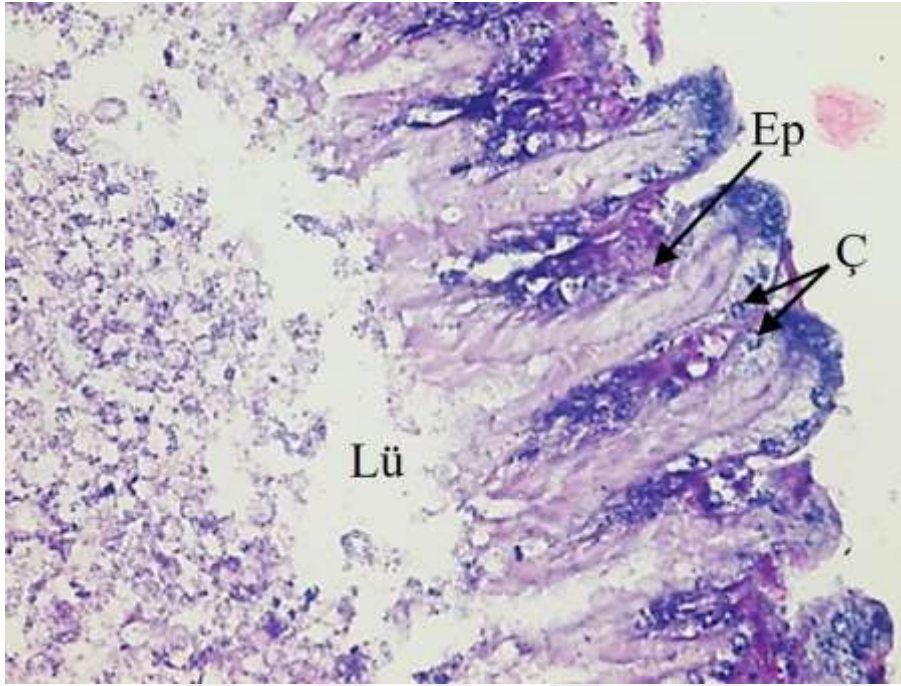
Resim 4.17. *C. tenebricosa* 'da mide genel görünümü (SM) (M: Mide, Mt: Malpigi tüpleri)



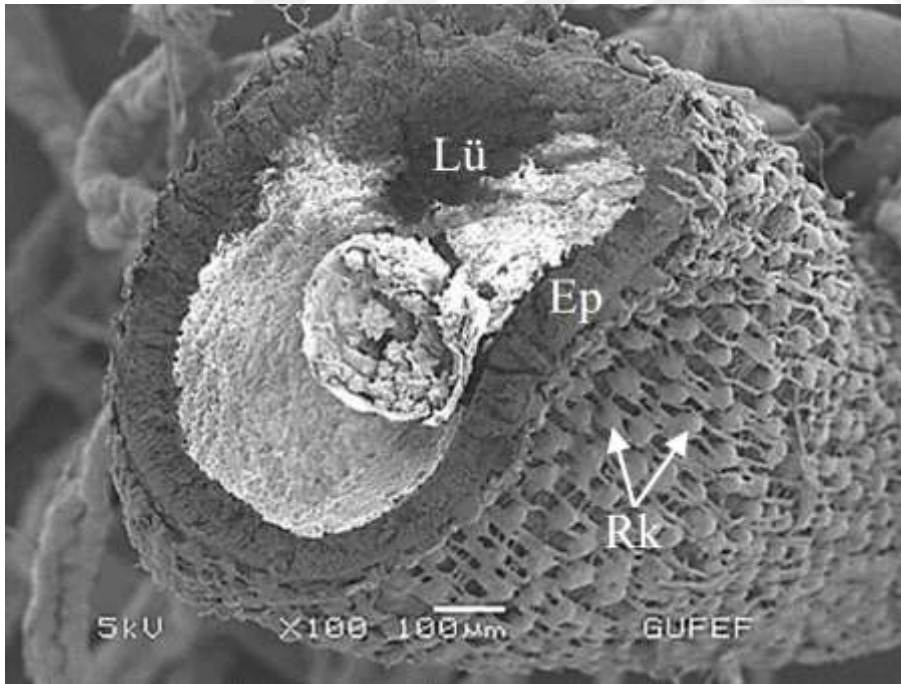
Resim 4.18. (a) *C. tenebricosa*' da mide (M) ve malpigi tüpleri (Mt) genel görünümü (b,c,d) Mide dış yüzeyindeki rejeneratif kript (Rk), trake (Tr), malpigi tüpleri (Mt) ve kaslar (K) (SEM)



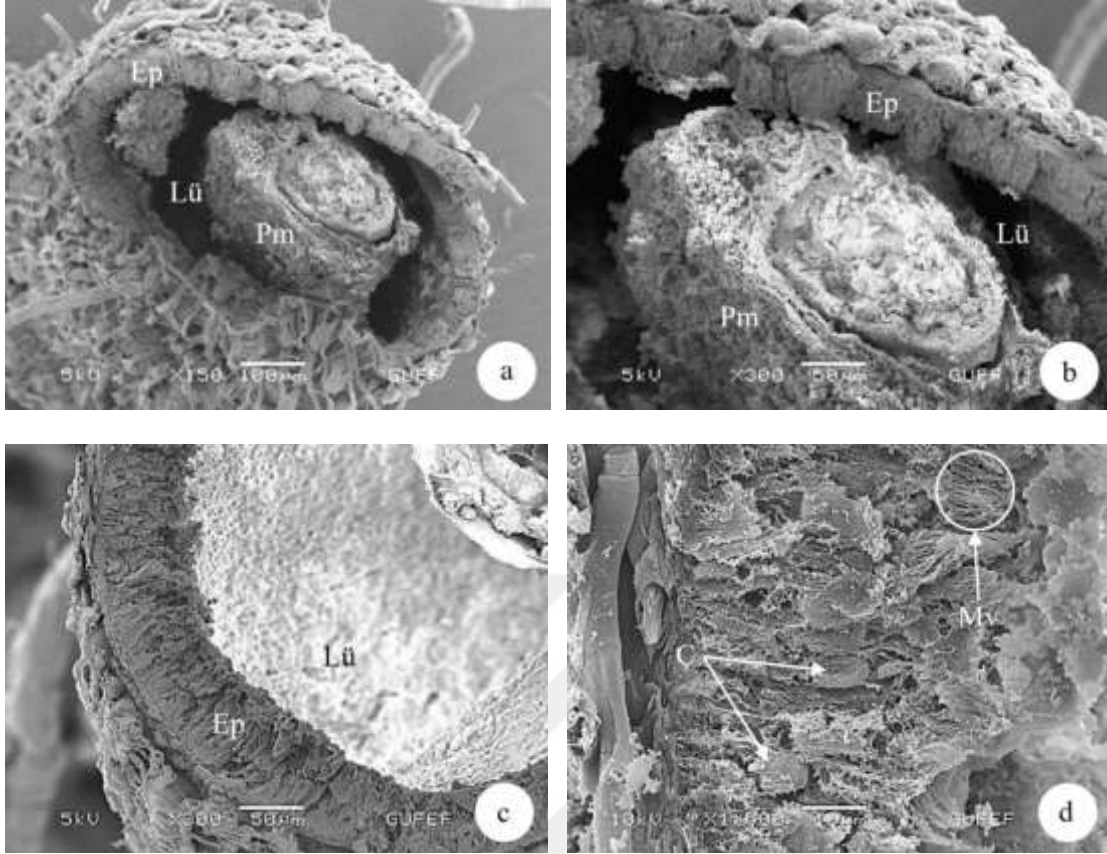
Resim 4.19. (a-b) *C. tenebricosa*' da mide boyuna kesiti; lümen (Lü), epitel (Ep), çekirdek (Ç) rejeneratif kript (Rk) ve kas tabakası (K) (H&E) (IM) (x100, 200)



Resim 4.20. *C. tenebricosa*' da mide boyuna kesiti; lümen (Lü), epitel (Ep), çekirdek (Ç) (H&E) (IM) (x1000)



Resim 4.21. *C. tenebricosa*' da orta bağırsak ve rejeneratif kript (Rk) genel görünümü (SEM)



Resim 4.22. (a,b,c) *C. tenebricosa*’da orta bağırsağı çevreleyen tek tabakalı silindirik epitel (Ep), lümen (Lü) ve peritrofik membran (Pm) (d) Orta bağırsak iç yapısı çekirdek (Ç) ve mikrovilluslar (Mv) (SEM)

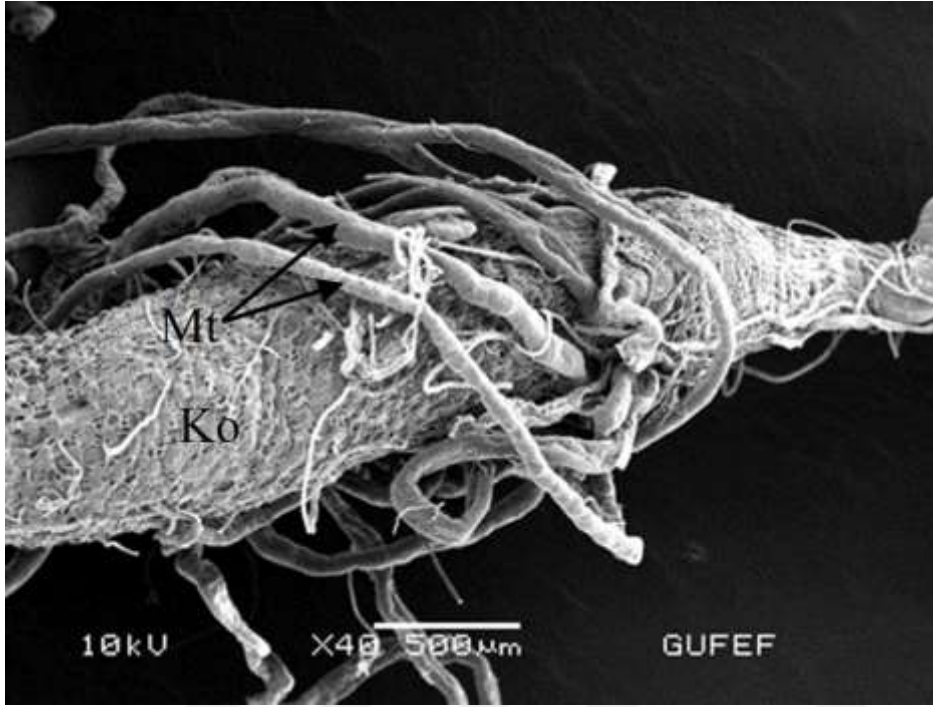
4.3. Malpigi Tüpleri

Böceklerde ana boşaltım organı olan malpighi tübüllerinin kolon dış yüzeyine bağlı olarak bulunduğu görülmektedir (Resim 4.23). Bu türde kriptonefridal sistemde 6 Malpigi tübülü yer almaktadır. Malpigi tübüllerinin distal ucu hemosolde serbest değil arka bağırsak duvarına bağlı olarak bulunmaktadır.

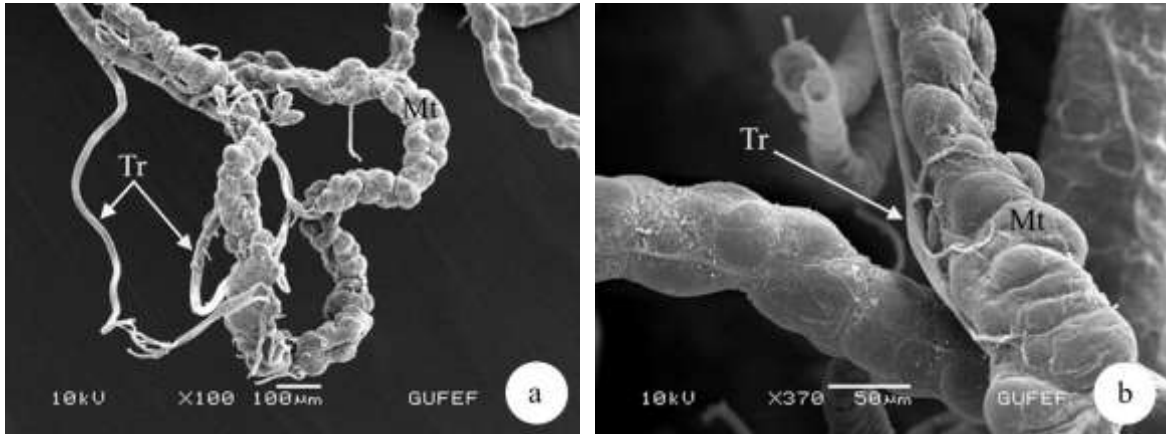
Sem incelemelerinde, malpighi tübüllerinin boncuk dizisi şeklinde bir görünüme sahip olduğu ve trakelere sarılı olarak bulunduğu gözlemlenmiştir (Resim 4.24).

Işık mikroskobu çalışmalarında boyuna ve enine kesitler incelendiğinde malpighi tübüllerinin lümen, tek tabakalı kübik epitel hücreleri ve oval bir görünüme sahip olan çekirdeklerden oluştuğu anlaşılmıştır (Resim 4.25- 4.26).

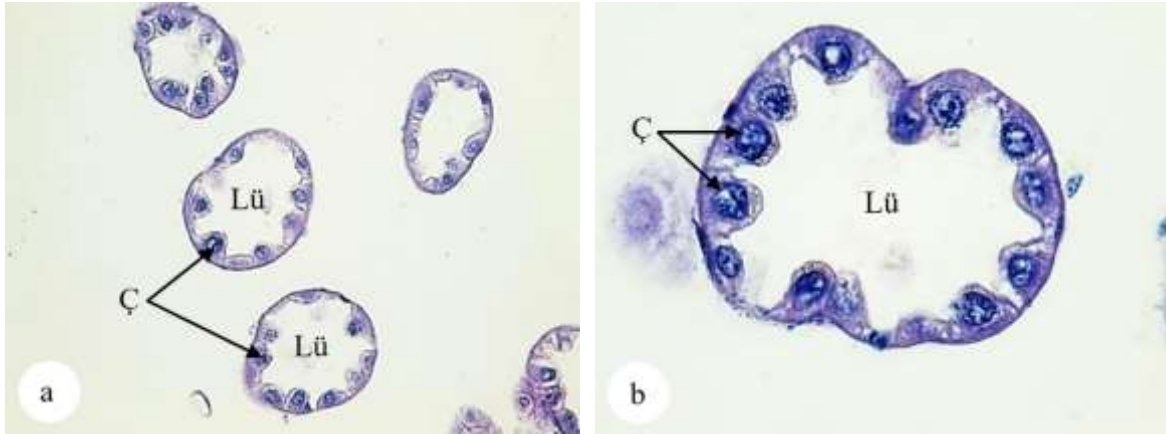
Taramalı elektron mikroskopunda kırılan örneklerle bakıldığı zaman epitel hücrelerinin apikal ucunda mikrovilluslara ve epitelde yer alan oval çekirdeklere rastlanmıştır (Resim 4.27- 4.28).



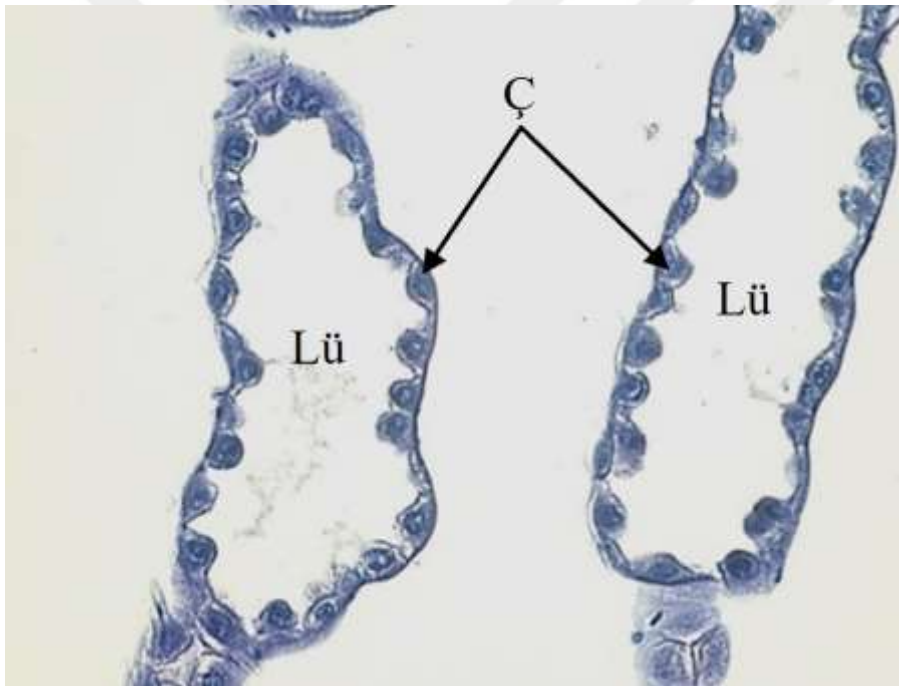
Resim 4.23. Kolon (Ko) dış yüzeyindeki malpigi tübüleri (Mt) (SEM)



Resim 4.24. (a-b) *C. tenebricosa*’ da malpigi tübüleri (Mt) genel görünüm (T: Trake) (SEM)



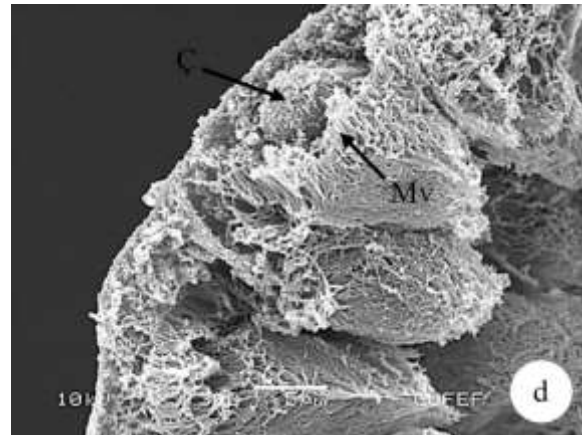
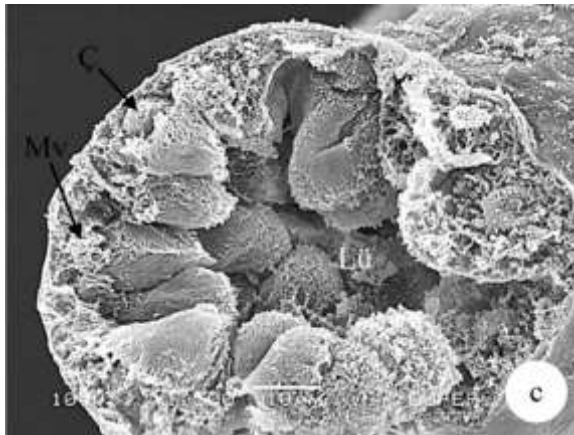
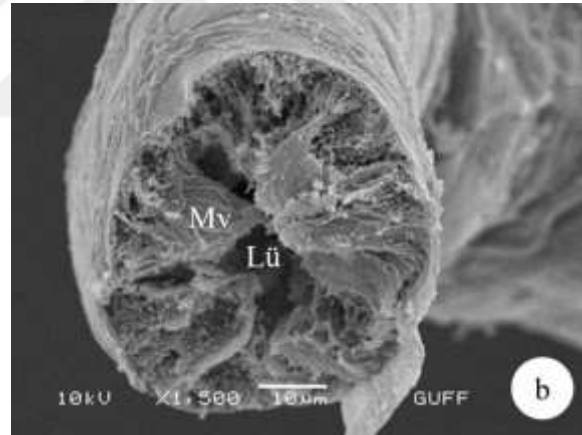
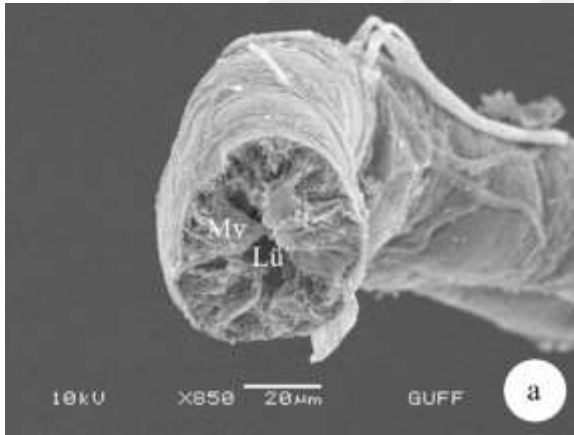
Resim 4.25. (a,b) *C. tenebricosa* ' da malpigi tübüleri enine kesit (Ç: Çekirdek, Lü: Lümen) (H&E) (IM) (x200, 1000)



Resim 4.26. *C. tenebricosa* ' da malpigi tübüleri boyuna kesit (Ç: Çekirdek, Lü: Lümen) (H&E) (IM) (x400)



Resim 4.27. *C. tenebricosa*' da malpigi tübüleri enine kesit (Ep: Epitel, Lü: Lümen) (SEM)



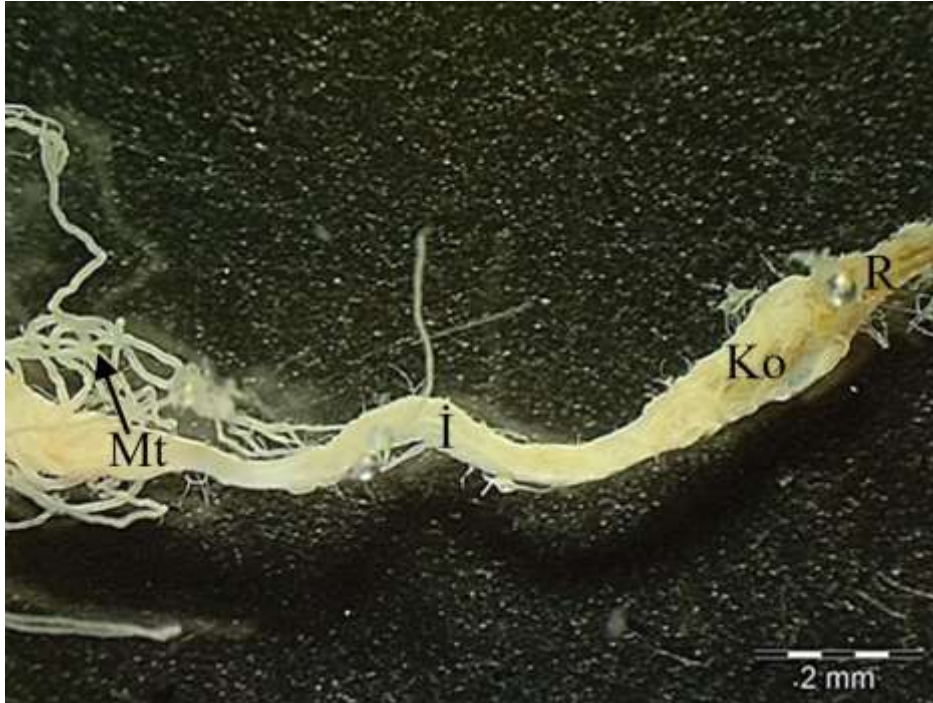
Resim 4.28. (a-d) Malpigi tübüleri enine kesit; lümen (Lü), mikrovillus (Mv) ve çekirdek (Ç) (SEM)

4.4. Arka Bağırsak

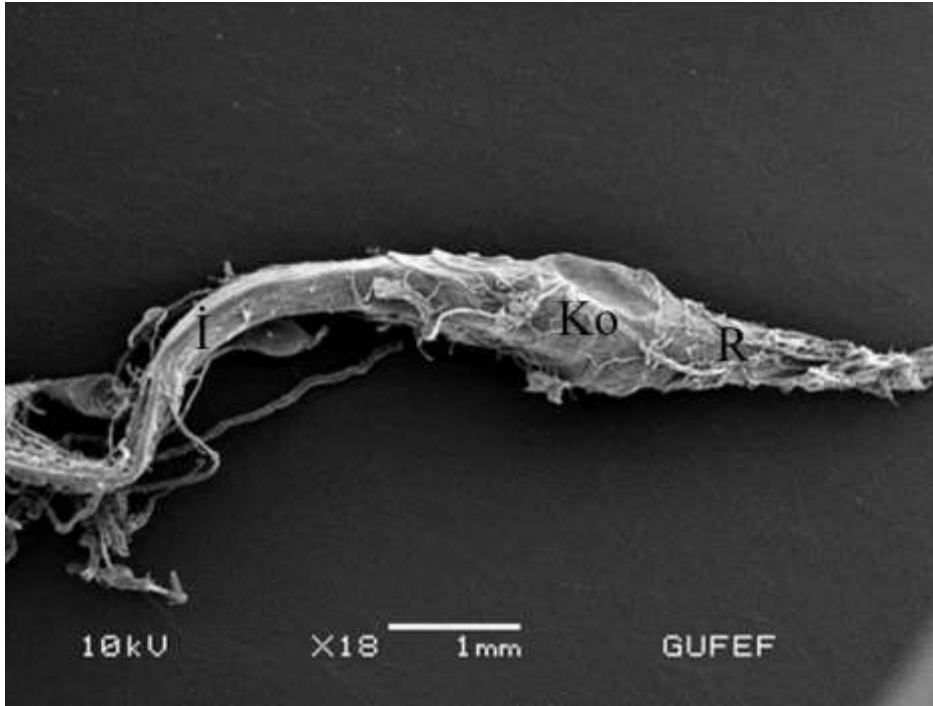
Ektoderm kökenli bir yapıda olan arka bağırsak; İleum, kolon, rektum olmak üzere üç kısımdan meydana gelir. (Resim 4.29- 4.30).

4.4.1. İleum

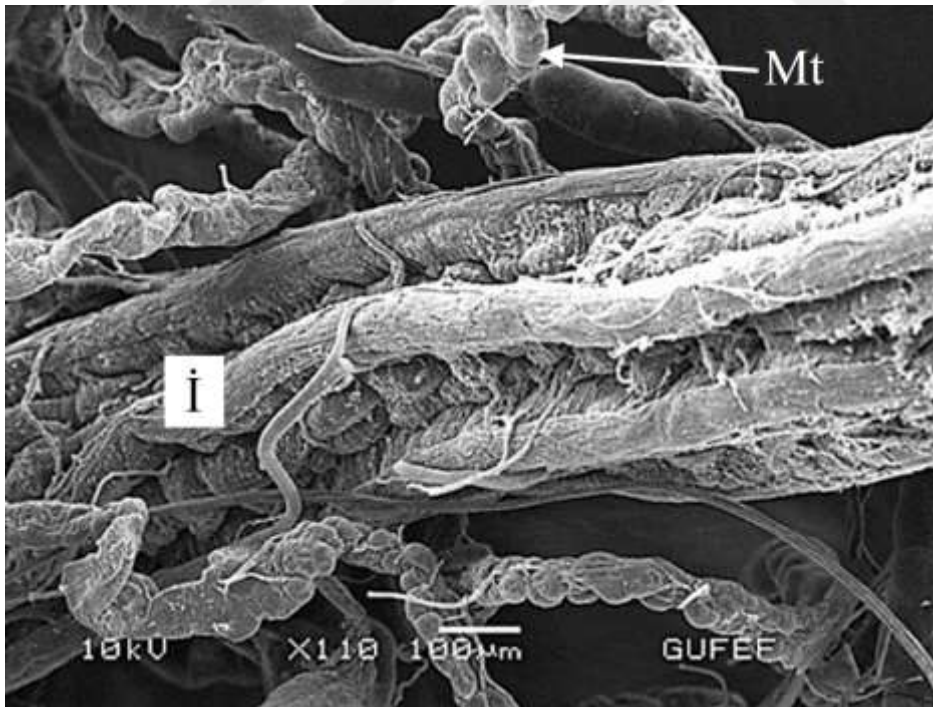
Sem görüntülerinde, ileum yüzeyinin dalgalı bir görünüme sahip olduğu ve etrafının Malpigi tübülleri ile çevrili olduğu görülmektedir (Resim 4.31). Işık mikroskobu görüntülerine bakıldığında ileum, en içte lümen, devamında kalın bir intima tabakası, intima tabakasının hemen üzerinde bulunan tek tabakalı silindirik epitel hücreleri ve çekirdeklerden oluşmuştur (Resim 4.32- 4.33). Kırılmış enine kesitler incelendiğinde epitel yapısının lümene doğru derin girintiler yaparak bir yıldız görüntüsü oluşturduğu dikkat çekmiştir. Buna ek olarak, lümeninde besin maddelerine rastlanmıştır (Resim 4.34 a.b.c). Epitel hücrelerinde bulunan ve oval olan çekirdekler hücrenin ortasında yer almaktadır (Resim 4.34 d). Daha detaylı incelemelerde sindirim sistemi atığı olan ürik asit kristallerine rastlanmıştır (Resim 4.34 e.f).



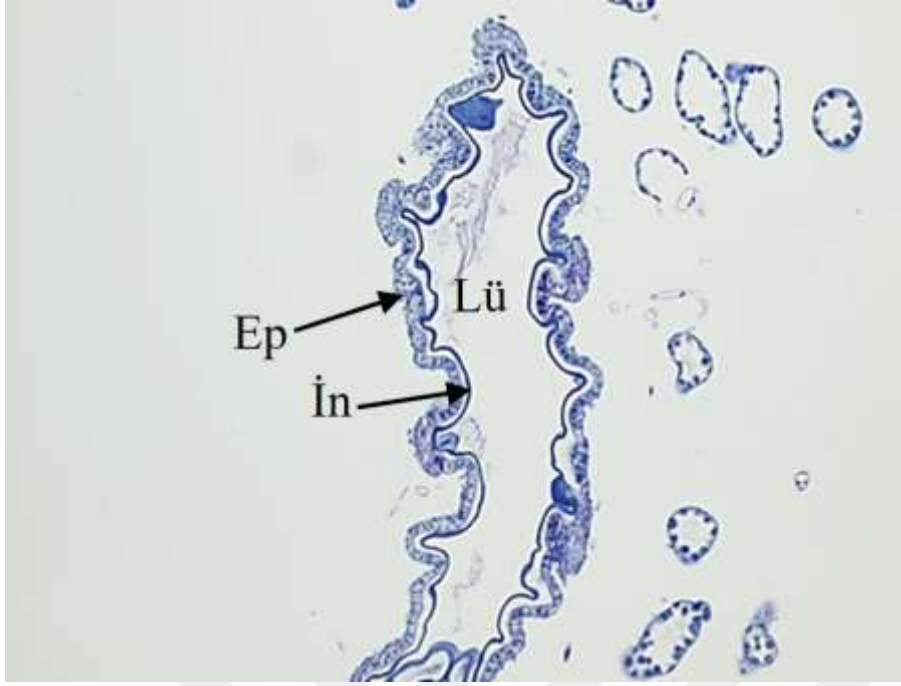
Resim 4.29. *C. tenebricosa*' da arka bağırsağın genel görünümü (SM)
(İ: İleum, Ko: Kolon, R: Rektum, Mt: Malpigi tüpleri)



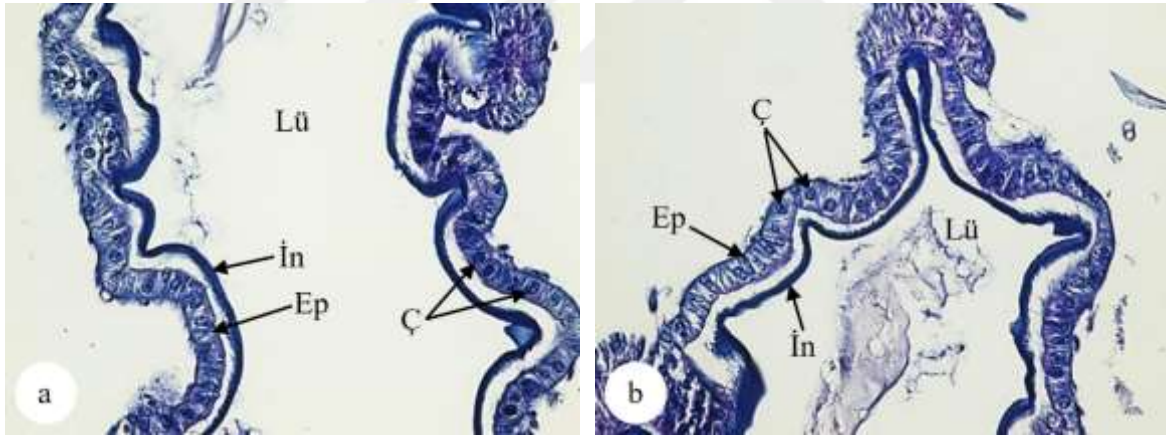
Resim 4.30. *C. tenebricosa*’ da arka bağırsağın genel görünümü (SEM)
(İ: İleum, Ko: Kolon, R: Rektum)



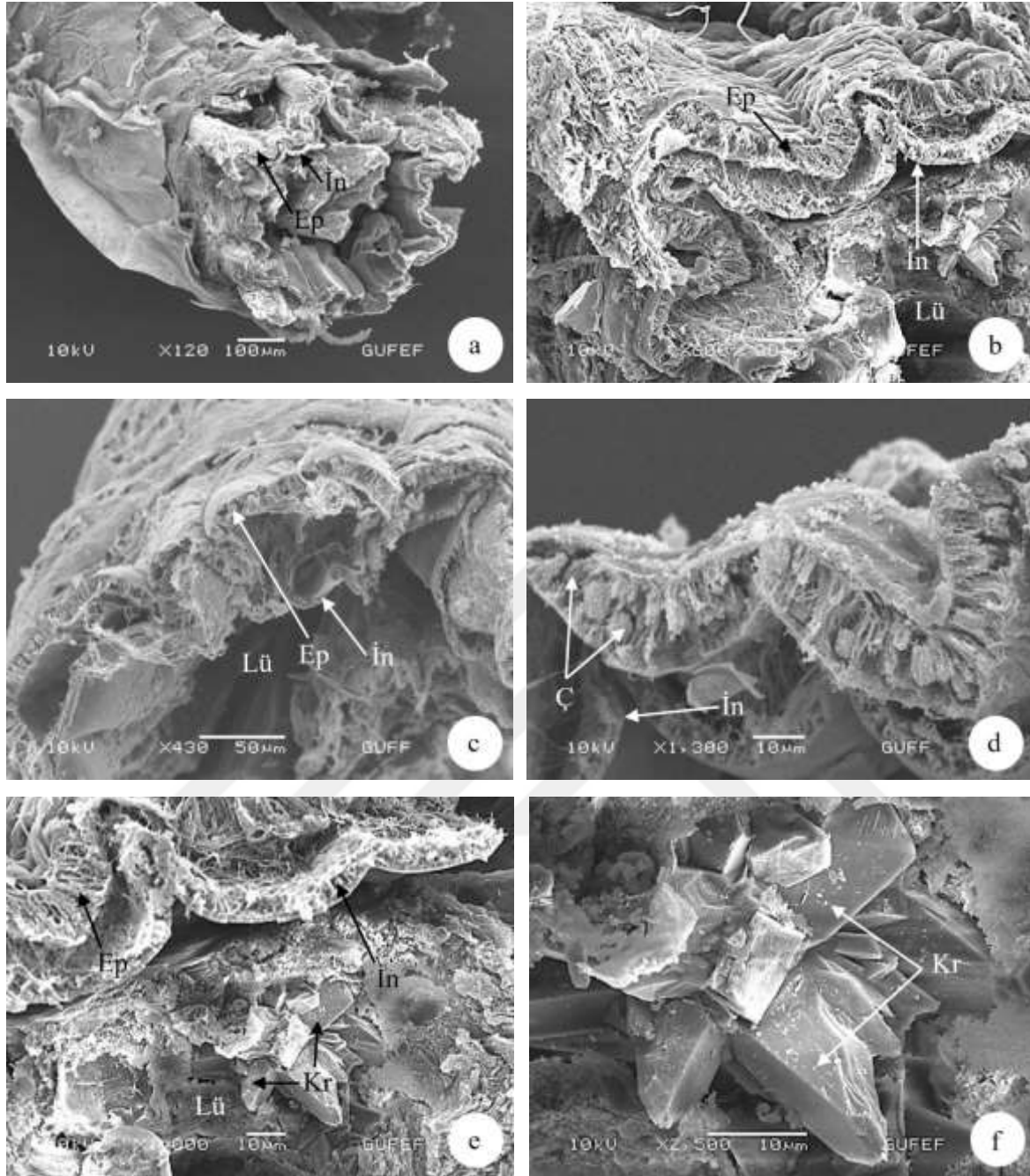
Resim 4.31. *C. tenebricosa*’ da İleum (İ) dış yüzey morfolojisi ve malpigi tüpleri (Mt) (SEM)



Resim 4.32. *C. tenebricosa*' da İleum boyuna kesiti; lümen (Lü), intima (İn) ve epitel (Ep) (H&E) (IM) (x40)



Resim 4.33. (a-b) İleumu çevreleyen tek tabakalı silindirik epitel hücreleri (Ç: Çekirdek, Lü: Lümen, İn: İntima, Ep: Epitel) (H&E) (IM) (x400)

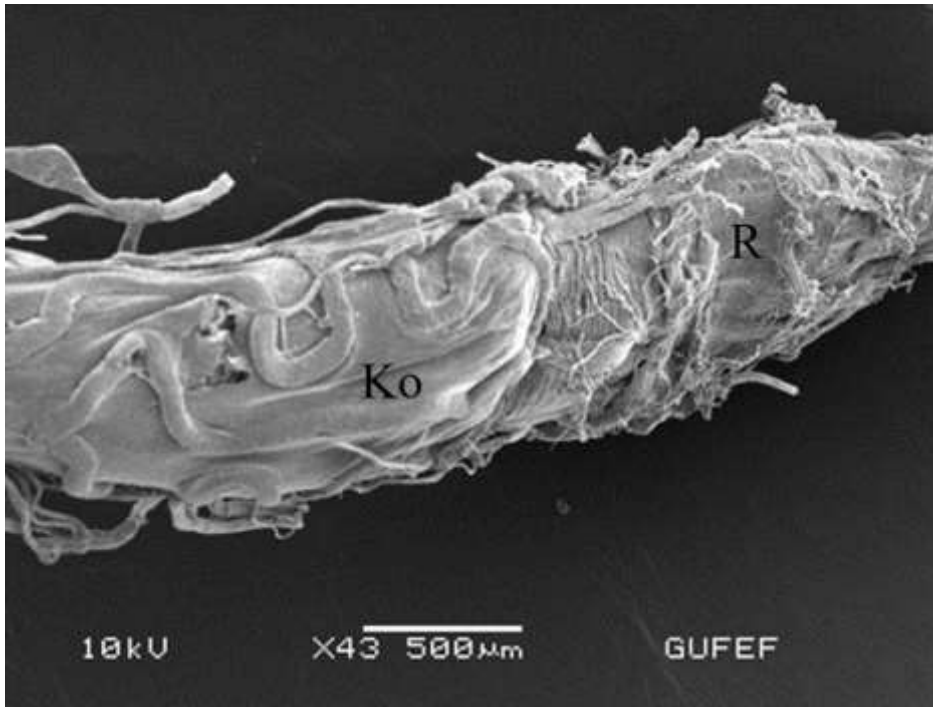


Resim 4.34. (a-d) *C. tenebricosa*' da ileum enine kesit; lümen (Lü), epitel (Ep), İntima (İn) ve çekirdekler (Ç) (e-f) Ürik asit kristalleri (Kr) (SEM)

4.4.2. Kolon-rektum geçiş



Resim 4.35. *C. tenebricosa*’ da kolon (Ko) ve rektum (R) genel görünümü (SM)

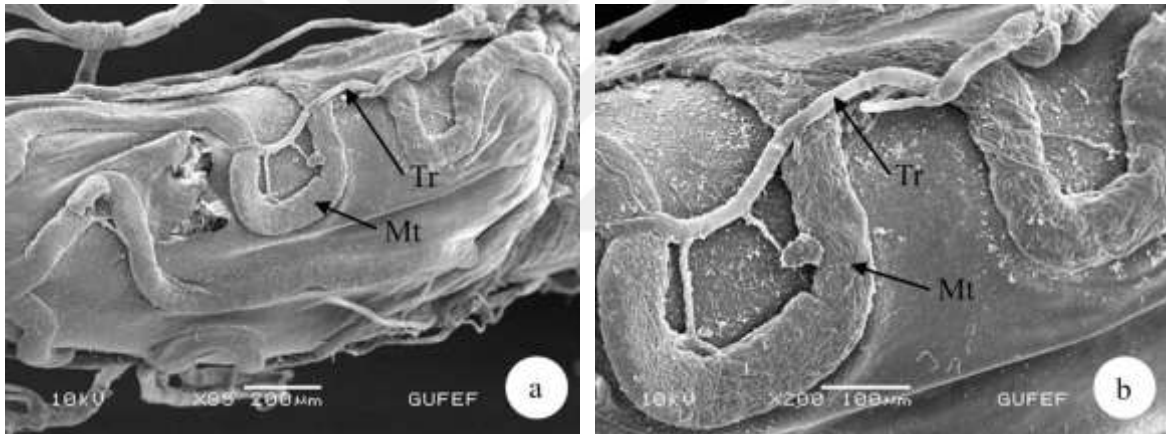


Resim 4.36. *C. tenebricosa*’ da kolon (Ko) ve rektum (R) genel görünümü (SEM)

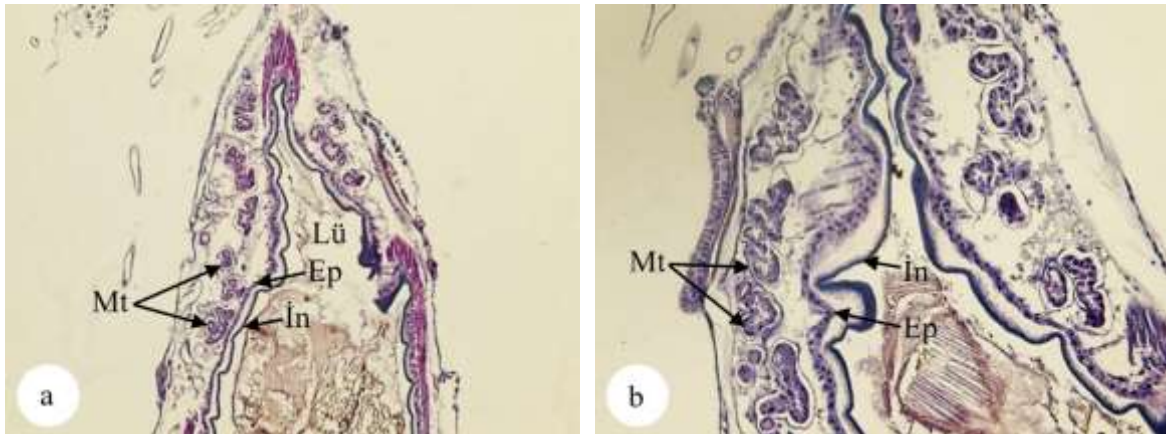
4.4.3. Kolon

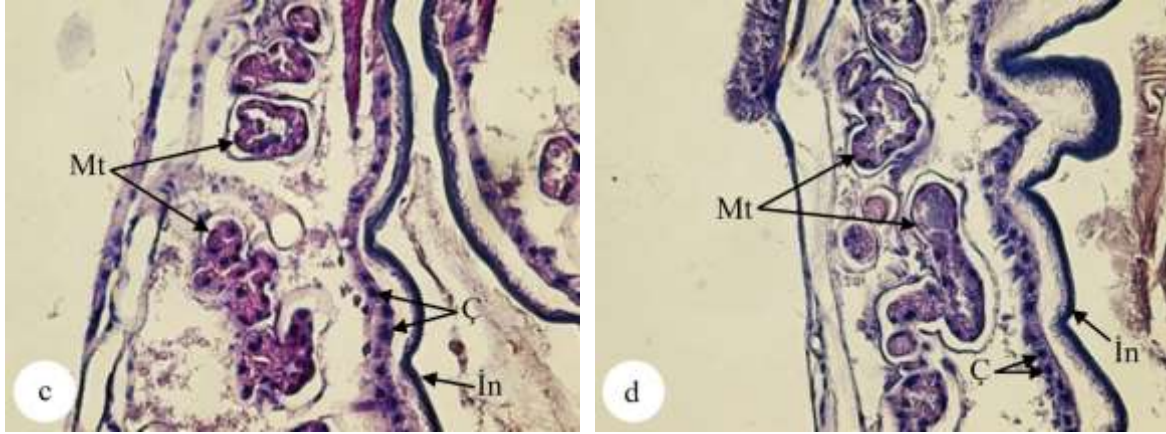
Arka bağırsağın ikinci kısmı olan kolonun yüzey yapısı düz bir görünüme sahiptir. Üzerinde dalgalı şekilde bulunan yapılar malpighi tübüllerine aittir ve aynı zamanda trake yapıları da burada görülmektedir (Resim 4.37). Işık mikroskobu çalışmalarında kolonun en içte lümen yapısı, lümeninden itibaren bir intima tabakası, tek tabakalı kübik epitel hücreleri ve çekirdeklerden oluştuğu gözlemlenmiştir. Kolon duvarı ve kılıf arasında malpighi tübülleri bulunmaktadır (Resim 4.38).

Kırılan örnekler incelendiğinde tek tabakalı kübik epitel hücrelerinin lümene doğru girintili bir yapıda olduğu görülmüştür (Resim 4.39 a.b.c). Histolojik incelemelerde krptonefridal (cyptonephridial) sistemde kılıf ile kolon duvarı arasında malpighi tübülleri yer almaktadır (Resim 4.39 d).

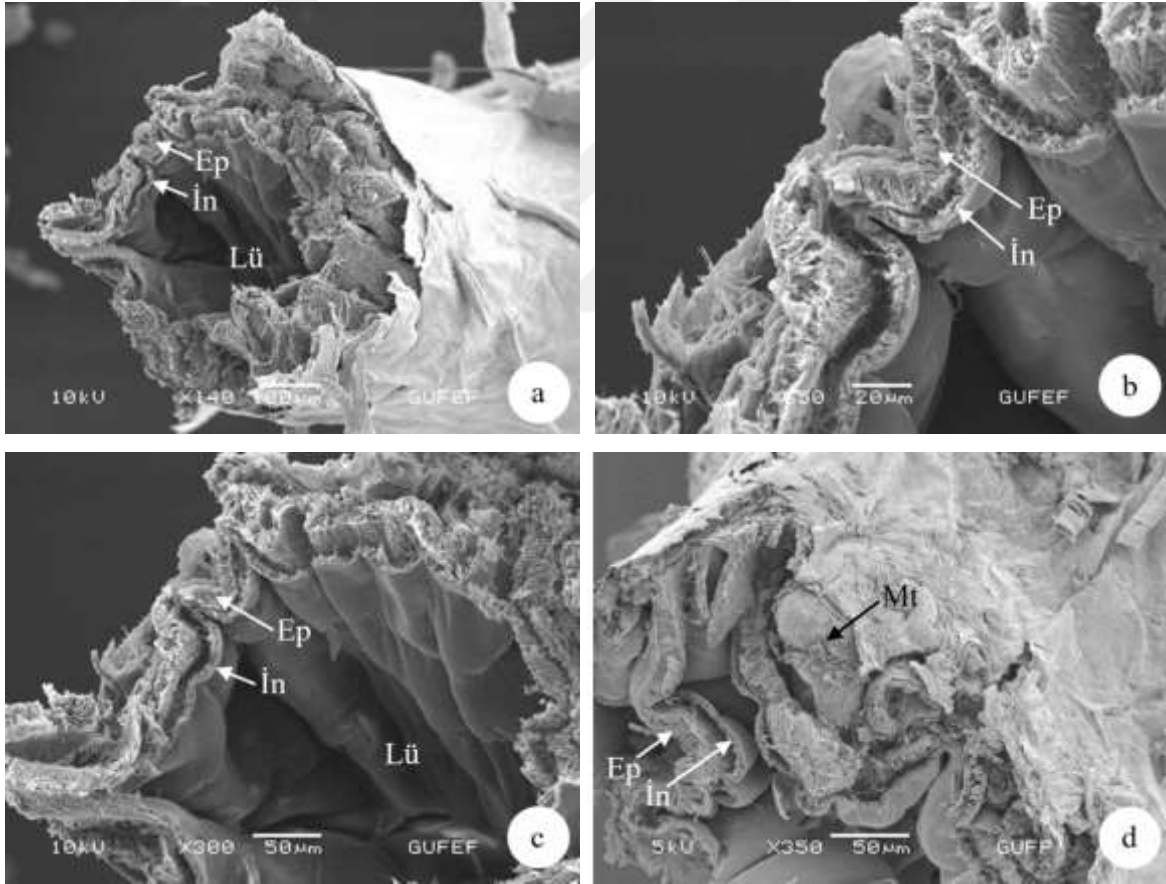


Resim 4.37. (a-b) *C. tenebricosa* 'da kolon dış yüzeyindeki malpighi tüpleri (Mt) ve trakeler (Tr) (SEM)





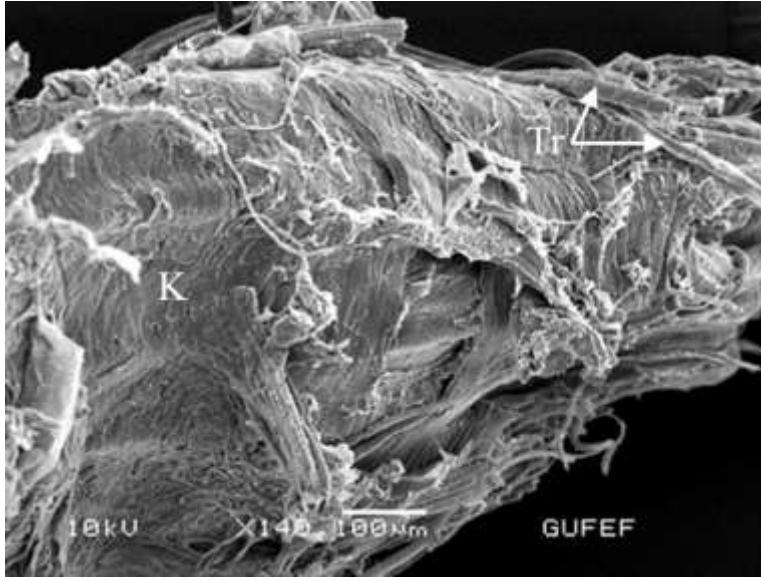
Resim 4.38. (a-d) *C. tenebricosa*'da kolon boyuna kesit; lümen (Lü), intima (İn), tek tabakalı kübik epitel (Ep), çekirdekler (Ç) ve Malpigi tübüleri (Mt) (H&E) (IM) (x100, 200, 400)



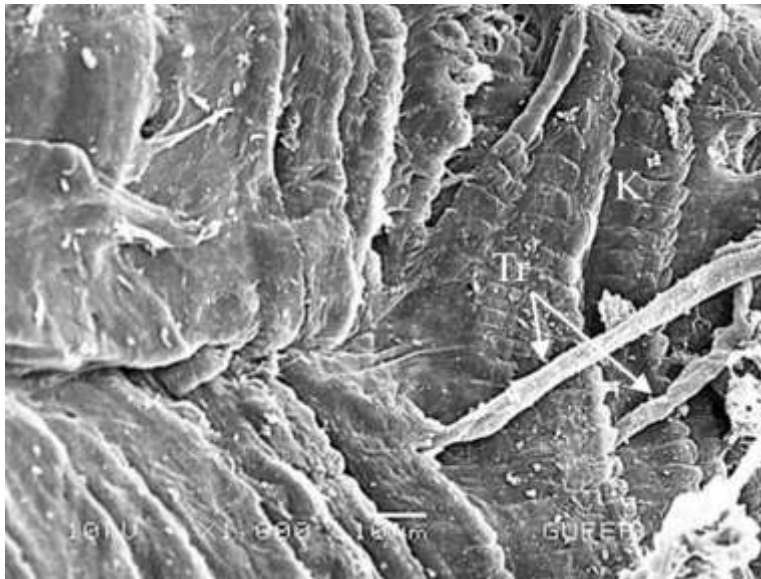
Resim 4.39. (a,b,c) *C. tenebricosa*'da kolon enine kesit; lümen (Lü), intima (İn) ve epitel (Ep) (d) Kılıf ve kolon duvarı arasında malpigi tübüleri (Mt) (SEM)

4.4.4. Rektum

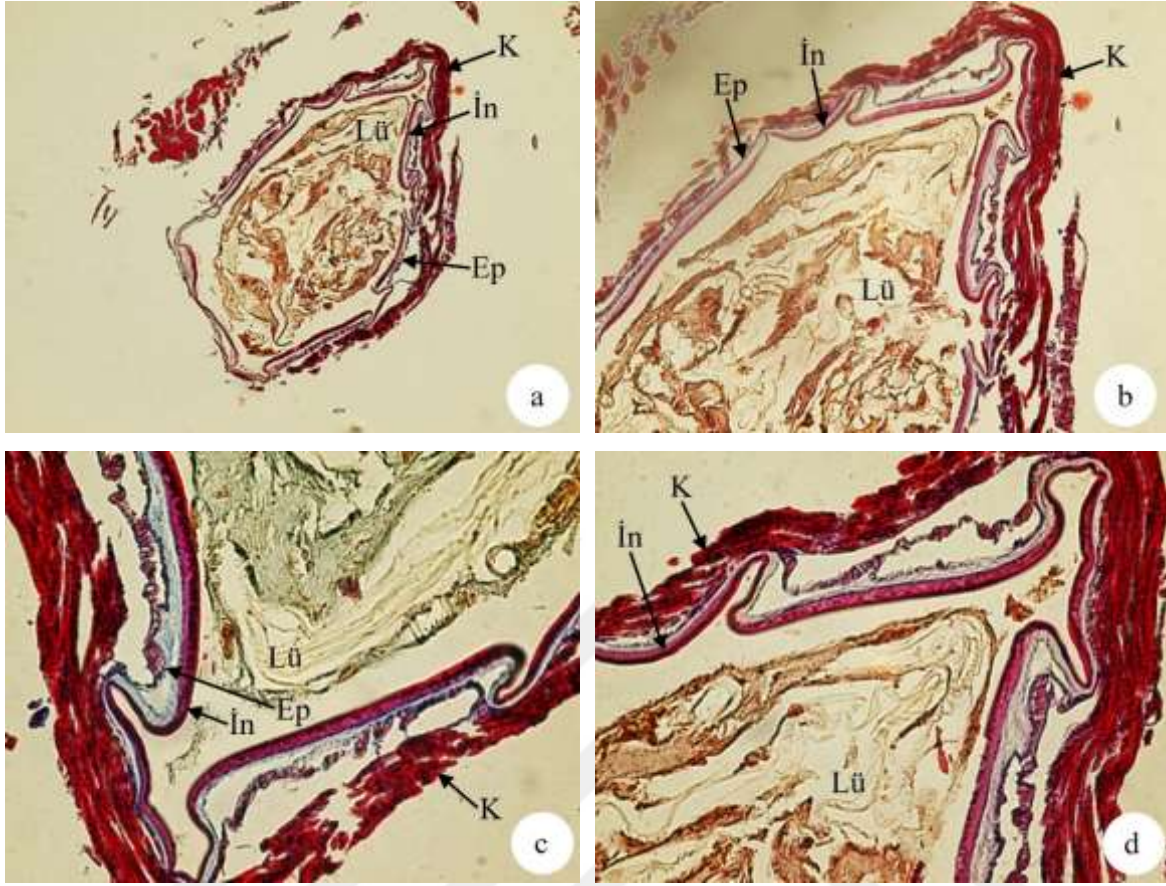
Kolonun devamında yer alan ve arka bağırsağın son kısmı olan rektumun dış yüzeyine bakıldığında yoğun bir kas tabakası ve trakeler gözlemlenmiştir (Resim 4.40.- 4.41.). Işık mikroskobu görüntüleri incelendiğinde kolonun en dışta oldukça kalın bir kas tabakası, tek tabakalı kübik epitel hücreleri, kalın bir intima tabakası ve lümeninden oluştuğu görülmüştür (Resim 4.42). Ek olarak, rektumda su emilimini arttıran rektal pedler bulunmaktadır.



Resim 4.40. *C. tenebricosa*' da rektum genel görünüm (SEM)
(K: Kas, Tr: Trake)



Resim 4.41. *C. tenebricosa*' da rektum dış yüzeyindeki kaslar (K) ve trakeler (Tr) (SEM)



Resim 4.42. (a-d) *C. tenebricosa*' da rektum enine kesit; lümen (Lü), intima (İn), epitel (Ep) ve kas tabakası (K) (Mallory 3'lü Boyama) (IM) (x100, 200, 400)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Böceklerdeki sindirim kanal yapısı alimentary kanal olarak adlandırılır. Sindirim kanalının tüm kısımlarında genellikle tek katlı epitel hücreler yer alır. Alimentary kanal yapısının boyu ve ağız tiplerinin çeşitliliği böceklerin besin tiplerine göre değişiklik göstermektedir (Chapman, 1998; Demirsoy, 2003; Kansu, 2012). Bizim çalıştığımız *Capnodis tenebricosa* katı ile beslenir ve bu nedenle kesici çiğneyici ağız tipi görülmektedir.

Bitki nektarı, bitki özü ve kan gibi sıvılarla beslenen böceklerde, bağırsak dar, uzun ve kıvrılmış yapıda bulunur ve bu bağırsak özelleşmesi belirgin olarak Hemipterlerde görülür. Katı besinlerle beslenen böceklerin bağırsakları ise düz, geniş, yaralanmaya karşı koruyan güçlü kaslarla donatılmış kısa bir yapıda bulunur. Bu durum bitki ile beslenen böceklerde ve bununla birlikte özellikle katı ve hızlı tüketen besinlerle beslenenlerde çok net görülmektedir (Harris, 1938; Fontanetti ve diğerleri, 2002; Silva ve diğerleri, 2004; Nardi ve diğerleri, 2009; Metin, 2014; Genç, 2017).

Böceklerin sindirim sistemi üç ana bölgeden meydana gelir. Bu bölgeler; ektodermal kökenli bir yapıda olan ön bağırsak (foregut) ya da stomodeum, endodermal kökenli olan orta bağırsak (midgut) ya da mesenteron, ektodermal kökenli olan arka bağırsak (hindgut) ya da proctodeum şeklindedir (Hood, 1937).

Ön ve arka bağırsak kendi içinde bölümlere ayrılırken orta bağırsakta genel olarak böyle bir ayırım görülmemektedir. Ayrıca sindirim kanalına bağlı olarak tükürük bezleri, çekum gibi sindirime yardımcı yapılar da bulunabilir (Hamner, 1936; Bursalı, 1996; Boonsriwong ve diğerleri, 2007; Xie ve diğerleri, 2011; Amutkan, 2012; Metin, 2014; Genç, 2017; Kara, 2020).

Bu çalışmada *C.tenebricosa*'nın sindirim sistemi diğer Coleoptera türlerinin sindirim sisteminin genel yapısı büyük ölçüde benzerlik göstermektedir ve bağırsağın ön, orta ve arka olmak üzere üç kısmı kolayca ayırt edilmektedir (Sinha, 1958; Díaz ve diğerleri, 1998, 2000, 2003; Rubio ve diğerleri, 2008; Bu ve Chen, 2009; Aldiagil ve diğerleri, 2013; Sarwade ve Bhawane, 2013; Sing ve Prasad, 2013).

C. tenebricosa'nın ön bağırsağı diğer Coleoptera türlerinin çoğunda olduğu gibi genellikle kısa, düz ve boru şeklinde olup, kısa bir farinks, dar bir boru şeklinde yemek borusu, kursak ve proventrikulüsten oluşur (Ekis ve Gupta, 1971; De Sousa ve diğerleri, 2013; Sarwade ve Bhawane, 2013).

Çoğu yetişkin Coleoptera'da kursak bulunur, ancak genellikle larvalarda çok az gelişmiş olduğu bilinmektedir (Crowson, 1981). Kursağın yokluğu, sürekli bir beslenme alışkanlığının göstergesidir. Çünkü kursak esas olarak bir besin depolama bölgesi olarak işlev görür (Ru ve Kloft, 1976).

C. tenebricosa'da kursak, histolojik olarak lümeninden dışa doğru intima, tek tabakalı epitel ve kas tabakasından meydana gelir. Kursağın dış yüzeyi enine bir kas tabakası ile çevrelenmiş olup iç yüzeyinde intima tabakasında gruplar halinde, kalın dikenlere rastlanmıştır.

Davidson (1931), *Criocer asparagi* L. (Coleoptera: Chrysomelidae)'de ön bağırsağın tüm kısımlarında oldukça belirgin olan ve epitel tabakasının dışında yer alan iyi gelişmiş uzunlamasına kas lifi demetlerinin kursak bölgesinde giderek küçülmüş olduğunu belirtmiştir.

Garcia-Salazar ve diğerleri (2000), *Acalymma vittata* (Coleoptera: Chrysomelidae)'da kursak, ön bağırsağın neredeyse %50'sini kapsamaktadır. Karsak duvarı boyunca devam eden ve kursağın orta bağırsağa girişinde sona eren yaklaşık sekiz uzunlamasına kas bulunur. Karsak lümeni, nispeten pürüzsüz bir kitin tabakası olan bir intima ile kaplıdır. Çok sayıda uzunlamasına ve enine kıvrımlar ve bazı seyrek dağılım gösteren dikenler görülmüştür.

Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)'de kursağın iç yüzeyinin birkaç diken benzeri yapı gösterdiğini belirtmiştir.

De Sousa ve diğerleri (2013), *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)'de kursakta dışta dar bir dairesel kas tabakasından ve içte kalın bir uzunlamasına kas tabakasından oluşan kas sistemi, şekli kübikten yassıya kadar değişen basit epiteli çevrelemektedir. Çekirdeklerin, hücrenin büyük kısmını kapladığı belirtilmiştir. Epitel hücrelerinin, kalın endokütikül ve ince, elektronca yoğun bir epikütikülden oluşan intima ile kaplandığı

görülmüştür. İntimada besin ile etkileşime giren dikenler bulunduğu belirtilmiştir. Kursak iç kıvrımlar oluşturmuş ve lümende çok sayıda bakteri gözlemlenmiştir.

Singh ve Prasad (2013), *Odoiporus longicollis* (Coleoptera: Curculionidae)'te kursakta histolojik olarak belirgin ve çift katmanlı intima bulunur. Burada yer alan birçok çıkıntı dişli bir görünüme sahiptir. Bunlar lümenin içine doğru çıkıntı yapan dişli dikenler olarak bilinir. İntimal katmanın yanında epitel katmanı yer alır. Hücreleri düzdür ve epitel hücrelerinin bazal kısmında çekirdekler kübik yapıdadır. Kas sistemi içte boyuna ve dışta daireseldir.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2020), *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae)'de kursağın, lümen, intima, tek tabakalı epitel ve kas tabakasından oluştuğunu belirtmiştir. Morfolojik olarak bu türde kursak ve proventrikulus arasında belirgin bir sınır görülmemiştir. Kursağın dış yüzeyinde belirgin çizgiler bulunan enine bir kas tabakası görülmüştür. İntima tabakasının iç yüzeyinde ise kalın dikenler bulunduğu belirtilmiştir.

Sittichaya ve diğerleri (2023), *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae)'un kursak duvarının belirgin mukozal kıvrımlar gösterdiğini ve bitki kökenli materyaller içerdiğini açıklamışlardır.

C. tenebricosa' da kursak, diğer Coleoptera türleriyle genel olarak benzerlik göstermektedir. *Acalymma vittata* (Coleoptera: Chrysomelidae), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Odoiporus longicollis* (Coleoptera: Curculionidae), *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae) gibi farklı böcek türlerine bakıldığında, kursak intimasında dikenlere rastlanmıştır (Garcia-Salazar ve diğerleri, 2000; Rubio ve diğerleri, 2008; De Sousa ve diğerleri, 2013; Singh ve Prasad, 2013; Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2020). Benzer olarak, *C. tenebricosa* kursağında da bu diken yapıları görülmüştür. Kursakta bulunan dikenlerin düzeni farklı türlerde değişiklik gösterebilir, ancak genel olarak besinin bağırsaktaki hareketine veya daha küçük parçacıklara öğütülmesine yardımcı olmalarından dolayı aynı işleve sahiptir. Buna karşın *Platynotus belli* F. (Tenebrionidae) ve *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) türlerinin ön bağırsağında kursak bulunmamaktadır (Sarwade ve Bhawane, 2013; Borges ve diğerleri, 2015).

C. tenebricosa' da proventrikulus içten dışa doğru lümen, intima, tek tabakalı epitel, boyuna ve enine kaslardan oluşmaktadır. Proventrikulusun dış yüzeyinde yoğun enine kas tabakası ve üzerinde trakeler görülmüştür. Buna ek olarak proventrikulusun iç yüzeyinde intimadan uzanan ve gruplar halinde bulunan diş yapıları gözlemlenmiştir.

Schedl (1931), proventrikulusun yapısı ile beslenme alışkanlıkları arasında olası bir birlikte evrimin ortaya çıktığını vurgulamıştır.

Crowson (1981), iyi gelişmiş proventrikulus neredeyse tüm Adephaga'ların ve çoğu Curculionoidea'nın karakteristiğidir, buna karşın zayıf gelişmiş bir proventrikulus diğer birçok Polyphaga'da görülmektedir.

Abax paralelepipedus'ta (Piller & Mitterpacher, 1783) (Carabidae), proventrikulusun intimasında tüylü kıllar bulunur. *Nebria gyllenhali*' deki (Schonherr, 1806) (Carabidae) proventrikulus iç lobları koni şeklinde dişlere sahiptir. *Pterostichus niger* (Schaller, 1783) (Carabidae) 'de, proventrikulusun arka yüzeyi diş şeklinde küçük dişçiklerle kaplıdır. *Pterostichus madidus* (Fabricius, 1775) (Carabidae)' un proventrikulusunda genellikle 7 dişten oluşan taraklar bulunur (Forsythe, 1982).

McAllister ve diğerleri (1995), leşçil *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae)'un iyi tanımlanmış bir proventrikulusa sahip olmadığını belirtmişlerdir.

Roche ve Wheeler (1997), *Zacryptocerus rohweri* (Hymenoptera: Formicidae)'nin polenle beslenmesinden kaynaklı olarak proventrikulusun içinin dikenlerle kaplı olduğunu bildirmişlerdir.

Fontanetti ve diğerleri (2002), *Endecoeus cinsinin* (Orthoptera: Gryllidae) üç ayrı türünde proventrikulus taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiş ve proventrikulusta bulunan dişlerin sayısındaki farklılıkların böceğin beslenme şekline bağlı olduğuna değinmişlerdir.

Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae)'de proventrikulusta sekiz adet diş benzeri çıkıntı bulunduğunu belirtmişlerdir.

Herve ve diğerleri (2011), *Coelaenomenodera lameensis* (Coleoptera: Chrysomelidae)'de proventrikulus proksimal, orta ve distal olmak üzere üç bölgeye ayrılır. Proksimal bölge kısa

dikenli olup ve bazılarında sklerotize lamelli geniş kıvrımlar bulunur. Sklerotize lamellerin sayısında ve boyutunda artışla işaretlenmiş olan orta bölge kütiküler kıvrımları gösterir. Epitel hücreleri tarafından yapılan kıvrımların boyutlarının distal proventrikulusta farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir.

Singh ve Prasad (2013), *Odoiporus longicollis* (Coleoptera: Curculionidae)'de proventrikulus oldukça kaslı ve sklerotize yapıdadır. Sekiz ayrı sklerotize kırmızımsı kahverengi dişlerle kaplanmıştır. Proventrikulusun ön kısmı daha geniş olup arkaya doğru inceler ve bu daralma ön bağırsak ile orta bağırsak arasındaki sınırı işaret etmektedir. Yapısındaki baskın özelliğin, kitinöz intima ve dairesel kas liflerinin muazzam gelişimi olduğu belirtilmiştir.

Dendroctonus armandi (Coleoptera: Curculionidae), *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) ve *Epiphaneus malachiticus* (Curculionidae)'da proventrikulus, her biri iki uzunlamasına fırça taşıyan sklerotize kitinöz bazal plakalardan oluşur. Bu sklerotik plakların ön ve çiğneme plaklarından oluştuğu bilinmektedir (Bu ve Chen, 2009; De Sousa ve diğerleri, 2013; Candan ve diğerleri, 2019).

Nurul Wahida ve diğerleri (2018), *Pteroptyx tener* (Coleoptera: Lampyridae)'in ön bağırsak bölgesinde proventrikulus bulunmadığını bildirmişlerdir.

Carpocoris pudicus (Heteroptera: Pentatomidae) *Lygaeus equestris* (Heteroptera, Lygaeidae) ve *Coreus marginatus* (Heteroptera: Coreidae)'ta olduğu gibi bitkilerin öz suyuyla beslendiklerinden, diş benzeri kitin çıkıntılar bulunmamakta ve proventrikulusta yer alan epitel hücreleri lümene doğru çıkıntı yapmaktadır (Metin, 2014; Demirkol, 2016; Kara, 2020).

Toni ve diğerleri (2022), *Oxelytrum discicolle* (Coleoptera: Silphidae)'de proventrikulusun diken benzeri çıkıntılara sahip bir kütikül ile kaplı düz bir epitel ve iyi gelişmiş dairesel ve uzunlamasına kas tabakaları içerdiğine değinmişlerdir.

Chen ve diğerleri (2023), *Meligethes (Odonthogethes) chinensis* (Coleoptera: Nitidulidae: Meligethinae)'te ön bağırsağın en geniş kısmı olan proventrikulus iyi gelişmiş, sklerotize, kalın duvarlı ve soğan biçiminde bir organdır. Yüzeyinde uzunlamasına kaslar ve enine

kasların yanı sıra sekiz proventriküler plaka açıkça ayırt edilebilmektedir. Ayrıca proventrikulusun iç yüzeyi, Candan ve diğerleri (2021), polifag avcı *Calosoma sycophanta* (Coleoptera: Carabidae)'da tanımlanan tüylü kıllara benzer şekilde bazı uzun kıllarla kaplıdır ve bunun da büyük yiyecek parçacıklarının kıllar tarafından filtrelenmesine olanak tanıdığı bilinmektedir.

Orthoptera, Coleoptera, Hymenoptera gibi katı besinlerle beslenen takımlarda diş benzeri kitin çıkıntılar bulunmaktadır. Proventrikulus ile ilgili yapılan bu çalışmalar sonucunda katı ve sıvı beslenme alışkanlığına bağlı olarak yapının değişiklik gösterdiği görülmektedir.

Sindirimin asıl gerçekleştiği bölge olan orta bağırsak ile ilgili çeşitli böcek takımlarında yapılan birçok çalışma bulunmaktadır.

Coleoptera'nın da dahil olduğu genelleştirilmiş böceklerde orta bağırsak, tübüler ventrikül ve gastrik çekum adı verilen körlemesine sonlanan lateral anterior divertikül olmak üzere iki ana bölgeden oluşur (Vazquez-Arista, 1997).

Katı besinlerle beslenen böcek gruplarında için midenin son bölgesinden salgılanan peritrofik membran yapısı bulunmakta olup, bu yapı besinlerin geçişini daha rahat sağlamak ve sindirim sistemini mekanik etkilerden korumaktadır (Lehane, 1997).

C. tenebricosa' da orta bağırsakta üstü ince bir kas tabakası ile çevrili tek tabakalı silindirik epitel hücresi ve bu epitel hücreleri ile bağlantılı rejeneratif kriptler bulunmaktadır. Orta bağırsak bölgesini astarlayan ve lümende yer alan peritrofik membran, ince bir örtü şeklinde görülmektedir. Epitel hücrelerinin apikalinde uzun mikrovillüsler rastlanmıştır.

Whittington (1935), *Harpalus pennsylvanicus* Dej. (Coleoptera: Carabidae)'de ön orta bağırsağın yüzeyindeki kriptaların, arka orta bağırsaktaki kriptalardan çok daha büyük olduğunu belirtmiştir.

Sinha (1958), *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)'te orta bağırsaktaki hücre katmanları sindirim boşluğunun iç astarından dışarıya doğru sırasıyla; bazal membran üzerine dizili epitel hücreleri, dairesel kaslar, uzunlamasına kaslar ve bağ dokusu şeklindedir. Orta bağırsaktaki epitel hücrelerinin genellikle orta bağırsağın ön bölgesinde arka bölgeye oranla daha büyük olduğu görülmüştür.

Baker ve diğerleri (1984), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae)'un orta bağırsağında tipik kolumnar hücrelerine ek olarak, bazal plazma membranında derin içe katlanmalar ile karakterize edilen koyu renkli hücrelere rastlanmıştır. Büyük vakuole benzer yapıda olan hücreler ön orta bağırsakta görülürken, çok hücreli kriptler ve lümen içine apikal çıkıntılar yapan hücreler arka orta bağırsakta görülmüştür.

Boonsriwong ve diğerleri (2007), *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nın orta bağırsak yapısının dört-beş katlı kübik epitelden ve mikrovilluslardan oluştuğunu açıklamışlardır.

Çakıcı (2008), *Melanogryllus desertus* (Orthoptera: Gryllidae)'un orta bağırsağının basit silindirik epitelden oluştuğuna ve iki büyük gastrik çekumun orta bağırsağa bağlandığına değinmişlerdir.

Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae)'de orta bağırsak, ön ve arka orta bağırsak olmak üzere iki kısımda incelenir. Orta bağırsak epiteli tüm orta bağırsağı çevreleyen tek hücre tabakasından meydana gelmiştir. Lümenin içinde bulunan besin peritrofik bir membranla çevrelenmiştir. Arka orta bağırsak, iki gastrik çekumun varlığı ile karakterize edilmektedir.

De Sousa ve Conte (2013), *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)'te orta bağırsak, ön orta ve arka orta bağırsak olarak farklılaşma göstermiştir. Bazal lamina olarak bilinen bağ dokusunu, dışta boyuna ve içte dairesel kas liflerinden oluşan ince bir kas sistemi çevrelemektedir. Bazal lamina üzerinde yer alan basit epitel sindirim, rejeneratif ve endokrin hücrelerinden oluşmaktadır. Bunlardan sadece sindirim hücrelerinin ön ve arka orta bağırsak arasında farklılıklar gösterdiği belirtilmiştir.

Borges ve diğerleri (2015), *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)'da orta bağırsak epitel, goblet ve rejeneratif hücreleri içeren basit sütunlu bir yapıdadır. Buna ek olarak, orta bağırsakta sıklıkla peritrofik membran gözlemlenmiştir.

Genç (2017), *Aelia rostrata* (Fabricius, 1803) (Heteroptera: Pentatomidae)'nın orta bağırsağının orta bağırsak kanalı ve bulb yapısı olmak üzere iki kısımdan oluştuğunu belirtmiştir.

Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Curculionidae), Singh ve Prasad (2013), *Odoiporus longicollis* (oliv.) (Curculionidae) ve Candan ve diğerleri (2019), *E. malachiticus*' un orta bağırsakları, anterior ve posterior olmak üzere iyi ayırt edilebilen iki kısımdan oluşmaktadır.

Taha ve diğerleri (2020), *Trachyderma philistina* (Coleoptera: Tenebrionidae)'da orta bağırsak ön, orta ve arka olmak üzere üç kısımda incelenmiştir. Ön orta bağırsağının bazal bölümünde iyi gelişmiş, kalın bir bazal membran bulunmaktadır. Orta bağırsağın ortasında iyi gelişmiş, kalın ve fırça kenarlı mikrovilluslara rastlanmıştır. Orta bağırsağın arka kısmında ise lümen boşalan çok sayıda organel bulunması sebebiyle zar şeklinde mikrovilluslar bulunduğu görülmüştür.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2020), *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae)'in orta bağırsağının dış yüzeyi, rejeneratif kriptalar adı verilen düzenli aralıklı yuvarlak yapılarla kaplanmıştır. Orta bağırsak, peritrofik bir zara sahip olup dış muskuler ve iç kolumnar epitelden oluşmuştur. Epitel hücrelerinin ortada çekirdeği, apikalinde ise uzun bir mikrovillus bulunmaktadır.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2021), *Melanophila picta decastigma* (Coleoptera: Buprestidae)'nın orta bağırsağı tek katmanlı silindirik kısa çizgili kenarlı epitel içermektedir. Epitel astarının büyük oranda katlandığını ve lümenine kıvrımlı bir görünüm kazandırdığı görülmüştür. Bu tek tabakalı kolumnar epitel hücrelerinin çekirdekleri ortada bulunmaktadır.

C. tenebricosa' da orta bağırsak diğer Coleoptera türleriyle benzerlik göstermektedir. *Harpalus pennsylvanicus* Dej. (Coleoptera: Carabidae), *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae)'in orta bağırsağının dış yüzeyi *C. tenebricosa*' da olduğu gibi rejeneratif kriptalar ile kaplanmıştır (Whittington, 1935; Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2020). Bunun yanında *C. tenebricosa*' da görülen peritrofik membran yapısı aynı zamanda *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae), *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae) gibi özellikle katı besinler ile beslenen farklı böcek gruplarında ve farklı böcek türlerinde bulunmaktadır (Rubio ve diğerleri, 2008; Borges ve diğerleri, 2015; Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2020). Bu membran sindirim sistemini mekanik etkilere karşı korumaktadır. *C. tenebricosa*' da orta bağırsak tek bir kısım

halinde bulunmaktadır. Buna karşılık, *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae), *Odoiporus longicollis* (oliv.) (Curculionidae) ve *E. malachiticus*' un orta bağırsakları, anterior ve posterior olmak üzere iyi ayırt edilebilen iki kısımdan oluşmaktadır (Baker ve diğerleri, 1984; Rubio ve diğerleri, 2008; Singh ve Prasad, 2013; Candan ve diğerleri, 2019). Buna ek olarak *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Trachyderma philistina* (Coleoptera: Tenebrionidae)' da orta bağırsak ön, orta ve arka olmak üzere üç kısımda incelenmiştir (De Sousa ve Conte, 2013; Taha ve diğerleri, 2020). Orta bağırsağın kısımlarında görülen bu farklılık türler arasında çeşitlilik gösterdiğini belirtmektedir.

Coleoptera'nın da dahil olduğu genelleştirilmiş böceklerde orta bağırsakta yer alan gastrik çekum ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur.

Gastrik çekumda bulunan çok sayıda papilla konum, sayı ve düzen açısından Coleoptera türleri arasında farklılık gösterir (Calder, 1989; Rubio ve diğerleri, 2008).

C. tenebricosa'da orta bağırsağın ön kısmına bağlı olan bir çift gastrik çekum bulunmaktadır. Gastrik çekumun dış yüzeyinin yuvarlak keseler halinde bulunduğu ve üzerinde trakelerin yer aldığı gözlemlenmiştir. Dar bir lümen yapısı ve lümene bakan tarafta, uzun ve fırça benzeri mikrovilluslar bulunmaktadır. Tek tabakalı silindirik epitel hücrelerine ve epitel hücrelerinin ortasında yuvarlak çekirdeklere rastlanmıştır.

Díaz ve diğerleri (1998), *Dendroctonus paralelocollis* Chapuis, *D. rhizophagus* Thomas et Bright ve *D. valens* LeConte (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae)'de arka orta bağırsağın sonunda küçük ve çok sayıda gastrik çekum bulunduğunu belirtmişlerdir.

Rubio ve Acuña (2006), *Metamasius hemipterus* L. ve *Metamasius hebetatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae)'da ön orta bağırsakta ve arka orta bağırsakta birkaç gastrik çeka görüldüğünü gözlemlemişlerdir.

Bu ve Chen (2009), *Dendroctonus armandi* Tsai ve Li (Curculionidae)'nin orta bağırsağının ortasında yaklaşık 160 gastrik çekumun yer aldığını açıklamışlardır.

Aldigail ve diğerleri (2013), *Epilachna chrysomelina* (Coleoptera: Coccinellidae) orta bağırsağında belirgin bir gastrik çekum bulunmadığını belirtmişlerdir.

Pradhan (1939) *Coccinella septempunctata*, Borges ve diğerleri (2015), *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)'da orta bağırsağın ön kısmında iki dairesel gastrik çekum bulunduğu gözlemlenmiştir.

Candan ve diğerleri (2019), *E. malachiticus* (Coleoptera, Curculionidae)'un arka orta bağırsağının orta bölümünün her iki tarafında yer alan kısa parmak benzeri papillalar olan çok sayıda gastrik çekumun emilim verimliliğini arttırmaya yardımcı olduğuna değinmişlerdir.

Toni ve diğerleri (2022), *Oxelytrum discicolle* (Coleoptera: Silphidae)'de dar lümenli kısa gastrik çekumlar bulunmaktadır. Her gastrik çekumun kör ucunda, küresel olan, yoğunlaştırılmış kromatin açısından zengin bir çekirdeğe sahip, farklılaşmamış rejeneratif hücrelerden oluşan bir yuva bulunur. Gastrik çekumun kolumnar sindirim hücrelerinin, yoğunlaşmamış kromatin açısından zengin çekirdeklere ve belirgin nükleollere sahip olduğu görülmüştür.

Böceklerde orta bağırsak ile arka bağırsağın birleştiği yerde yer alan ve boşaltımdan sorumlu organ olan Malpigi tübülleri ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır.

C. tenebricosa' da kriptonefridal sistemde 6 adet Malpigi tübülünün kolonun dış yüzeyine bağlı olarak bulunduğu görülmektedir. Malpigi tübüllerinin dış yüzeyinin boncuk dizisi şeklinde bir görünüme sahip olduğu ve trakelerle çevrelenmiş olduğu gözlemlenmiştir. Malpigi tübülleri lümen, tek tabakalı kübik epitel hücreleri ve oval çekirdeklerden oluşmaktadır. Aynı zamanda epitel hücrelerinin apikal ucunda mikrovillusa rastlanmıştır.

McAllister ve diğerleri (1995), *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae)'ta hem larva hem yetişkin evrede kriptonefridal düzende altı Malpigi tübülü bulunduğu gözlemlenmiştir. Larvalarda tübüller arka bağırsağın etrafında eşit aralıklı bulunurken yetişkinlerde iki tübülün ventralde dördünün ise dorsalde bulunduğu açıklanmıştır.

Garcia-Salazar ve diğerleri (2000), *Acalymma vittata* (Coleoptera: Chrysomelidae)'da arka bağırsağın ventral ucunda dört adet Malpigi tübülünün yer aldığından ve bu ana tübüllerden çok sayıda küçük tübül dallandığından söz etmişlerdir.

Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)'de altı Malpigi tübülü bulunduran pilor kapağı arka bağırsağın başlangıcında yer alır. Malpigi tübülleri uzundur ve tüm orta ve arka bağırsağı kapladığı gözlemlenmiştir.

Sarwade ve Bhawane (2013), *Platynotus belli* F. (Coleoptera: Tenebrionidae)'de bulunan altı Malpigi tübülü üç gruba ayrılmış olup her grubun iki tübül içerdiği görülmüştür. Malpigi tübüllerinin tek tabakalı kübik epitel hücreleri içerdiği belirtilmiştir.

Borges ve diğerleri (2015), *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)'da rektumu çevreleyen kriptonefrik sistemde gözlemlenen Malpigi tübüllerinin arka bağırsağın başlangıç kısmını ve arka uçta dış tarafa bağlanan rektal kanalı oluşturduğunu belirtmiştir.

Özyurt Koçakoğlu ve Candan (2020), *Chrysolina herbacea* (Coleoptera: Chrysomelidae)'da Malpigi tübüllerinin proksimal kısmı pilor kapağı ile birleşirken distal kısmı hemosölde bulunur ve dalgalı ve düz bir yüzeye sahiptir. Malpigi tübüllerinin, fırça kenarlı ve kılıflı tek katlı kübik epitel ve epitelde yer alan büyük yuvarlak çekirdekler içerdiği gözlemlenmiştir.

Candan ve diğerleri (2021), *C. sycophanta* (Coleoptera: Carabidae)'da ileumun ön ucu, dört Malpigi tübülünün girişiyle belirginlik kazanmıştır. Malpigi tübülleri tek tabakalı kübik epitel hücreleri içerir. Ayrıca Malpigi tübüllerinin oldukça sarımsı, ince, uzun, ipliksi ve dalgalı olup düz bir yüzeye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Chen ve diğerleri (2023), *Meligethes (Odonthogethes) chinensis* (Coleoptera: Nitidulidae)'te altı Malpigi tübülü bulunmaktadır. Proksimal Malpigi tübüllerinin açıklıkları, orta bağırsak ve arka bağırsağın birleşim noktasına eşit bir şekilde yerleşirken distal Malpigi tübüllerinin, kriptonefridal sistemde kolona eşit şekilde bağlandığı açıklanmıştır.

Malpigi tübüllerinin yapısı ve sayısı farklı böcek takımlarında önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Genellikle vücut boşluğunda serbest olarak bulunan Malpigi tübüllerinin, Coleoptera takımına ait türlerde çoğu diğer takımlardan farklı olarak kriptonefridal sisteme uygun bir biçimde son bağırsak duvarına bağlandığı görülmüştür. *C. tenebricosa*' da kriptonefridal sistemde Malpigi tübülleri kolon dış yüzeyine bağlı olarak bulunmaktadır. Benzer şekilde, *Meracantha contracta* (Beauv.) (Tenebrionidae), *Crioceris asparagi* Linn (Chrysomelidae) ve *Capnodis tenebrionis* (Buprestidae)' de kolonu çevreleyen kriptonefrik

sistemde Malpigi tübülleri gözlemlenmiştir (Miller, 1931; Davidson, 1931; Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2020). Bunun yanında, *Dendroctonus armandi* (Curculionidae), *Epilachna chrysomelina* (Coccinellidae), *Odoiporus longicollis* (Curculionidae) ve *E. malachiticus* (Curculionidae)'ta Malpigi tübüllerinin distal uçlarının kolon ve rektum duvarı ile tamamen çevrelenmiş olduğu bildirilmiştir (Bu ve Chen, 2009; Aldigail ve diğerleri, 2013; Singh ve Prasad, 2013; Candan ve diğerleri, 2019).

C. tenebricosa'da arka bağırsak ileum, kolon ve rektum kısımlarından oluşur ve anüs ile son bulur.

Pilor ile başlayan ve sindirim sisteminin son kısmı olan arka bağırsak ileum, kolon ve rektum kısımlarından oluşur ve dışta anüs ile son bulur (Sinha, 1958; Aldigail ve diğerleri, 2013; Candan ve diğerleri, 2019). Ancak *Carabus violaceus* (Carabidae)'te arka bağırsak kolon ve rektum olmak üzere yalnızca iki bölümden meydana gelir (Ali, 1964). Aynı zamanda *Harpalus pennsylvanicus* Dej (Coleoptera: Carabidae)'de arka bağırsak pilor valfi, Malpigi tübülleri, ileum ve rektumdan oluşur (Whittington, 1935).

Borges ve diğerleri (2015), *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)'da arka bağırsağın ileum, rektum ve rektal kanaldan meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Arka bağırsağın ilk kısmı olan ileum ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur.

C. tenebricosa' da ileum yüzeyi dalgalı bir görünümde olup etrafı Malpigi tübülleri ile çevrelenmiştir. İleum içten dışa doğru sırasıyla lümen, kalın bir intima tabakası, tek tabakalı silindirik epitel hücreleri ve çekirdekten oluşur. Epitel yapısı lümene doğru girintiler yaparak bir yıldız görüntüsü oluşturur. Lümeninde besin maddelerine ve sindirim sistemi atığı olan ürik asit kristallerine rastlanmıştır.

Davidson (1931), *Criocer asparagi* L. (Coleoptera: Chrysomelidae)'de ileum pilor kapağı ile kolon arasında yer alır. İleumun intima, epitel, bazal membran, dairesel ve uzunlamasına kas tabakalarından oluştuğunu gözlemlemiştir.

Sinha (1958), *Tribolium Castaneum* Herbst (Coleoptera, Tenebrionidae)' de ileum pilor ve kolon arasında yer alan dar ve U şeklinde bir tüp olarak bulunmaktadır. Kübik epitel hücreleri, düz bir intima ve bir iplik kalınlığında dairesel kas tabakası içermektedir.

Aldiagil ve diğerkleri (2013), *Epilachna chrysomelina* (Coleoptera: Coccinellidae)' da ileum pilor kapağının arkasında yer alır ve dairesel kasların belirgin varlığı ile ayırt edilir. Yuvarlak çekirdekli kübik epitel hücreleri ve altı belirgin uzunlamasına katmana (kıvrımlara) bölünmüş intima tabakası içerdğine değinilmiştir.

Borges ve diğerkleri (2015), *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)'da ileum kübik epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Ayrıca ileumun altı uzunlamasına kıvrım ve ince bir dairesel kas tabakası içerdğini belirtmişlerdir.

Candan ve diğerkleri (2021), *C. sycophanta* (Coleoptera: Carabidae)'da ileum, dışarıdan omurga benzeri enine ve boyuna kas tabakaları ile çevrilidir. İleum yıldız benzeri bir görünümde olan lümen, intima, dalgalı tek katmanlı silindirik epitel ve kas tabakasından oluşur. Lümenin içinde farklı boyutlarda salgı granülleri görülmüştür. Çekirdeğin, epitel hücrelerinin bazal kısmına yakın bir yerde bulunduğu gözlemlenmiştir.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerkleri (2021), *Melanophila picta decastigma* (Coleoptera: Buprestidae)'da ileumun bazı bölümlerinde oldukça katlanmış kütiküler astar, tek katmanlı kübik epitel ve çok kaslı bir duvar yer almaktadır. Epitel hücrelerinde hücrenin merkezinde yer alan çekirdeklere rastlanmıştır. Bu bölgedeki intimanın gruplar halinde dikenler içerdği görülmüştür.

Chen ve diğerkleri (2023), *Meligethes (Odonthogethes) chinensis* (Coleoptera: Nitidulidae)'te orta bağırsak ile kolon arasında bulunan ileum, serbest Malpigi tübülleri ile çevrelenmiştir. İleum sarmal olup trake ve trakeollerle çevrelenmiştir. Ayrıca dairesel ve uzunlamasına kaslar içerdğini belirtmişlerdir.

C. tenebricosa' da İleum tek tebakalı silindirik epitel hücreleri içerir. Benzer olarak, *C. sycophanta* (Coleoptera: Carabidae)'da ileum tek katmanlı silindirik epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Buna karşın, *Epilachna chrysomelina* (Coleoptera: Coccinellidae), *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Melanophila picta decastigma* (Coleoptera: Buprestidae) türlerinde tek katmanlı kübik epitel hücreleri yer almaktadır (Aldiagil ve diğerkleri, 2013; Borges ve diğerkleri, 2015; Özyurt Koçakoğlu ve diğerkleri, 2021). İleumu çevreleyen epitel hücrelerinin şeklinin türler arasında çeşitlilik gösterdiği ayırt edilmiştir.

Arka bağırsağın kolon bölgesi ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur.

C. tenebricosa' da kolonun dış yüzeyi düz bir görünüme sahiptir ve üzerinde dalgalı şekilde bulunan Malpigi tübülleri ve trakeler görülmektedir. Kolon içten dışa doğru lümen, intima tabakası, lümene doğru girintili bir yapıda olan tek tabakalı kübik epitel hücreleri ve çekirdeklerden oluşmaktadır. Ek olarak, kriptonefridal sistemde kolon duvarı ve kılıf arasında Malpigi tübülleri bulunmaktadır.

Sinha (1958), *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)' de kolonda yer alan kübik epitel hücrelerinin, ileum ve rektuma oranla daha büyük olduğu gözlemlenmiştir. Epitel bir dizi düzensiz kıvrım gösterir ve bu kıvrımlar kolon boyunca süreklilik gösterir. Kolonda dairesel kas tabakası bulunmazken zikzak şeklinde düzenlenmiş sağlam kaslardan oluşan bir boyuna kas tabakası bulunduğu belirtilmiştir.

Garcia-Salazar ve diğerleri (2000), *Acalymma vittata* (Coleoptera: Chrysomelidae)' da kolon Malpigi tübüllerinin tabanından başlar ve rektumda son bulur. Posterior olarak rektal bölgeye uzanan bir dairesel kas tabakası ile çevrili olduğu gözlemlenmiştir.

Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)'de genişlemiş olan kolon kolayca ayırt edilebilir. Kolonun, peristaltik harekete yardımcı olan bir grup kasla çevrili olduğu belirtilmiştir.

Sarwade ve Bhawane (2013), *Platynotus belli* F. (Coleoptera: Tenebrionidae)'de kolon kalın dairesel ve uzunlamasına kaslar ve içte kalın intima tabakası ile kaplanır. Çok büyük oval belirgin çekirdeklere sahip olan kübik epitel hücrelerinin, iyi tanımlanmış hücre sınırları olan ve dahili olarak kalın kitinöz intima tabakası ile kaplanmış olduğu açıklanmıştır.

Candan ve diğerleri (2019), *E. malachiticus* (Coleoptera, Curculionidae)'ta kolon kübik epitel hücrelerinden oluşmaktadır ve Malpigi tübüllerinin distal uçlarının tamamının kolon ve rektum duvarı ile çevrelendiğini gözlemlemişlerdir.

Candan ve diğerleri (2020), *Tanymecus dilaticollis* (Coleoptera: Curculionidae)' de kolon tek katmanlı kübik epitelden oluşur ve epitelde yer alan çekirdekler çok yoğun ve büyük olup neredeyse tüm hücreyi kapladığı görülmüştür. Kolonun ileum ve rektumdan ayırt edilebilen altı büyük kıvrımı olduğu belirtilmiştir.

Chen ve diğerleri (2023), *Meligethes (Odonthogethes) chinensis* (Coleoptera: Nitidulidae)’te arka bağırsağın en geniş kısmı olan kolon düzdür ve arkaya doğru giderek genişlediği görülmüştür. Malpigi tübüllerinin kriptonefridal bölgesinin kolona tamamen yapışık olup, düzensiz derin uzunlamasına girintiler oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Genel olarak *C. tenebricosa*’ da dahil olmak üzere farklı birçok böcek türünde kolon yapısı bulunmaktadır. Ancak *Harpalus pennsylvanicus* (Coleoptera: Carabidae), *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) türlerinde kolon yapısı mevcut değildir (Whittington, 1935; Borges ve diğerleri, 2015). Bu türlerde ileum doğrudan rektuma bağlanacak şekilde özelleşmiş, türden türe farklılık gösterebileceği ayırt edilmiştir. Kolonu çevreleyen epitel hücrelerinin farklı türlerde aynı tipte olduğu ayırt edilmiştir. *C. tenebricosa*’ da kolon tek tabakalı kübik epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Benzer şekilde, *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae), *E. malachiticus* (Coleoptera, Curculionidae), *Tanymecus dilaticollis* (Coleoptera: Curculionidae) türlerinde de tek tabakalı kübik epitel hücreleri yer almaktadır (Sinha, 1958; Candan ve diğerleri, 2019; Candan ve diğerleri, 2020). *C. tenebricosa*’ da kriptonefridal sistemde kolon duvarı ve kılıf arasında Malpigi tübülleri bulunmaktadır. Benzer olarak, *Meligethes (Odonthogethes) chinensis* (Coleoptera: Nitidulidae)’te Malpigi tübülleri kriptonefridal sistemde kolona tamamen yapışık olarak bulunmaktadır. Buna karşılık, *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)’ da Malpigi tübülleri kriptonefrik sistemde rektuma bağlı olarak yer almaktadır.

Arka bağırsağın bir bölgesi olan rektum bölgesi hakkında birçok çalışma bulunmaktadır.

C. tenebricosa’ da arka bağırsağın son bölgesi olan rektumun dış yüzeyinin yoğun bir kas tabakası ve trakelerle kaplı olduğu gözlemlenmiştir. Rektum en dış kısmında oldukça kalın bir kas tabakası, tek tabakalı kübik epitel hücreleri, kalın bir intima tabakası ve lümeninden oluşmaktadır. Ayrıca rektumda su Emilimini arttıran rektal pedler bulunmaktadır.

Davidson (1931), *Crioceris asparagi* L. (Coleoptera: Chrysomelidae)’ de rektumun lümenine, intima ve epitel beş ila sekiz dalgalı kıvrım halinde çıkıntı yapar ve bu çıkıntılar arka tarafta daha belirgindir. Epitel hücrelerinin çekirdekleri oldukça belirgin olup hücre duvarları ise belirsizdir. Epitelin dışında belirgin bir bazal membran yer alır. İyi gelişmiş dairesel kaslar üç veya dört katmandan oluşurken boyuna kasların birkaç izole şeritte bulunduğu açıklanmıştır.

Sinha (1958), *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)' de rektum; önde iğ şeklinde geniş tüp veya rektal kese, arkada ise dar huni şeklinde tüp veya rektum olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Rektal kesede altı adet rektal ped bulunduğu açıklanmıştır.

Ekis ve Gupta (1971), Coleoptera'nın Cleridae familyasının 22 cinsini temsil eden 44 türü sistematik olarak incelemiş ve arka bağırsağı ileum, kolon ve rektum (rektal kese ve rektal) kısımlarından oluştuğunu belirtmişlerdir. Rektumun intimasının çok küçük kıvrımlara sahip anterior (rektal kese) ve uzun, dar kıvrımlara sahip posterior (rektal) olarak farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir.

Medel ve diğerleri (2013), *Aegorhinus superciliosus* (Coleoptera: Curculionidae)' da rektumun iç duvarının oldukça kıvrımlı olduğu görülmüştür. Rektum gelişmiş bir dairesel ve uzunlamasına kas tabakası ile çevrelenmiştir. Diğer böceklerde yaygın olarak görülen rektal pedlerin bulunmadığını belirtmişlerdir.

Senarat ve diğerleri (2014), *Epicauta waterhousei* (Coleoptera: Meloidae)' de rektumun ön ve arka rektum olmak üzere iki bölüme ayrıldığı gözlemlenmiştir. Ön rektum basit kolumnar hücrelerle kaplanmış epitel, epitelde yer alan bazofilik sitoplazma ile çevrelenmiş oval bir çekirdek ve intimadan oluşmaktadır. Arka rektumun duvarı ön rektumda tanımlanana benzerdir ancak uzunlamasına kıvrımın ön rektuma göre daha az olduğu belirtilmiştir.

Borges ve diğerleri (2015), *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)' da rektumda kübik epitel hücreleri bulunurken rektal kanalda skuamöz epitel hücreleri yer almaktadır. Ayrıca rektumu çevreleyen kriptonefrik sistemde Malpigi tübülleri gözlemlenmiştir.

Harris ve diğerleri (2015), *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Dryophthoridae)' da rektumun, hücrenin ortasında büyük bir çekirdeğe sahip olan kübik epitel hücrelerinden oluştuğu görülmüştür. Rektumun köşesinde katlanmış bir epitel hücresi oluştuğu ve ayrıca rektumun başlangıcında rektal ped yapısının bulunduğu belirtilmiştir.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2020), *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae)' de basit bir epitel olan rektum altı tane kalınlaşmış ped adı verilen parçadan oluşmaktadır. Rektum lümen, tek tabakalı epitel ve oldukça kalın bir kas tabakasından oluşmaktadır. Rektumun lümeninde oval ve kübik kristal yapılara rastlandığı belirtilmiştir.

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2021), *Melanophila picta decastigma* (Coleoptera: Buprestidae)'da rektum lümeni intima, tek katlı kübik epitel ve kas tabakasından oluşmaktadır. Rektum duvarının iç yüzeyinde altı rektal ped bulunmaktadır. İntimanın ikili veya üçlü gruplar halinde diken benzeri çıkıntılar gösterdiği gözlemlenmiştir.

C. tenebricosa' da rektum yapısı genel olarak diğer Coleoptera türleriyle benzerlik göstermektedir. *C. tenebricosa*' da bulunan rektal ped yapısı benzer olarak *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae), *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Dryophthoridae), *Capnodis tenebrionis* (Coleoptera, Buprestidae), *Melanophila picta decastigma* (Coleoptera: Buprestidae) gibi farklı böcek türlerinde de bulunmaktadır (Sinha, 1958; Harris ve diğerleri, 2015; Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2020; Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2021). Buna karşın *Aegorhinus superciliosus* (Coleoptera: Curculionidae)' da rektal ped yapısı bulunmamaktadır. Rektum bölgesinde görülen rektal pedler son emilimin karasal türlerin rektumunda iyi bir şekilde yapıldığını göstermektedir. *C. tenebricosa*' da rektum tek bir kısım halinde incelenmiştir. Ancak *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae), *Epicauta waterhousei* (Coleoptera: Meloidae), *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae)' da rektumun iki kısımdan oluştuğu belirtilmiştir (Sinha, 1958; Senarat ve diğerleri, 2014; Borges ve diğerleri, 2015). Rektumun kısımlarında görülen bu farklılık türler arasında çeşitlilik gösterdiğini belirtmektedir.

Bu çalışmada *Capnodis tenebricosa*'nın sindirim ve boşaltım sistemi detaylı olarak incelenmiş olup genel olarak Coleoptera türleriyle karşılaştırılmış olup benzerlik ve farklılıkları tespit edilmiştir. İlaveten *C. tenebricosa*'nın sindirim kanalının ve boşaltım sisteminin ince yapısı ile daha önce yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Böceklerin sindirim ve boşaltım sistemi ile ilgili yapısal ve morfolojik benzerlikler ve farklılıklar dikkate alındığında yapılan bu çalışmanın gelecekte bu konularla ilgili yapılan çalışmalara ek olarak taksonomik, sistematik ve zirai mücadele açısından böcek kontrolü çalışmalarına temel oluşturması açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Aldigail, S.A., Alsaggaff, A.I. and Al-Azab, A.M. (2013). Anatomical and histological study on the digestive canal of *Epilachna chrysomelina* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 10(1), 183–192.
- Ali, H.A. (1964). *An introduction to the taxonomy of Iraqi Carabidae Col., with an examination of the taxonomic value of internal characters*. Doctoral dissertation, University of London Imperial College of Science and Technology, London.
- Amutkan, D. (2012). *Graphosoma lineatum* (Linneaus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae) 'un sindirim kanalının ultrastrüktürü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-106.
- Baker, J.E., Woo, S.M. and Byrd, R.V. (1984). Ultrastructural features of the gut of *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) with notes on distribution of proteinases and amylases in crop and midgut. *Canadian Journal of Zoology*, 62(7), 1251-1259.
- Balachowsky, A., Davatchi, A. and Descarpentries A. (1962). Famille des Buprestidae. In: *Entomologie Appliquee a L' Agriculture*. Tome I, p 564.
- Bess, H.A. (1935). The alimentary canal of *Calosoma sycophanta* Linneaus. *The Ohio Journal of Science*, 35, 54–61.
- Billingsley, P.F. (1990). The midgut ultrastructure of hematophagous insects. *Annual review of entomology*, 35(1), 219-248.
- 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.
- Booth, R.G., Cox M.L. and Madge R.B. (1990). *Ile Guides to Insects of Importance to Man, 3. Coleoptera*. Cambridge, Printed in the UK at the University Press, p 384.
- Borges, I., Nôia, 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, 66-73.
- Borror, D.J., DeLong, D.M. and Triplehorn, C.A. (1981). *An Introduction to the Study of Insects*. Hold, Rinehard and Winston, USA, 827.
- Bu, S.H. and Chen, H. (2009). The Alimentary canal of *Dendroctonus armandi* Tsai and Li (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *The Coleopterists Bulletin*, 63(4), 485–496.

- 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.
- Calder, A.A. (1989). The alimentary canal and nervous system of Curculionoidea (Coleoptera): Gross morphology and systematic significance. *Journal of natural History*, 23(6), 1205–1265.
- 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, 1373-1386.
- Candan, S., Özyurt Koçakoğlu, N., and Erbey, M. (2019). Morphology and histology of the alimentary canal of *Epiphaneus malachiticus* Boheman, 1842 (Coleoptera, Curculionidae). *Entomological Review*, 99(3), 326-336.
- Candan, S., Özyurt Koçakoğlu, N., Güllü, M. and Çağlar, Ü. (2020). Anatomical and histological studies of the alimentary canal of adult maize leaf weevil, *Tanymecus dilaticollis* Gyllenhal, 1834 (Coleoptera: Curculionidae). *Microscopy Research and Technique*, 83(9), 1153-1162.
- Caterino, M.S., Shull, V.L., Hammond, P.M., and Vogler, A.P. (2002). Basal relationships of Coleoptera inferred from 18S rDNA sequences. *Zoologica Scripta*, 31(1), 41-49.
- Chandra, K., Gupta, D., Ghosh, J., Das, P., and Bhunia, D. (2021). Insecta: Coleoptera. *Faunal Diversity of Biogeographic Zones of India: North-East*, 377-451.
- Chapman, R.F. (1998). *Alimentary canal, digestion and absorption, The Insect: Structure and Function*. (4th edition). United Kingdom: Cambridge University Press, 38-68.
- Chapman, R.F. (2013). Alimentary canal digestion and absorption. In S.J. Simpson and A.E. Douglas (Eds). *The insect structure and function*. Cambridge: Cambridge University Press, 46-80.
- Crowson, R.A. (1981). *The Biology of the Coleoptera*. London: Academic Press.
- Chen, L., Liu, M., Di Giulio, A., Chen, X., Sabatelli, S., Wang, W., and 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.
- 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.
- Dadd, R.H. (1970). *Digestion in Insects in Chemical Zoology*, in Arthropoda, Vol. 5, Ed. by Florrin, M. and Secheer, B.T. New York: Academic Press, pp. 117–145.

- 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.
- Davidson, R.H. (1931). The alimentary canal of *Crioceris asparagi* Linn. *The Ohio Journal of Science*, 31, 396–405.
- De Sousa, G. and Conte, H. (2013). Midgut morphophysiology in *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae). *Micron*, 51, 1-8.
- De Sousa, G., Scudeler, E.L., Abrahão, J. and Conte, H. (2013). Functional morphology of the crop and proventriculus of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 106(6), 846–852.
- Demirkol, E. (2016). *Lygaeus equestris* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Lygaeidae)'un sindirim kanalının ultrastruktürü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-52.
- Demirsoy, A. (2003). *Yaşamın Temel Kuralları*, (Sekizinci Baskı) Türkiye: Meteksan
- Díaz, E., Arciniega, O., Sánchez, L., Cisneros, R. and Zúñiga, G. (2003). Anatomical and histological comparison of the alimentary canal of *Dendroctonus micans*, *D. ponderosae*, *D. pseudotsugae*, *D. rufipennis*, and *D. terebrans* (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 96(2), 144–152.
- Díaz, E., Cisneros, R. and Zúñiga, G. (2000). Comparative anatomical and histological study of the alimentary canal of the *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae) complex. *Annals of the Entomological Society of America*, 93(2), 303–311.
- Díaz, E., Cisneros, R., Zúñiga, G. and Uria-Galicia, E. (1998). Comparative anatomical and histological study of the alimentary canal of *Dendroctonus parallellocollis*, *D. rhizophagus*, and *D. valens* (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 91(4), 479–487.
- Ekis, G., and Gupta, A.P. (1971). Digestive system of Cleridae (Coleoptera). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 1(1), 51–86.
- Elliott, P. and King, P.E. (1985). A comparison of rectal pad structure in some terrestrial and intertidal Carabid beetles (Insecta). *Journal of Natural History*, 19(6), 1209-1216.
- 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.
- Forsythe, T.G. (1982). Feeding mechanisms of certain ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *The Coleopterists Bulletin*, 36(1), 26–73.
- Garcia-Salazar, C., Gildow, F.E., Fleischer, S.J., Cox-Foster, D., and Lukezic, F.L. (2000). Alimentary canal of adult *Acalymma vittata* (Coleoptera: Chrysomelidae):

- morphology and potential role in survival of *Erwinia tracheiphila* (Enterobacteriaceae). *The Canadian Entomologist*, 132(1), 1-13.
- Genç, Ş. (2017). *Aelia rostrata*'nın (Fabricius,1803) (Heteroptera, Pentatomidae) sindirim kanalının ultrastrüktürü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-77.
- Gilmour, D. (1961). *The biochemistry of insects*. (Academic Press, New York, London).
- Gullan, P.J. and Cranston, P.S. (2005). *The Insects: An Outline of Entomology*, (3rd edition). Oxford: Blackwell Publishing.
- Gullan, P.J. and Cranston, P.S. (2012). *Böcekler: Entomolojinin ana hatları*. (Çev. A. Gök). Ankara: Nobel Yayınevi, 83.
- Gullan, P.J. and Cranston, P.S. (2014). *The insects: an outline of entomology*, (Fifth edition). UK: John Wiley and Sons, 604.
- Gülperçin, N. (2013). Coleoptera (Insecta) takımına bağlı böceklerin filogenisi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 29-39.
- Hamner, A.L. (1936). The gross anatomy of the alimentary canal of *Solubea pugnax* (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.
- Harris, M.N., Norzainih, J.J., and Wahida, O.N. (2015). Morphology and Histology of the Digestive System of the Red Palm Weevil Larva, *Rhynchophorus ferrugineus*, Olivier (Coleoptera: Dryophthoridae). *Third International Conference on Chemical, Agricultural and Medical Sciences*, (Singapore) 32-37.
- Hervé, K. K., and Heat, H. S. (2011). Mouthpart morphology, anatomical and histological study of the alimentary canal of *Coelaenomenodera lameensis* (Coleoptera: Chrysomelidae), leaf miner of oil palm. *Journal of Asian Scientific Research*, 1(4), 159-175.
- Holtorf, 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, C.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, Maddisson, D.R. (2002). Tree of Life Web Project. <http://tolweb.org/tree?group=Coleoptera&=Endopterygota>. Son Erişim Tarihi: 13.02.2024.

- İnternet:URL-2, Böceklerde Malpigi tüpleri şematik şekli. Hayvanlarda Boşaltım Sistemleri Yrd. Doç. Dr. Aslı Sade Memişoğlu Web: file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/34b90ddb5926dcf3f10613dc47609100%20(1).pdf Son Erişim Tarihi: 30.03.2024.
- İnternet:URL-3, *Capnodis tenebricosa* 'nın genel şekli. MNHN & OFB [Ed]. 2003-2024. Sheet of *Capnodis tenebricosa* (Olivier, 1790). Inventaire national du patrimoine naturel (INPN). Web: https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/11283?lg=en Son Erişim Tarihi: 30.03.2024.
- Judd, W.W. (1947). The proventriculus of a ground beetle, *Chlaenius* sp. (Coleoptera, Carabidae). *The Canadian Entomologist*, 79(3), 58-60.
- 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. (2013). Metabolic systems. In *Physiological systems in insects* (3rd ed.). Academic press, Cambridge, pp. 305-347.
- Lehane, M.J. (1997). Peritrophic matrix structure and function. *Annual Review of Entomology*, 42, 525-550.
- Lodos, N., and Tezcan, S. (1995). *Türkiye entomolojisi v buprestidae (Genel Uygulamalı ve faunistik)*. Ege Üniversitesi Basımevi. 8.
- Maddrell, S.H.P. (1972). The mechanisms of insect excretory systems. In *advances in insect physiology*. Academic Press 8:199–331.
- McAllister, J.C., Steelman, C.D. and Carlton, C.E. (1995). Histomorphology of the larval and adult digestive systems of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 68(2), 195-205.
- Medel, V., Molina, B., Seguel, J., Rebolledo, R. and Quiroz, A. (2013). Morphology and histology of the digestive system of raspberry weevil *Aegorhinus superciliosus* (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 39(2), 260-266.
- Metin, H. (2014). *Carpocoris pudicus* (Poda, 1761), ((Heteroptera: Pentatomidae) 'un sindirim kanalının ultrastrüktürü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-104.
- Miller, W.C. (1931). The alimentary canal of *Meracantha contracta*, Beauv. (Tenebrionidae). *The Ohio Journal of Science*, 31(3), 143–156.
- 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.

- Nurul Wahida, O., Nur Hudawiyah, A., Roslim, R., Nur Khairunnisa, S. and Norela, S. (2018). Mouthpart and Digestive Tract Morphology of the Synchronized Firefly, *Pteroptyx tener* (Coleoptera: Lampyridae). *Serangga*, 23(2), 170-182.
- 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), 824-836.
- 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., 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.
- Polat, I. (2021). Morphology and Ultrastructure of the Nymphal Malpighian Tubules of *Conocephalus fuscus* (Fabricius, 1793) (Orthoptera, Tettigoniidae). *Gazi University Journal of Science*, 34(4), 960-971.
- Polat, I., Suludere, Z. and Candan, S. (2017). Histological and ultrastructural features of the rectum in *Poecilimon cervus* Karabağ, 1950 (Orthoptera: Tettigoniidae). *Microscopy Research and Technique*, 80(2), 195-201.
- Pradhan, S. (1939). The alimentary canal and pro-epithelial regeneration in *Coccinella septempunctata* with a comparison of carnivorous and herbivorous Coccinellids. *Quarterly Journal of Microscopical Science* 2, 451–478.
- Resh, V.H., & Cardé, R.T. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects*. Academic press.
- Richards, O.W. and Davies, R.G. (1977). *Imms' General Textbook of Entomology*. Chapman and Hall A Halsted Press Book John Wiley and Sons, New York, p 1354.
- Roche, R.K. and Wheeler, D.E. (1997). Morphological specializations of the digestive tract of *Zacryptocerus rohweri* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Morphology*, 234(3), 253-262.
- Rost-Roszkowska, M., Kubala, A., Nowak, B., Pilarczyk, S. and Klag, J. (2007). Ultrastructure of alimentary tract formation in embryos of two insect species: *Melasoma saliceti* and *Chrysolina pardalina* (Coleoptera, Chrysomelidae). *Arthropod Structure & Development*, 36 (3), 351–360.

- Ru, N., and Kloft, W.J. (1976). Fast Absorption and Elimination of ^{32}P Labelled Food in Larvae of the Cabbage Looper, *Trichoplusia* (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomologica Germanica*, 242-248.
- Rubio, G.J.D., and Acuña, J. R. (2006). Anatomía comparada del tracto digestivo en imagos del complejo picudo (Coleoptera: Curculionidae) asociados al cultivo del plátano. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(1), 67-72.
- Rubio G.J.D., Bustillo P.A.E., Vallejo E.L.F., Acuña Z.J.R. and Benavides M.P. (2008). Alimentary canal and reproductive tract of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Neotropical Entomology*, 37(2), 143–151.
- Sarwade, A.B., Bhawane, G.P. (2013). Anatomical and histological structure of digestive tract of adult *Platynotus belli* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biological Forum – An International Journal*, 5(2), 47-55.
- Schaefer, P.E. (1931). The alimentary canal of *Sphaeroderus nitidicollis* Chev. var. *schaumi* Chd.(Coleoptera). *The Ohio Journal of Science*, 31(5), 406–411.
- Schedl, K.E. (1931). Morphology of the bark beetles of the genus *Gnathotrichus* Eichh. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 82, 1–88.
- Senarat, S., Kettratad, J., Poolprasert, P., Mongkolchaichana, E., Yenchumy, W. and Angsirijinda, W. (2014). Histological and histochemical description of mesentero-proctodeal regions in the striped blister beetle, *Epicauta waterhousei* (Haag-Rutenberg, 1880) (Coleoptera: Meloidae). *Walailak Journal of Science and Technology*, 11(10), 851–856.
- Silva, C.P., Ribeiro, A.F., Gulbenkian, S. and Terra, W.R. (1995). Organization, origin and function of the outer microvillar (perimicrovillar) membranes of *Dysdercus peruvianus* (Hemiptera) midgut cells. *Journal of Insect Physiology*, 41(12), 1093-1103.
- 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.
- Silva-Olivares, A., Diaz, E., Shibayama, M., Tsutsumi, V., Cisneros, R. and Zúñiga, G. (2003). Ultrastructural study of the midgut and hindgut in eight species of the genus *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 96(6), 883-900.
- Singh, O.L. 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.

- Sittichaya, W., Thoawan, K., Sunpapao, A., Poolprasert, P., Senarat, S., Kaneko, G., Charoenphon, N., Thammasoranakun, T., Haldhar, Shravan M. and Thaochan, N. (2023). Histological characterization of the ambrosia beetle *Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875) female as an important destroy pest on *Mitragyna speciosa*. *ScienceAsia*, 49(6), 797–804.
- Smith, D.S. (1968). *The hindgut: rectum and rectal papillae*. In *Insect Cells: Their Structure and Function*, pp. 263-283. Oliver and Boyd Ltd, Edinburgh.
- Snodgrass, R.E. (1993), second ed. *Principles of Insect Morphology*. Cornell University Press, Ithaca.
- Sollai, G., and Solari, P. (2022). An overview of “Insect Biodiversity ”. *Diversity*, 14(2), 134.
- Stoffolano, J.G. and 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.
- Taha, N., El-Ebiarie, A.S., and Essam, W. (2020). Ultrastructure of the Midgut Adult, *Trachyderma philistina* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, D. Histology & Histochemistry*, 12(2), 45-57.
- Terra, W.R., Ferreira, C. (2009). Digestive system. In: Resh, V.H., Cardé, R.T. (eds) *Encyclopedia of insects*, 2nd edn. Academic Press, San Diego, CA, pp 273–281.
- Tezcan, S. (2020). Analysis of the insect fauna of Turkey and suggestions for future studies. *Munis Entomology & Zoology*, 15(2), 690-710.
- 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.
- Toni, A. S. B., Fialho, V. S., Cossolin, J. F. S., & Serrão, J. E. (2022). Larval and adult digestive tract of the carrion beetle *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Coleoptera: Silphidae). *Arthropod Structure & Development*, 71, 1-10.
- Tozlu, G., and Özbek, H. (2000). Erzurum, Erzincan, Artvin ve Kars illeri Buprestidae (Coleoptera) familyası türleri üzerinde faunistik ve taksonomik çalışmalar I. Acmaeoderinae, Polycestinae ve Buprestinae. *Turkish Journal of Zoology*, 24(Ek), 51-78.
- Vazquez-Arista, M. (1997). *Anatomical, enzymatic, and microbiological studies on the digestive system of Prostephanus truncatus* (Horn). Doctoral Thesis. University of Leicester, UK.
- Whittington, F.B. (1935). The alimentary canal of *Harpalus pennsylvanicus* Dej. (Carabidae: Coleoptera). *The Ohio Journal of Science*, 35(2), 131–138.

- Wigglesworth, V.B. (1972). *The Principles of Insect Physiology*, 7th ed. New York: John Wiley and Sons Inc.
- 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.







Gazili olmak ayrıcalıktır