



**GONIOCTENA FORNICATA (COLEOPTERA: CRYSOMELIDAE)'NİN
SİNDİRİM KANALININ MORFOLOJİSİ VE HİSTOLOJİSİ**

Başak ARIKAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 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.

Başak ARIKAN

20/12/2024

GONIOCTENA FORNICATA (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)'NİN SİNDİRİM
KANALININ MORFOLOJİSİ VE HİSTOLOJİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Başak ARIKAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2024

ÖZET

Dünyada farklı böcek gruplarıyla ilgili pek çok çalışma yapılmaktadır. Araştırmacıların çalışmalarında böcekleri yaygın kullanmalarının sebebi; böceklerin hem geniş bir yayılışlarının olması, hem de popülasyonlarını kısa sürede hızlı bir şekilde artırma yeteneklerinin olmasıdır. Aynı zamanda böcekler doğada çok fazla göreve sahiptirler. Bu nedenle böceklerin biyolojisini bilmek, endemik türlerin korunmasında veya zararlı türlerle mücadelede uygulanacak prosedürlerin belirlenebilmesinde gerekecek ön bilgiyi de sunmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmada *Gonioctena fornicata* (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın sindirim kanalının morfolojisi ve histolojisinin araştırılması hedeflenmiştir. *G. fornicata*'nın sindirim kanalının kısımları stereomikroskop, ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobunda ayrı ayrı incelenmiştir. Bu türde sindirim kanalı ön bağırsak, orta bağırsak ve son bağırsak olmak üzere 3 kısımdan meydana gelmektedir. Her kısım kendi içinde farklı bölgelere ayrılmaktadır. Genel yapı olarak yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında benzerlikler bulunmaktadır. Fakat sindirim kanalında proventrikulus ve gastrik çekumun olmaması önemli bir farklılıktır. Elde edilecek bulguların, yapılacak benzer çalışmalara katkı sağlayacağı şüphesizdir.

Bilim Kodu : 20315
Anahtar Kelimeler : Işık mikroskobu, elektron mikroskobu, böcek, sindirim kanalı
Sayfa Adedi : 41
Danışman : Doç. Dr. Damla AMUTKAN MUTLU

MORPHOLOGY AND HISTOLOGY OF THE DIGESTIVE CANAL OF *GONIOCTENA
FORNICATA* (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)

(M. Sc. Thesis)

Başak ARIKAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

December 2024

ABSTRACT

There are many studies on different insect groups in the world. The reason why researchers use insects widely in their studies is that insects have a wide distribution and can increase their populations rapidly in a short time. Insects also have many tasks in nature. Therefore, knowing the biology of insects provides the necessary preliminary information to determine the procedures to be applied in the protection of endemic species or in the fight against harmful species. In this context, the aim of this study was to investigate the morphology and histology of the digestive tract of *Goniocтена fornicata* (Coleoptera: Chrysomelidae). The sections of the digestive tract of *G. fornicata* were examined separately under a stereomicroscope, light microscope and scanning electron microscope. The digestive tract of this species consists of 3 parts: foregut, midgut and hindgut. Each part is divided into different regions. There are similarities when compared to previous studies in terms of general structure. However, the absence of proventriculus and gastric cecum in the digestive tract is an important difference. There is no doubt that the findings will contribute to similar studies.

Science Code : 20315

Key Words : Light microscope, electron microscope, insect, digestive canal

Page Number : 41

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Damla AMUTKAN MUTLU

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca sahip olduğu bilgisi ve deneyimleri ile bana her zaman ışık tutan, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, sevgimin ve saygımın sonsuz olduğu sayın danışman hocam, Doç. Dr. Damla AMUTKAN MUTLU' ya teşekkürlerimi sunarım. Hayatımın her anında maddi ve manevi desteklerini sonsuz şekilde hissettiğim, en başta canım ailem, sevgili eşim Caner ARIKAN ve çocuklarım İlhan Berk ARIKAN ve Eylül ARIKAN' a teşekkür ederim.

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından FYL-2023-8847 numaralı yüksek lisans tez projesi kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar destekleri için BAP'a teşekkür eder.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	viii
RESİMLERİN LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE METOT	9
2.1. Materyal Hakkında Genel Bilgi	9
2.2. Işık Mikroskobu İçin Örneklerin Hazırlanması	11
2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İçin Örneklerin Hazırlanması	12
3.ARAŞTIRMA BULGULARI	13
3.1 Ön Bağırsak.....	13
3.2. Orta Bağırsak	14
3.3. Son Bağırsak	16
3.4. Malpighi Tüpleri	20
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	23
KAYNAKLAR	33
ÖZGEÇMİŞ	41

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Böceklerdeki sindirim sistemi genel şekli	1

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. <i>Gonioctena fornicata</i> 'nın yetişkin bireyi.....	9
Resim 2 2. <i>Gonioctena fornicata</i> 'nın biyolojik dönemleri a) Yumurta b) Larva c) Pupa d) Ergin	10
Resim 3.1.(a) <i>G. fornicata</i> 'nın kursağın enine kesitinin genel görüntüsü (HE boyama-IM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın kursağın enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (HE boyama- IM), Çekirdek (Ç), Ok başı Kitin tabakası	13
Resim 3.2. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın kursağın taramalı elektron mikroskopundaki görüntüsü (SEM), (b) <i>G. fornicata</i> 'nın kursağın taramalı elektron mikroskopundaki enine kesitinin görüntüsü (SEM)	13
Resim 3.3. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın kursağın enine kesitinin taramalı elektron mikroskopundaki görüntüsü (SEM) (Ok başı Kitin tabakası) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın kursağın enine kesitinin taramalı elektron mikroskopundaki yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM)	14
Resim 3.4. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın orta bağırsak enine kesitinin genel görüntüsü (HE boyama-IM), (b) <i>G. fornicata</i> 'nın orta bağırsak enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (Mallory üçlü boyama-IM) Çekirdek (Ç), Mikrovillus (M)	14
Resim 3.5. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın orta bağırsağının genel görüntüsü (SEM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın orta bağırsağın kesitinin görüntüsü (SEM).....	15
Resim 3.6. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın orta bağırsağın dış yüzeyinin görüntüsü (SEM) (Kas tabakası: K ve Trake: T) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın orta bağırsağın dış yüzeyinin görüntüsü yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM).....	15
Resim 3.7. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın orta bağırsağının kesitinin görüntüsü (SEM), (O: Rejeneratif hücre grubu) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın orta bağırsağının kesitinin yüksek büyütmedeki epitel hücrelerin görüntüsü (SEM), (E: Epitel hücreler).....	15
Resim 3.8. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın ileum enine kesitinin genel görüntüsü (HE boyama) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın ileum enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (Mallory üçlü boyama-IM), Çekirdek (Ç), Kitin tabakası (*), Kas tabakası (K).....	16
Resim 3.9. <i>G. fornicata</i> 'nın anterior kolonun enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (HE-IM), Çekirdek (Ç), Kitin tabakası (K)	17

Resim	Sayfa
Resim 3.10. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın posterior kolon enine kesitinin genel görüntüsü (HE boyama-IM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın posterior kolon enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (HE-IM), Çekirdek (Ç), Kitin tabakası (*), Malpighi tüpleri (Mt), Kas tabakası (K)	17
Resim 3.11. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın posterior kolon enine kesitinin genel görüntüsü (SEM), (b) <i>G. fornicata</i> 'nın posterior kolon enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM).....	17
Resim 3.12. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın anterior kolonun görüntüsü (SEM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın anterior kolonun yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM).....	18
Resim 3.13. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın posterior kolonun görüntüsü (SEM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın posterior kolonun kesitinin görüntüsü (SEM).....	18
Resim 3.14. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın rektum enine kesitinin genel görüntüsü (HE boyama-IM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın rektum enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (HE-IM)	19
Resim 3.15. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın son bağırsak rectum bölgesinin görüntüsü (SEM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın rectum bölgesinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM).....	19
Resim 3.16. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın rectum kesitinin kırık görüntüsü (SEM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın rectum kesitinin yüksek büyütmedeki kırık görüntüsü (SEM).....	19
Resim 3.17. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın rectum kesitinin görüntüsü (SEM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın rectum kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM).....	20
Resim 3.18. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın Malpighi tüplerinin enine görüntüsü (HE boyama-IM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın Malpighi tüplerinin boyuna görüntüsü (Mallory boyama-IM)	20
Resim 3.19. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın Malpighi tüplerinin görüntüsü (SEM) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın Malpighi tüplerinin görüntüsü (SEM).....	21
Resim 3.20. (a) <i>G. fornicata</i> 'nın Malpighi tüplerinin kesitinin görüntüsü (SEM) (Ç: Çekirdek) (b) <i>G. fornicata</i> 'nın Malpighi tüplerinin kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM).....	21

SİMGELER VE KISALTMALAR

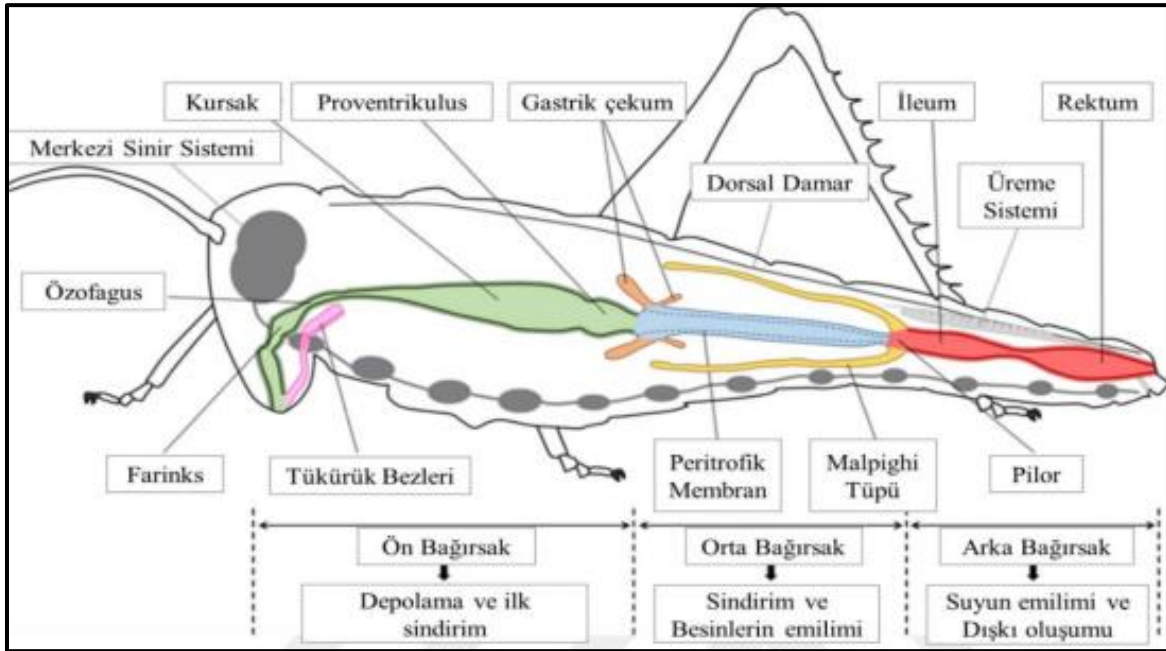
Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
Ç	Çekirdek
HE	Hemotoksilen Eozin
İM	Işık mikroskobu
K	Kas tabakası
MT	Malpighi tüpleri
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
T	Trake
TEM	Geçirmeli elektron mikroskobu

1. GİRİŞ

Canlılar yaşamlarını devam ettirebilmek için beslenmek zorundadır bu yüzden de sindirim sistemi ile ilgili yapılan çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Canlılar dışarıdan aldıkları besinlerin büyük bir kısmını makromolekül ve diğer kompleks maddeler şeklinde alır. Bu besinleri daha küçük molekül olan amino asit, basit şeker vb. moleküllere dönüştürmeleri gerekmektedir. Bunun için de sindirim sistemine ihtiyaç duyarlar. Canlılarda gerçekleşen bu besinlerin dönüştürülmesi olayına ise sindirim denir (Chapman, 1998).

Böceğin sindirim sistemi, vücudun uzunlamasına boyunca uzanan, sindirim kanalı adı verilen uzun, kapalı, kıvrımlı bir tüpten oluşan kapalı bir sistemdir. Sindirim kanalı, yiyeceğin yalnızca ağza girmesine izin verir ve daha sonra anüse doğru ilerlerken işlenir. Sindirim kanalı, öğütme ve yiyecek depolama, enzim üretimi ve besin emilimi için belirli bölümlere sahiptir (McGavin, 2001).



Şekil 1.1. Böceklerdeki sindirim sistemi genel şekli (Holtof ve diğerleri, 2019)

Böceklerdeki sindirim sistemi üç kısımdan oluşmaktadır. Üç bölge ön bağırsak (stomatodeum), orta bağırsak (mesenteron) ve arka bağırsak (proctodeum) içerir. Stomatodeum ve proctodeum, epidermisin içe doğru kıvrılmasıdır ve kütikül (intima) ile kaplıdır. Mezenteron kütikül ile kaplı değildir, ancak hızla bölünen ve bu nedenle sürekli olarak yenilenen epitel hücreleri ile kaplıdır. Kütikül, dış iskelet ile her tüy dökümünde

dökülür. Yiyecek, peristalsis adı verilen kas kasılmaları ile bağırsaktan aşağı doğru hareket ettirilir (McGavin, 2001).

Farinks (yutak), özofagus, kursak (crop) ve proventrikulus yapıları ön bağırsağı oluşturur. Besinin alınması ve geriye doğru geçişinden farinks görevlidir. Farinks ve kursak arasında köprü görevi gören özofagus ise genellikle boru şeklinde bir yapıya sahiptir. Bu yapıya daha çok hemimetabol böceklerde rastlanılmıştır. Hemimetabol böceklerin yetişkin bireylerinde özofagus genellikle uzun ince tüp şeklinde gözlenmektedir. Ayrıca kasların zayıf gelişmesiyle uzunlamasına kasların olmamasıyla da özellik kazanmıştır. Besinlerin depolandığı yer olan kursakta, besinler sindirim kanalının diğer kısımlarına aktarılan kadar burada bekletilir. Buna ek olarak bazı böceklerde de sindirim görevini üstlenmiştir. Tükürük enzimleri ve ön bağırsaktan salgılanan enzimlerin birleşmesiyle sindirim olayı meydana gelir. Kursak güçlü olmayan enine ve uzunlamasına kaslarla çevrili olup bunlar birbirleriyle bütünleşir ve gevşek bir ağ yapısı oluştururlar. Proventrikulusda ise gelişmiş halkasal ve uzunlamasına kaslar yer alır. Proventrikulusun iç tarafında bulunan diken, diş ve değişik şekillerde birçok kitinsi çıkıntıların birbirine sürtünmesi ile besinlerin parçalanması sağlanır. Besinin orta bağırsağa geçişi, proventrikulusun son kısmındaki kaslarla gerçekleşir (Chapman, 1998).

Bağırsağın en uzun kısmı ise orta bağırsaktır. Ventrikül ya da mide olarak da isimlendirilir. Sindirim olayının büyük bir kısmı bu yapıda gerçekleşir (Dadd, 1970; Wigglesworth, 1972; Gullan ve Cranston, 2005; Sarwade ve Bhawane, 2013). Aynı zamanda besinlerin emilimini, enzimlerin üretimini ve salgılanmasını gerçekleştirir. Hücreler genellikle uzun, silindirik şeklinde olup apikal taraflarında mikrovilluslar bulunur (Chapman, 1998). Bazı böceklerde mikrovillusların dış kısmı glikoprotein yapıda filamentlere sahip olan glikokalikslerle çevrelenmiştir (Silva, 1995).

Orta bağırsakta kütiküler bir astar yoktur, ancak çoğu böcekte hassas bir peritrofik zarla kaplıdır. Sıvıyla beslenen birçok böcekte ve birkaç Coleoptera'da yoktur. Üretilme şekline göre sınıflandırılan 2 tip peritrofik zar vardır. Bazı Diptera'larda orta bağırsağın ön ucunda viskoz bir sıvı olarak salgılanır. Bu sıvı, stomodaeal invaginasyon ve orta bağırsağın duvarı tarafından oluşturulan bir kalıp veya pres içinden zorlanarak zar haline gelen bir tüp oluşturur. Bu tip zar sürekli olarak oluşur ve genellikle amorf bir matriste tek bir tabaka halinde liflerden oluşur. İkinci tip zar, orta bağırsağın tüm yüzeyinden delaminasyonla

oluşur. Bu tip Orthoptera, Odonata, Coleoptera ve Hymenoptera'da görülür ve genellikle birbirinin içinde yatan birkaç zar vardır. Peritrofik zarın işlevi, besin partiküllerinin aşındırma etkisinden korumakla birlikte; bakteri, virüs gibi mikroorganizmalardan da korur ve bu, birçok kan emen böcekte yokluğu veya hassas yapısıyla tutarlıdır. Genel olarak zar, mikrofloraya karşı bir bariyer görevi görerek enfeksiyonun önlenmesini sağlar ve ayrıca sıvı besleyicilerde Emilimi kolaylaştırabilir. İçinden su, tuz, glikoz ve amino asitlerin geçişine izin verir, ancak enzimlerin yalnızca dışarıdan içeriye geçmesine izin verir, ancak içeriden dışarıya geri geçmesine izin vermez (Lehane, 1997; Çakıcı, 2008).

Son bağırsak ektodermal kökenli yapıda olup kitinle çevrelenmiştir, halkasal kaslar dış tarafta ve boyuna kaslar ise iç tarafta bulunur. Son bağırsak baştan sona doğru pilorus, ileum, kolon ve rektum olarak değişik yapılardan oluşur. Pilorus, arka bağırsağın ilk kısmıdır ve Malpighi tübülleri sıklıkla buradan açılır. Bazı böceklerde orta bağırsak ile arka bağırsak arasında bir valf oluşturur. Bu valfe pilorik valf veya proktodaeal invaginasyon denir. Malpighi tübülleri pilorusa açılır. Bunlar boşaltım işlevi görür. Malpighi tübülleri, çoğu böcekte ana boşaltım organlarıdır. Birincil idrar ve ozmoregülasyon üretiminde önemli bir rol oynarlar, suyu, iyonları ve çözünenleri seçici olarak yeniden emerler (Chapman, 1998; Demirsoy, 2003; Ecevit, Akyazı ve Akyazı, 2012; Gullan ve Cranston, 2012). Özellikle karasal ortamda yaşayan böceklerin vücutlarındaki su kaybının azalmasında Malpighi tüpleri oldukça yararlıdır. Malpighiler uzun ince ve bir ucu kapalı tüpcüklerdir. Malpighi tüplerinin sayısı böcek gruplarına göre farklılık gösterir. Örneğin; Coreidler de 4, kelebeklerde 6, bal arılarında 150'ye yakın, yaprak bitlerinde ise hiç yoktur (Demirsoy, 2003).

Böceklerde sindirim kanalı ile ilgili bazı çalışmalar özetlenmiştir.

Habibi ve ark. (2008), *Lygus hesperus* (Heteroptera: Cimicomorpha: Miridae)'un sindirim sistemini ışık mikroskobu ile çalışmışlardır. Yapının diğer Hemiptera türlerine göre düz bir tüpten oluştuğunu gözlemişlerdir. Orta bağırsağın yenileyici, endokrin ve silindirik hücreler içerdiği tespit edilmiştir. Birinci mide, ikinci mide ve üçüncü mide olmak üzere üç kısımdan oluşan orta bağırsağın her bölgesinde değişik üç hücre tipine de sahip olduğu saptanmıştır. Bu hücre tiplerinde ise, boyut, şekil ve mikrovillusların yoğunluğunda farklılık gösterdiği görülmüştür (Habibi ve ark., 2008).

Silva, Ribeiro, Gulbenkian ve Terra (1995), *Dysdercus peruvianus* (Hemiptera)'un orta bağırsak hücreleri ile gerçekleştirdikleri çalışmada orta bağırsağın üç ana bölümden oluştuğunu ve hücrelerin sitoplazmasında bakterilerin olduğunu gözlemlemişlerdir.

Prado ve diğerleri (1992), *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acrididae) ve *Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae) 'nın Malpighi tüplerinin başlangıç bölümündeki yeni bir salgılayıcı hücre tipi tarif edilmiş ve immünohistokimyasal tekniklerle incelenmiştir. Hücreler içinde Golgi kompleksi ve endoplazmik retikulumun bol miktarda olduğu ve apikal yoğun pleomorfik granüllerin varlığı, proteinli materyallerin tübül lümeni tarafından salgılanmasında rol oynadığını göstermişlerdir.

Ferreira ve ark. (1981), bir Diptera türü olan *Rhynchosciara american* (Diptera: Sciaridae) larvasında orta bağırsağı çalışmışlardır. Larvanın ön bağırsağının kısa, orta bağırsak uzun ve arka bağırsak ise ince duvarlı bir yapıdan oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Orta bağırsak iki tane gastrik çekumdan ve silindirik şeklinde bir ventrikülden oluşmaktadır. Hücrelerde mitokondri sayısının fazla olduğu ve bazal plazma zarında ise katlanmalar olduğu tespit edilmiştir (Ferreira ve ark., 1981).

Fontanetti, Zefa, Pasetti ve Mesa (2002), *Endecous* (Orthoptera: Gryllidae: Phalangopsinae) cinsinin *E. cavernicolus*, *E. betariensis* ve *E. itatibensis* türlerinde SEM ile karşılaştırmalı olarak proventrikulusun morfolojik özelliklerini çalışmışlardır. Böceklerde sindirim sistemleri beslenme şekillerine göre morfolojik farklılıklar gözlemlemişlerdir. Proventrikulusun genel şeklinin üçünde de aynı fakat dış adı verilen yapıların sayısında farklılıklar tespit edilmiştir.

Bursalı (1996), *Pezodrymedusa lata* (Orthoptera: Tettigoniidae)'nın sindirim sisteminin histolojik ve histokimyasal yapısını incelemiş; ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olarak üç bölgeden oluştuğunu gözlemlemiştir. Farinks, özofagus, kursak ve mide olmak üzere dört yapı ön bağırsağı oluşmuştur. Dıştan yoğun kas tabakası ile çevrili olan orta bağırsağın iç kısım kıvrımlı epitele sahiptir. Orta bağırsağın ön kısmında ise midneyi kısmen çeviren iki gastrik çekum bulunur. İleum, kolon ve rektum olmak üzere üç bölge arka bağırsağı oluşturur. Kolon ile rektumun birleştiği bölgeden sindirim kanalına açılan altı adet Malpighi tüpçükleri görülmüştür (Bursalı, 1996).

Arab ve Caetano (2002), *Solenopsis saevissima* Forel 1904 (Hymenoptera: Formicidae)'nın SEM ve TEM ile yapılan çalışmasında sindirim kanalına açılan Malpighi tüpçüklerini incelemişlerdir. Ateş karıncılarında altı tane Malpighi tüpçüğün olduğunu gözlemlemişlerdir. Genişlikleri ve şekilleri bakımından üç farklı segmente ayrılır. Bunlar; proksimal segment uzun ve az dalgalı, orta segment kısa ve dalgalı, distal segment ise kısa ve yassıdır. Distal segment rektuma girmeden rektum duvarına yapışık olarak yer alır (Arab ve Caetano, 2002).

Levy ve ark. (2004), *Anticarsia gemmatelis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) larvasının arka bağırsağındaki çalışmasında; larvada pilorus, ileum, kolon, rektum yapılarının arka bağırsağı oluşturduğunu ve sindirim sisteminin en karmaşık bölümü olduğunu ifade etmiştir. Çalışmada pilorusun arka bağırsağın anterior ve posterior bölge olmak üzere iki kısımdan oluştuğunu ve kompleks bir yapıda olduğunu belirtmişlerdir. İleumda, yassı epitel hücrelerin mikrovilluslarının olduğu ve aynı zamanda kitin tabakası ile çevreli olduğu görülmüştür. Kolon ise yassı epitel hücre tabakasından oluşmuş olup kalın bir kitin tabakası ile kaplıdır. Bu katlanmalar sonucunda lümen daralır. Rektum duvarında polimorfik çekirdekli epitel hücre tabakası bulunduğu tespit edilmiştir (Levy ve ark., 2004). Diğer bazı Lepidoptera türlerinde ise ince bir kitin tabakasının epitel tabakasının apikalinde yer aldığı diğer araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Drecktrah ve ark., 1966; Mathur, 1966; Chi ve ark., 1975).

Zhang ve ark. (2012), *Psammotettix striatus* (Hemiptera: Cicadellidae)'un sindirim kanalının morfolojisini ve ultrastrüktürünü ışık mikroskobu, SEM ve TEM ile çalışmışlardır. Dar ve ince bir boru şeklinde olan özofagus ön bağırsağı oluşturur. Orta bağırsak ise anterior, medyan, posterior olmak üzere üç kısımdan oluşur. Anterior orta bağırsak geniş bir lümeni çevreleyen kalın bir epitel tabakasını içerir. Posterior ise anterior orta bağırsaktan daha küçük yapıdadır. Arka bağırsagın ise aşağı doğru anüse kadar uzandığı gözlemlenmiştir. *P. Striatus*'ta Malpighi tüpçükleri dört adet olup orta ve arka bağırsak arasında yer almaktadır. Bu yapıların oldukça kıvrımlı ve uzun olduğunu gözlemlemişlerdir (Zhang ve ark., 2012).

Gaino ve Rebora (2000a), *Baetis rhodani* (Ephemeroptera: Baetidae)'nin son evre nimfinin Malpighi tüplerini incelemişlerdir. Çok sayıda Malpighi tüplerinin, orta bağırsak ve arka bağırsagın birleştiği kısımda yer aldığını göstermişler. Her bir Malpighi tüpünün distal

bölgesinin silindirik, proksimal bölgesinin ise bağırsak içerisine boşalan dar bir kanal olduğunu gözlemlemişlerdir.

Dolycoris baccarum da diğer böceklerde olduğu gibi ön, orta ve son olmak üzere üç kısımdan oluşan sindirim sistemine sahiptir. Sindirim sisteminin yardımcı elemanları olarak ön bağırsaktaki tükürük bezleri, iyi gelişmiş gastrik çekum ve orta bağırsak ile son bağırsağın birleşim yerinde Malpighi tübülleri görev yapar. *D. baccarum*'un sindirim kanalı ise; kısa bir yapıda ön bağırsak, uzun bir yapıda orta bağırsak ve kısa bir son bağırsaktan oluşur. *D. baccarum*'un sindirim kanalının genel yapısı diğer Heteroptera türleriyle benzer olduğu belirlenmiştir (Barber ve ark., 1980; Bursalı, 1996; Eberhard ve Krenn, 2003; Çakıcı, 2008; Amutkan, 2012).

Çakıcı (2008), *Melanogryllus desertus* (Orthoptera: Gryllidae)'un sindirim sisteminin histolojik ve ultrastrüktürel yapısını incelediği çalışmasında, türün sindirim kanalının diğer böcek türlerine benzer olduğunu tespit etmiştir. Üç bölgeden oluşan sindirim sisteminin ön bağırsağının tüp şeklinde bir farinks, özofagus ve proventrikulustan oluşur. Proventrikulus kese şeklinde bir kursak ve dış benzeri yapılara sahip olup tek katlı kübik epitel içerir. Orta bağırsak ise iki büyük gastrik çekuma sahip olup epiteli basit silindirik tiptedir. İleum, kolon ve rektumdan oluşan son bağırsağın ise basit silindirik epitel tabakasından oluştuğu gözlemiştir.

Tsai ve Perrier (1993), *Peregrinus maidis* (Homoptera: Delphacidae)'nın üreme ve sindirim sistemi morfolojisini ışık mikroskobu ile çalışarak tanımlanmasını hedeflemişlerdir. Kasla çevrili dar bir tüp şeklinde özofagus bulundurur. Özofagustan rektuma kadar kıvrılarak uzanan sindirim kanalı tüp biçimindedir. Orta bağırsağın posterior ucundan iki adet Malpighi tüpleri vardır. Rektum ve rektal keseden oluşmuş bir arka bağırsak yapısı olduğu gözlenmiştir.

Sindirim sisteminin yapısını daha ayrıntılı inceleyebilmek için laboratuvar koşullarında kolay çalışılabilen pek çok böcek türü incelenmiştir. *G. fornicata* Türkiye'de tarımda büyük bir öneme sahip olan yonca bitkisi zararlısı olarak tespit edilmiştir. Bu zararlı yonca bitkisinin gelişimine engel olarak tarımda verimi düşürmektir. Bu çalışma ile *G. fornicata*'nın sindirim sisteminin anatomik ve histolojik yapısını ışık ve taramalı elektron

mikroskobu (SEM) ile daha ayrıntılı şekilde ifade edebilmek ve bu verilerin sonraki çalışmalar için kaynak olması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal Hakkında Genel Bilgi

Gonioctena fornicata'nın yetişkin bireylerinde vücut oval, hafif yuvarlak yapıda olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 2.1.). Gözleri birleşik yapılı olup siyah dışa doğru çıkıntılı, anten yapıları 11 segmentli ve üzerinde kıllar bulunur. Kırmızı pronotum ve elitra veya sarımsı kırmızı; pronotum üzerinde ise 2 tane siyah nokta yer alır. Elitra üzerinde sırayla dizilmiş, her bir elitronda küçük, diğerleri büyük olmaz üzere üç adet bulunur. Ayrıca her iki elitronun birleşme çizgisinin ortasında bir tane siyah nokta bulunmaktadır. Dişi bireyler, erkek bireylere göre daha iri olup ve 6.0-6.5 mm uzunluğa sahiptir. Erkek bireyler ise dişi bireylere göre daha uzun olup 5.5-6.0 mm uzunlukta ve daha koyu renkli görünümündedir (Yıldırım ve ark., 1996).



Resim 2.1. *Gonioctena fornicata* 'nın yetişkin bireyi (Baysal, 2017)

1958' de Bodenheimer, *Gonioctena fornicata*'nın Orta Anadolu'da önemli bir yonca zararlısı olduğunu belirtmiştir. Zararlının bioekolojisini incelediğinde, kışın ergin döneminde geçirdiğini ve Mart ayında 10-12 °C'de faaliyet göstermeye başladığını tespit etmiştir. Erginlerin çiftleştikten kısa bir süre sonra yumurtlamaya başladığını, yumurtalarını konak bitkilerin yapraklarına 6-12'li gruplar halinde bıraktığını ve çıkan larvaların yapraklarla beslendiğini belirtmiştir. Larva döneminin 2-3 hafta sürdüğünü, ardından toprağa girerek pupalaştığını tespit etmiştir. Larva ve erginlerin yaprak ve gövdeleri kemirerek zarar

verdiğini, bu hasarın önemli olduğunu ve zararlıya karşı önlem alınması gerektiğini belirtmiştir. (Yücel, 2021)



Resim 2 2. *Gonioctena fornicata*'nın biyolojik dönemleri a) Yumurta b) Larva c) Pupa ve d) Ergin

G. fornicata larvalarının 5-6 cm derinlikte toprağın içinde pupalaştığını ve yaklaşık 8-14 gün içinde ergin olarak toprağın yüzeyine çıktığını, yeni erginlerin 15-22 gün beslendikten sonra Ağustos ayının başında toprağa indiğini ve kışı orada geçirdiğini tespit etmişlerdir (Yücel, 2021). Yıldırım ve ark., (1996) ise Erzurum ilinde yaptıkları araştırmalarda bu böceğin kışı ergin şekilde ekim yapılan bölgelerde toprağın 10-25 cm derininde geçirdiğini ve Nisan ayının başlarında yonca bitkisini boyunun yaklaşık 10 cm olduğunda kışlama yerlerinden çıkıp yonca bitkisine geçtikleri belirtilmiştir.

Ülkemizin coğrafi konumu, iklim özellikleri, tarıma elverişli verimli topraklara sahip olması sayesinde hala tarım ülkesi olarak adlandırılır. Ülke nüfusunun büyük bir çoğunluğunun tarım ile geçimini devam ettirdiğini düşünürsek, ekili tarım alanlarının giderek azalması ile

80 milyonu geçen ülke nüfusu gelecekte besin kaynağı bulmakta zorlanacağı sorusunu akla getirmektedir. Bu durum dikkate alındığında hayvansal protein temini sağlayabilmek için yem bitkileri büyük bir önem teşkil eder. Bu yüzden yem bitkilerinin yetiştirilmesi tarımda dikkat edilmesi gereken bir konudur. Kaliteli ve yüksek verimli bir yem bitkisi olarak da yonca bitkisi yetiştirmek hedeflenmektedir (Sumberg ve ark. 1983; Abd El-Halim ve ark.1992).

Yonca yaprakböceği, özellikle yonca olmak üzere, Fabaceae familyasından bitkilere zarar verir. Hem erginleri hem de larvaları bu bitkilerde zarar oluşturur ve yoncada ciddi ürün kayıplarına yol açar. Chrysomelidae yaprak böceklerinin de içinde olduğu ortalama 50.000 tür, 2000'den fazla cins ve 19 alt familya ile Coleoptera takımı içerisindeki en geniş familyalardandır (Lopatin 1977). Pek çok tür dünya tarımında da ürün yetiştirilirken yeteri kadar verim alınamamasına sebep olmaktadır. Bunlardan biri de Yonca yaprak böceği (*Gonioctena fornicata*) (Brüggemann, 1873)'dir. Bu tür, Türkiye olmak üzere ve Orta, Güney ve Doğu Avrupa'da, Ukrayna, Moldova ve Kuzey Afrika'da yayılış göstermektedir (Apostolov 1988, Lustun and Panu 1968, Popova 1966).

Bu çalışma için *Gonioctera fornicata* dişi ve erkek bireyleri 2023 yılında Ankara ili Polatlı ilçesinde toplanmış ve laboratuvar ortamında tüm sindirim sistemi disekte edilmiştir. Alınan örnekler ışık mikroskobu (IM) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) için hazır hale getirilmiştir.

2.2. Işık Mikroskobu İçin Örneklerin Hazırlanması

G. fornicata örneklerinin sindirim kanalı fizyolojik çözelti içerisinde ve stereomikroskop yardımı ile çıkartılmıştır. Sindirim sistemin genel yapısına ait fotoğrafları çekilmiş ve %10 Formaldehit solusyonunda en az 24 saat süre ile bekletilmişlerdir. Tespit edilmiş olan numuneler, çeşme suyunda yıkanmış ve artan etil alkol serilerinden geçirilerek dehidrasyon işlemi tamamlanmıştır, işlem sonrasında da parafine gömülmüştür. Bloklardan alınan yaklaşık 6-8 µmluk kesitler, Hematoksilen-Eozin ve Mallory 3'lü boyaları ile boyanmış ve entellan ile kapatılmıştır. Sindirim kanalının çeşitli kısımlarından alınan kesitler ışık mikroskobunda incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

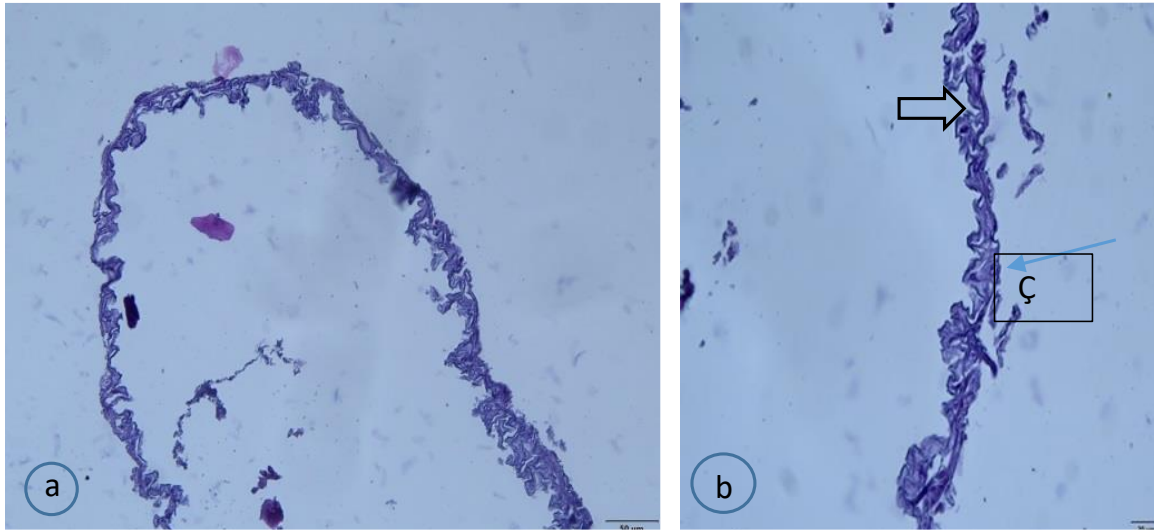
2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İçin rneklerin Hazırlanması

%2,5'lik Glutaraldehit solüsyonunda en az 1 gün boyunca tespit edilen örnekler, tamponla yıkandıktan sonra 15'er dakikalık %70, %80, %96 ve %100'lük alkol serilerinden geçirilmiştir. Örnekler, kurutulduktan sonra, önce bütünüyle, sonrasında belirli bölgelerinden kırılarak çift taraflı yapışkan bantlarla staplara yapıştırılmıştır. Altın kaplanan numuneler, JEOL JSM6060 marka taramalı elektron mikroskobunda (SEM) 5-10 KV'de incelemeleri yapılmış ve fotoğraflanmıştır.

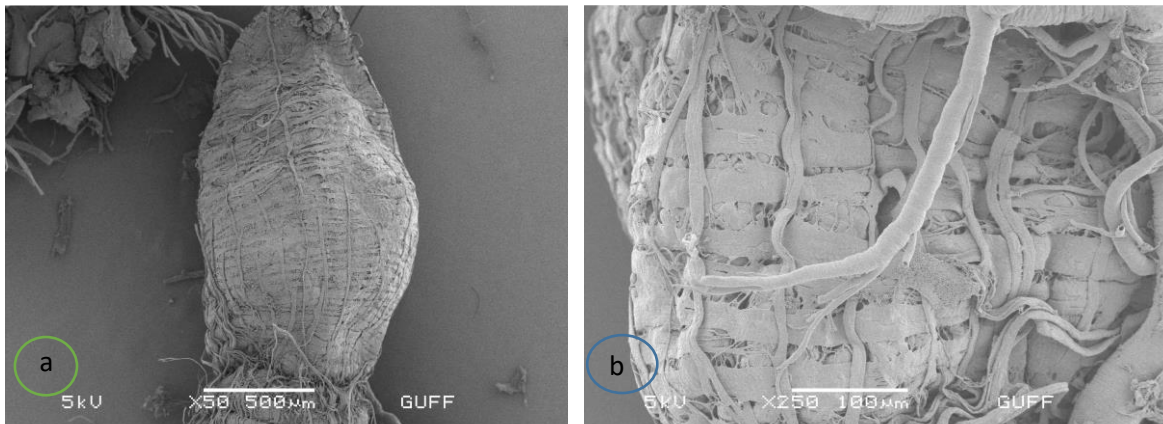
3.ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1 Ön Bağırsak

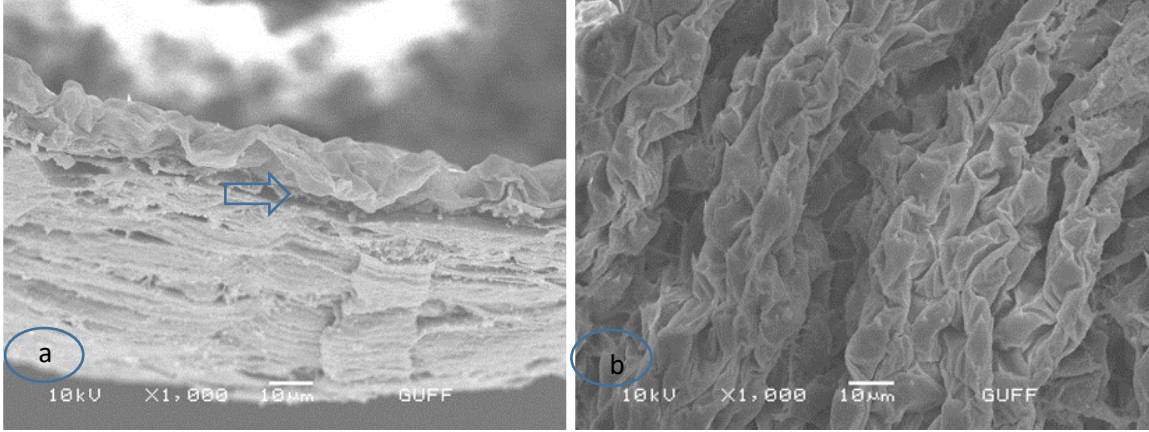
Ön bağırsak farinks, özofagus ve kursaktan meydana gelir. Diseksiyon sırasında farinks ve özofagus kısmı çıkartılamadığı için görüntü elde edilememiştir. Kursaktan elde ettiğimiz ışık ve elektron görüntülerinde yapının ince bir epitel kısımdan meydana geldiği görülmüştür. Epitel tabakası tek tabakalı olup, çekirdekler yuvarlaktır. Hücrenin apikal kısmında ince bir kitin tabakası yer alır, yapının en dışı da kas tabakası ile çevrilidir.



Resim 3.1.(a) *G. fornicata*'nın kursağın enine kesitinin genel görüntüsü (HE boyama-IM) (b) *G. fornicata*'nın kursağın enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (HE boyama- IM), Çekirdek (Ç), Ok başı Kitin tabakası



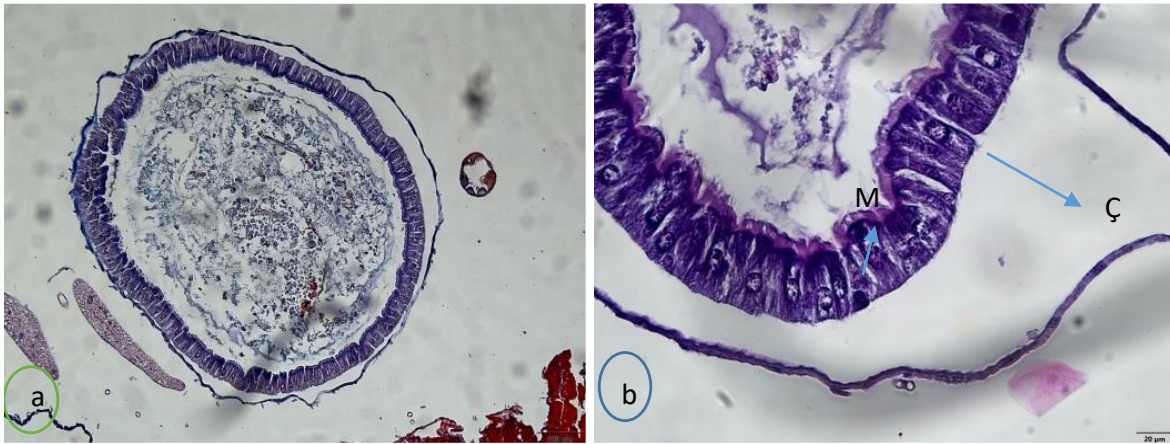
Resim 3.2. (a) *G. fornicata*'nın kursağın taramalı elektron mikroskobundaki görüntüsü (SEM), (b) *G. fornicata*'nın kursağın taramalı elektron mikroskobundaki enine kesitinin görüntüsü (SEM)



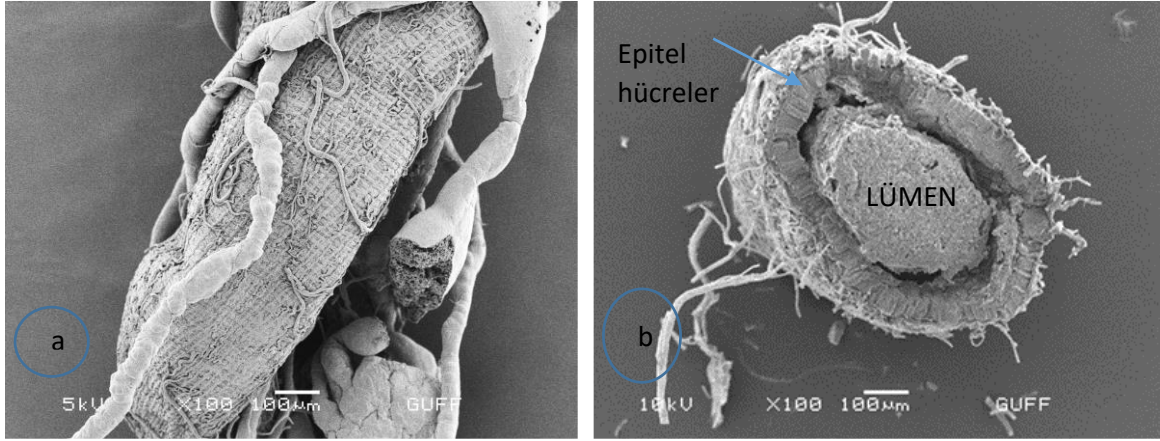
Resim 3.3. (a) *G. fornicata*'nın kursağın enine kesitinin taramalı elektron mikroskopundaki görüntüsü (SEM) (Ok başı Kitin tabakası), (b) *G. fornicata*'nın kursağın enine kesitinin taramalı elektron mikroskopundaki yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM)

3.2. Orta Bağırsak

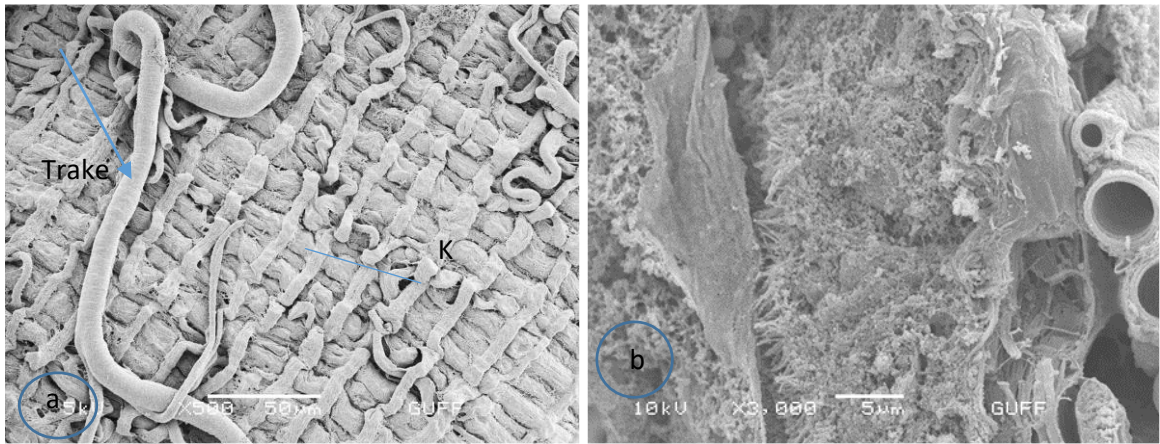
Orta bağırsak ince tüp şeklinde bir yapıdır. Anterior ventrikulus ve posterior ventrikulus olmak üzere iki kısımdan oluşur. Anterior kısmın yüzeyi posterior kısmın yüzeyine göre kalın kas tabakasından meydana gelmektedir. Histolojik kesitlere baktığımızda, iki kısımda da farklılık görülmemektedir. Epitel tabakası tek sıralı dizilim gösterir. Hücrelerin çekirdekleri genellikle hücrenin orta hattında yerleşim gösterir. Hücrelerin epitel kısmında mikrovilluslar yer almaktadır. Hücrelerin bazal kısmında ise yer yer rejeneratif hücre grupları görülmektedir.



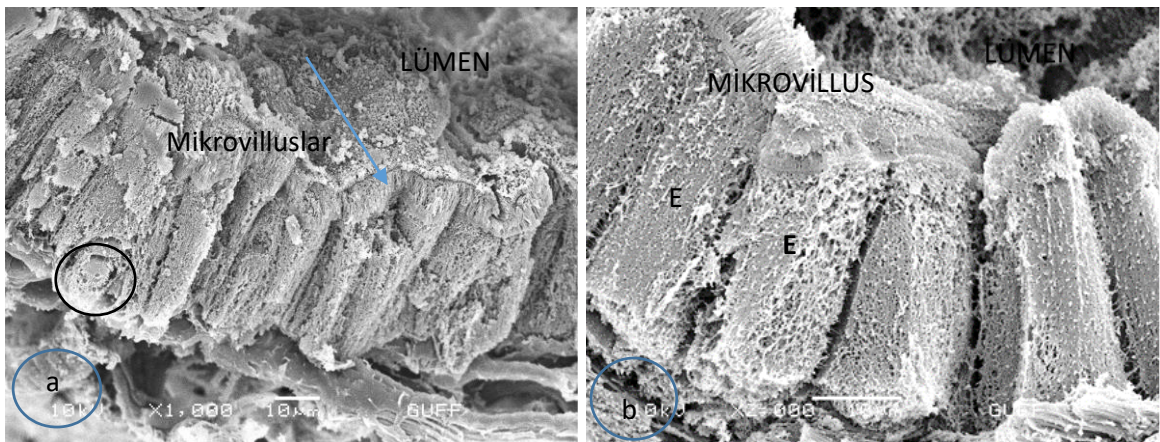
Resim 3.4. (a) *G. fornicata*'nın orta bağırsak enine kesitinin genel görüntüsü (HE boyama-IM), (b) *G. fornicata*'nın orta bağırsak enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (Mallory üçlü boyama-IM), Çekirdek (Ç), Mikrovillus (M)



Resim 3.5. (a) *G. fornicata*'nın orta bağırsağının genel görüntüsü (SEM)
(b) *G. fornicata*'nın orta bağırsağın kesitinin görüntüsü (SEM)



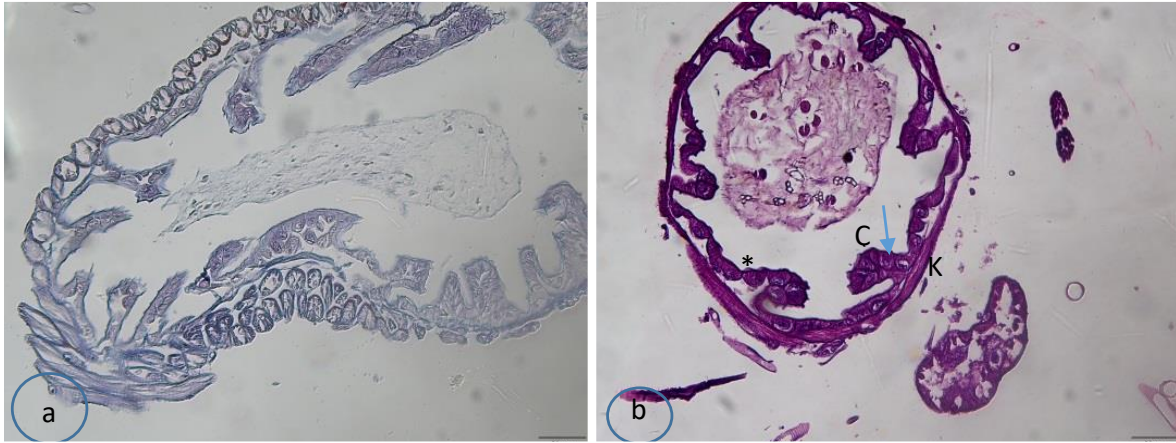
Resim 3.6. (a) *G. fornicata*'nın orta bağırsağın dış yüzeyinin görüntüsü (SEM) (Kas tabakası: K ve Trake: T) (b) *G. fornicata*'nın orta bağırsağın dış yüzeyinin görüntüsü yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM)



Resim 3.7. (a) *G. fornicata*'nın orta bağırsağının kesitinin görüntüsü (SEM), (O: Rejeneratif hücre grubu) (b) *G. fornicata*'nın orta bağırsağının kesitinin yüksek büyütmedeki epitel hücrelerin görüntüsü (SEM), (E: Epitel hücreler)

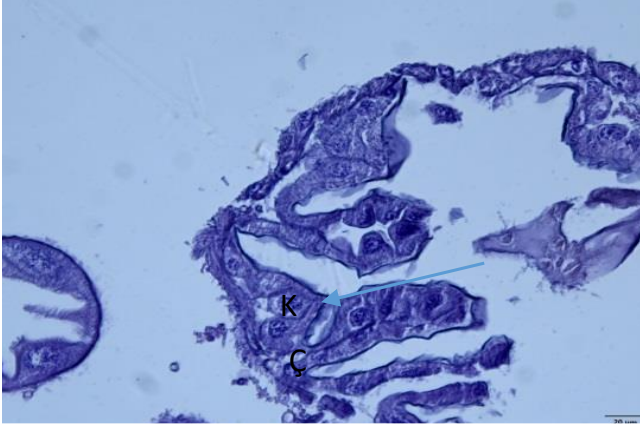
3.3. Son Bağırsak

Son bağırsak ileum, kolon ve rectum olmak üzere üç kısımdan meydana gelir. İleum dış yüzeyinden yoğun kas tabakası ile çevrili olup, Malpighi tüplerinin sindirim kanalına bağlandığı ilk kısımdadır. İnce bir epitel tabakasından meydana gelir. Epitel tabakası lümeneye doğru yer yer girinti çıkıntı yapmaktadır. Hücrelerin lümeneye bakan apikal kısmında ince bir kitin tabakası vardır.

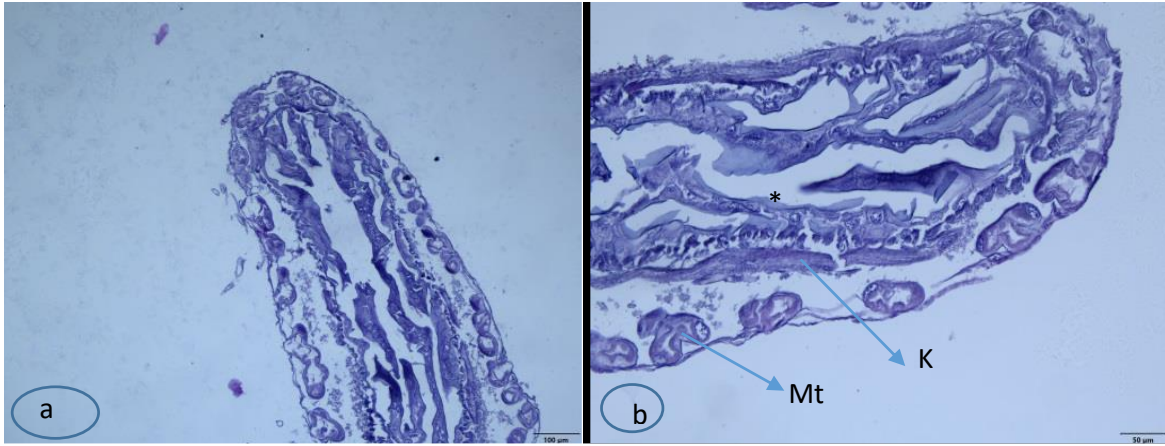


Resim 3.8. (a) *G. fornicata*'nın ileum enine kesitinin genel görüntüsü (HE boyama)
(b) *G. fornicata*'nın ileum enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü
(Mallory üçlü boyama-IM), Çekirdek (Ç), Kitin tabakası (*), Kas tabakası (K)

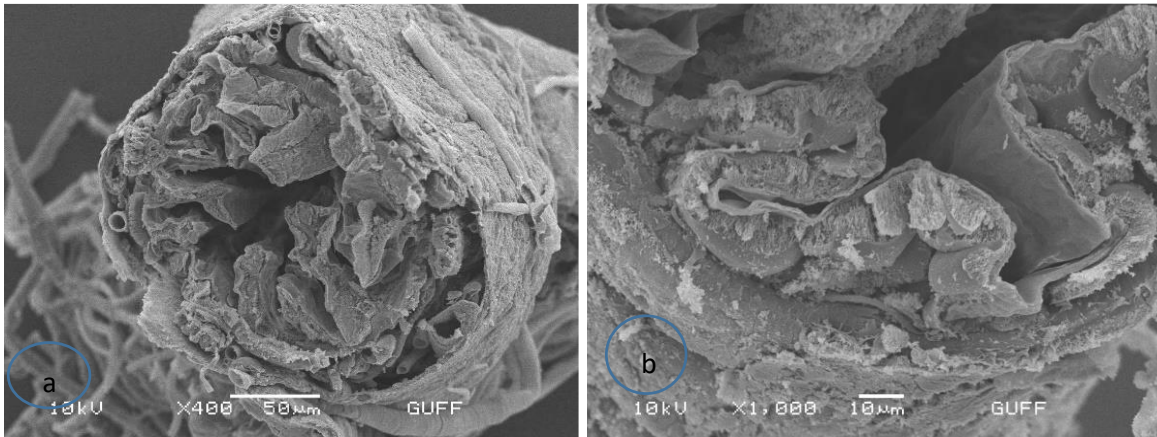
Son bağırsağın ikinci kısmı olan kolon iki kısma ayrılmaktadır. Anterior kolon yüzeyi kas tabakası ile çevrilidir. Epitel kısmını lümeneye doğru girinti yapmıştır. Epitel tabakası kübik hücrelerden meydana gelmektedir. Hücrelerin apikal kısmında kitin tabakası yer almaktadır. Posterior kolonun histolojik kesitlerine bakıldığında, hücre kısımları anterior kolon ile benzerlik göstermektedir. Yüzeyi çevreleyen kas tabakasının en dışında Malpighi tüpleri bağlanmaktadır. Kesitlerde Malpighi tüplerinin kesitleri görülmektedir.



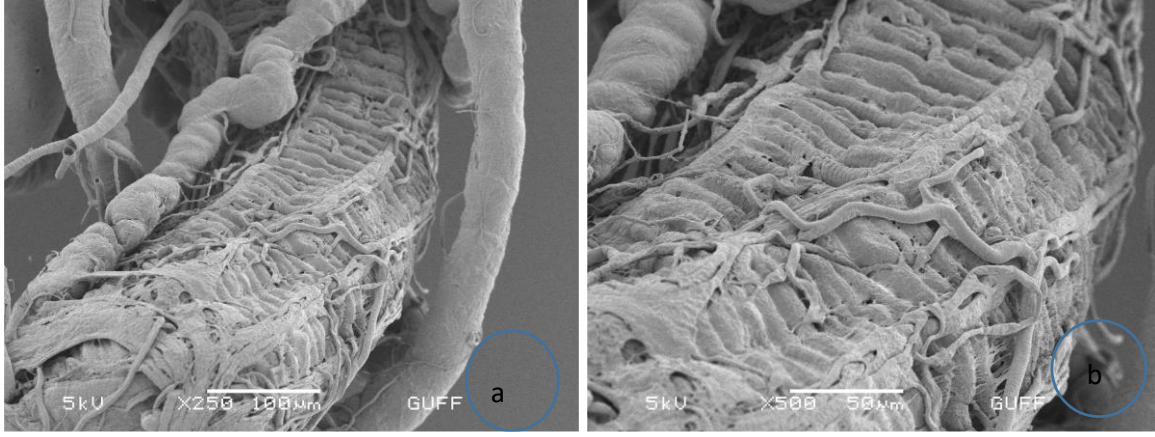
Resim 3.9. *G. fornicata*'nın anterior kolonun enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (HE-IM), Çekirdek (Ç), Kitin tabakası (K)



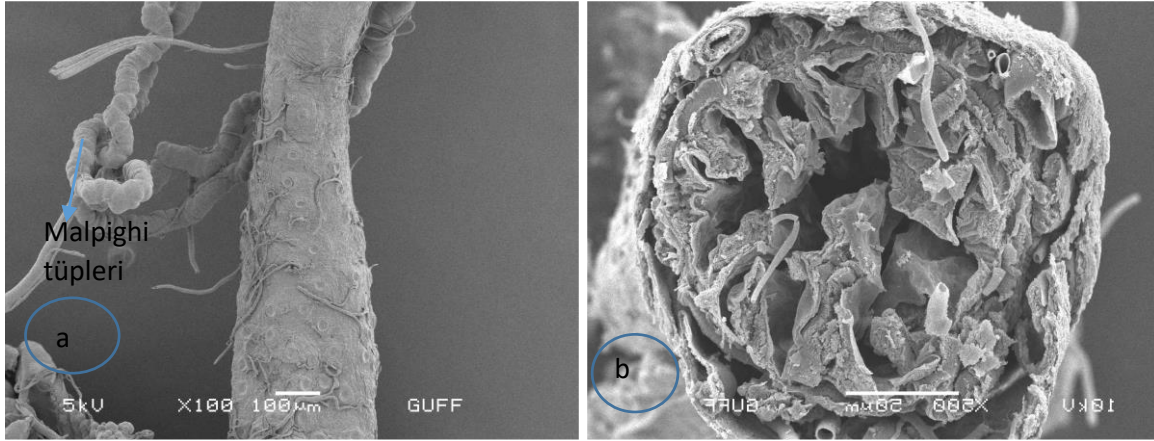
Resim 3.10. (a) *G. fornicata*'nın posterior kolon enine kesitinin genel görüntüsü (HE boyama-IM) (b) *G. fornicata*'nın posterior kolon enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (HE-IM), Çekirdek (Ç), Kitin tabakası (*), Malpighi tüpleri (Mt), Kas tabakası (K)



Resim 3.11. (a) *G. fornicata*'nın posterior kolon enine kesitinin genel görüntüsü (SEM), (b) *G. fornicata*'nın posterior kolon enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM)

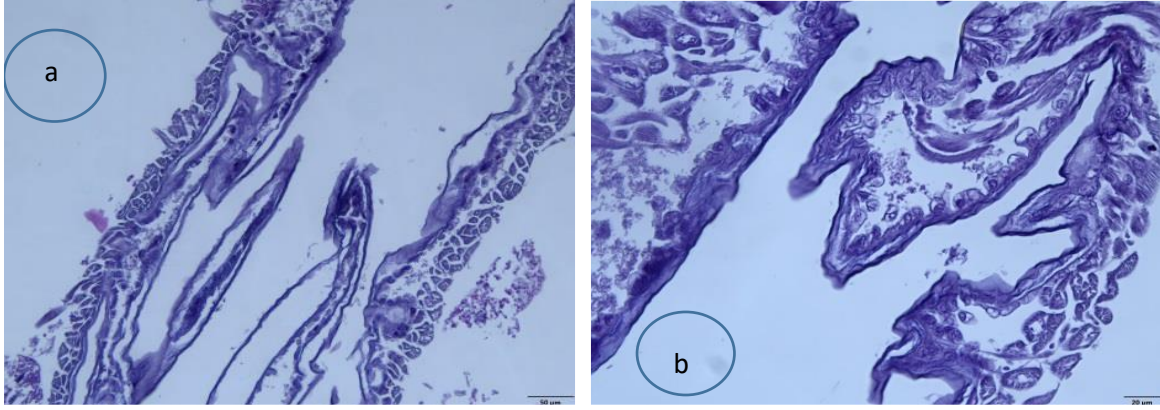


Resim 3.12. (a) *G. fornicata*'nın anterior kolonun görüntüsü (SEM), (b) *G. fornicata*'nın anterior kolonun yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM)

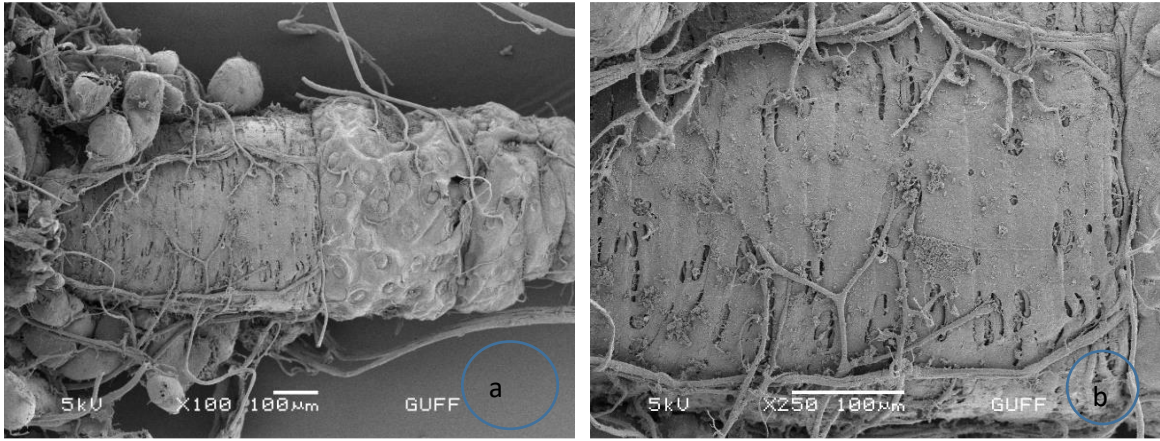


Resim 3.13. (a) *G. fornicata*'nın posterior kolonun görüntüsü (SEM) (b) *G. fornicata*'nın posterior kolonun kesitinin görüntüsü (SEM)

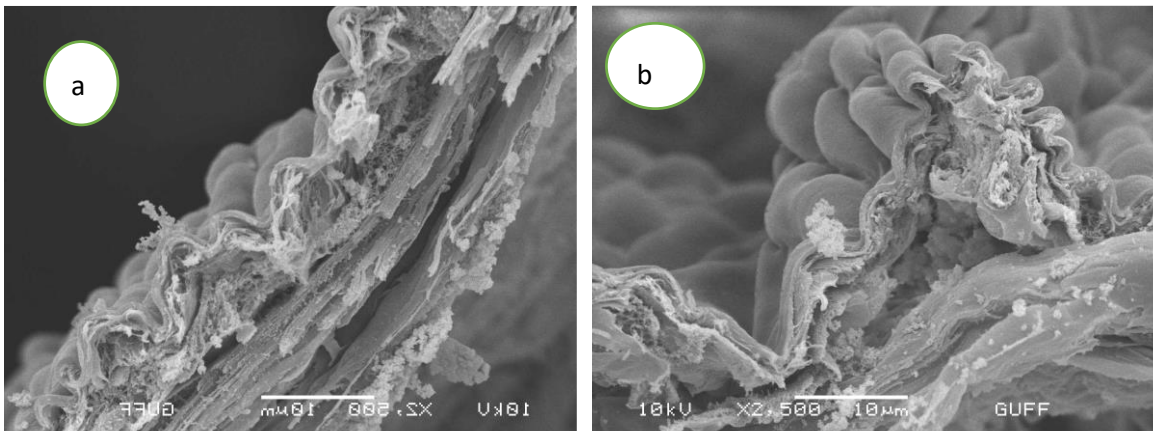
Son bağırsak son kısmı rectum bölgesidir. Rektumun dış yüzeyinden yoğun kas tabakası ile çevrilidir. İnce bir epitel tabakasından meydana gelir. Epitel tabakası lümene doğru yer yer girinti çıkıntı yapmaktadır. Hücrelerin lümene bakan apikal kısmında kalın bir kitin tabakası vardır.



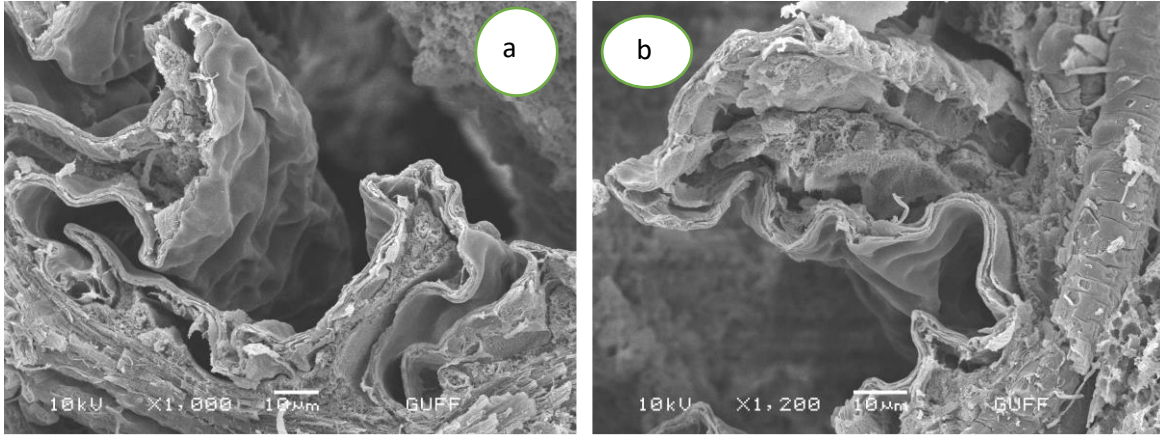
Resim 3.14. (a) *G. fornicata*'nın rektum enine kesitinin genel görüntüsü (HE boyama-IM)
(b) *G. fornicata*'nın rektum enine kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (HE-IM)



Resim 3.15. (a) *G. fornicata*'nın son bağırsak rectum bölgesinin görüntüsü (SEM)
(b) *G. fornicata*'nın rectum bölgesinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM)



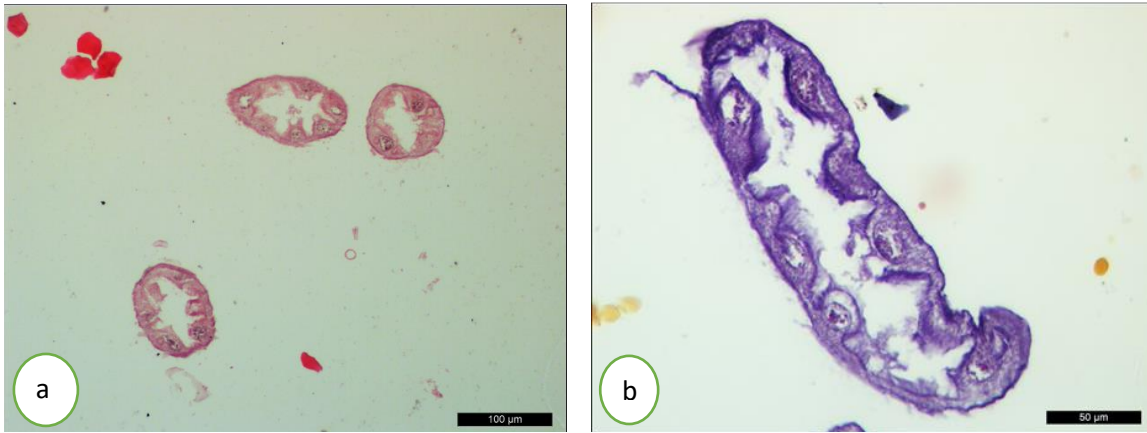
Resim 3.16. (a) *G. fornicata*'nın rectum kesitinin kırık görüntüsü (SEM)
(b) *G. fornicata*'nın rectum kesitinin yüksek büyütmedeki kırık görüntüsü (SEM)



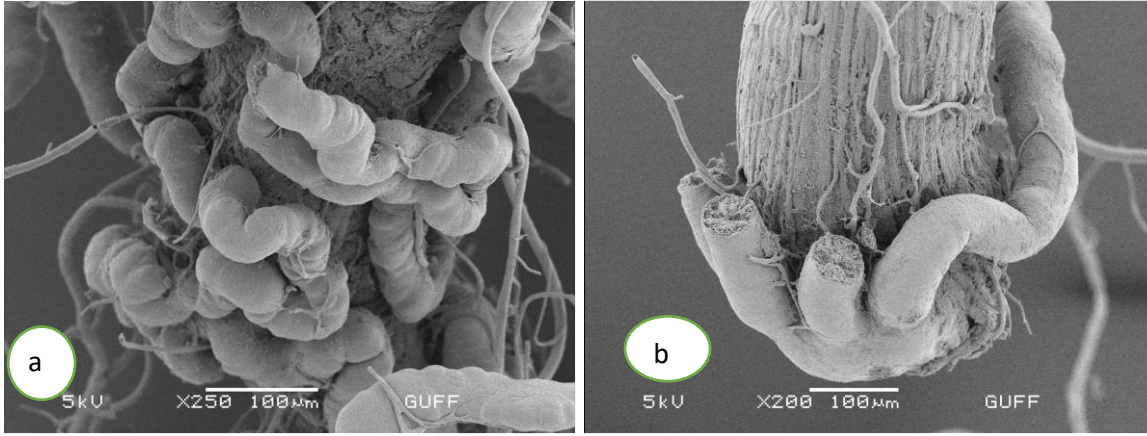
Resim 3.17. (a) *G. fornicata*'nın rectum kesitinin görüntüsü (SEM) (b) *G. fornicata*'nın rectum kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM)

3.4. Malpighi Tüpleri

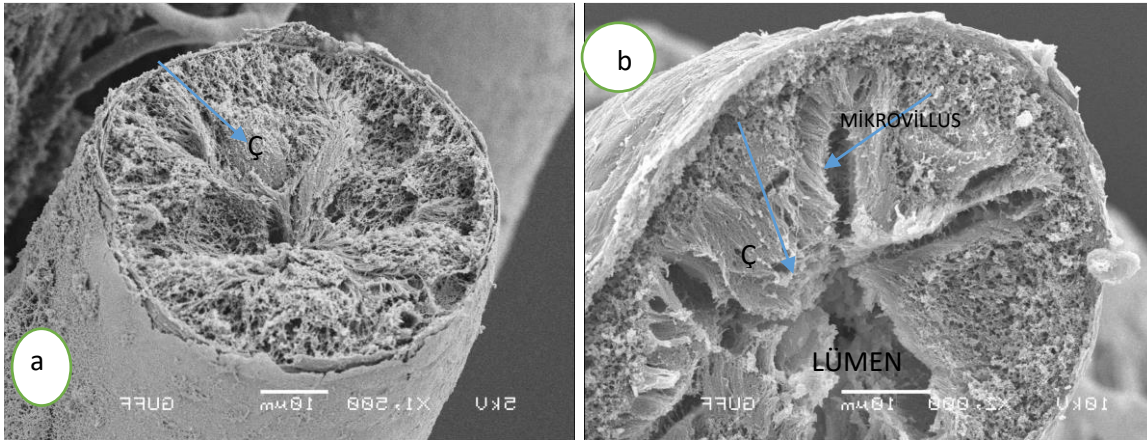
Malpighi tüplerinin proksimal kısmı sindirim kanalının ileum bölgesine bağlanmaktadır. Dört adet Malpighi tüpü bulunur. Kriptonefridal sistem bulunmaktadır. Distal uçlar ise posterior kolonun yüzeyi ile birleşmektedir. Epitel tabakası enine kesitlerinde üç veya dört hücre tabakası görülmektedir. Hücreler tek tabakalı olup, yuvarlak çekirdekleri vardır. Hücrelerin apikal yüzeyinde mikrovilluslar bulunur.



Resim 3.18. (a) *G. fornicata*'nın Malpighi tüplerinin enine görüntüsü (HE boyama-IM) (b) *G. fornicata*'nın Malpighi tüplerinin boyuna görüntüsü (Mallory boyama-IM)



Resim 3.19. (a) *G. fornicata*'nın Malpighi tüplerinin görüntüsü (SEM) (b) *G. fornicata*'nın Malpighi tüplerinin görüntüsü (SEM)



Resim 3.20. (a) *G. fornicata*'nın Malpighi tüplerinin kesitinin görüntüsü (SEM) (Ç: Çekirdek) (b) *G. fornicata*'nın Malpighi tüplerinin kesitinin yüksek büyütmedeki görüntüsü (SEM)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Böceklerdeki sindirim kanal yapısı böceklerin besin tiplerine göre değişiklik göstermektedir (Chapman, 1998; Kansu, 2012; Demirsoy, 2003). Böceklerde sindirim sistemi genellikle üç bölgeden oluşur. Bunlar; ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak şeklindedir. Bu yapıların embriyonik kökenleri farklıdır. Ön bağırsak ektodermal kökenli, orta bağırsak endodermal kökenli ve arka bağırsakta yine ektodermal kökene sahiptir (Hood, 1937). Ön ve arka bağırsak bölümlere ayrılırken, orta bağırsakta ise bir bölme gözlenmemiştir (Hamner, 1936; Bursalı, 1996; Boonsriwong ve diğerleri, 2007; Xie ve diğerleri, 2011; Amutkan, 2012; Metin, 2014; Genç, 2017).

C. marginatus türünde ön bağırsak, orta bağırsak ve son bağırsaktan oluşan bir sindirim kanalı mevcuttur. Bu yapılar ilaveten bir çift tükürük bezi, dört kanallı gastrik çekum ve bir çift Malpighi tüpleri de gözlemlenmiştir. Ön ve arka bağırsak kısa yapıda olup, orta bağırsak daha uzundur. Diğer Heteroptera türlerinde de çoğunlukla bu yapılar gösterilmiştir (Hamner, 1936; Harris, 1938; Barber, 1980; Postle ve Woodward, 1988; Habibi ve diğerleri, 2008; Bandani ve diğerleri, 2010, Amutkan, 2012; Metin, 2014; Demirkol, 2016; Genç, 2017).

Çakıcı (2008), *Melanogryllus desertus pallas* (Orthoptera: Gryllidae)'un sindirim kanalında histolojik ve ultrastrüktürel düzeyde incelemiştir. Çalışmasında ön bağırsak yapısının; farinks, özofagus, kursak ve proventrikulustan meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Proventrikulusta lop ve diş benzeri yapılar gözlemlenmiştir.

Bursalı (1996), *Pezodrymedusa lata karabağ* (Orthoptera: Tettigoniidae)'nın sindirim sisteminin histolojik ve histokimyasal araştırmasında ön bağırsak yapısının kısa olduğunu ifade ederek, farinks, özofagus, kursak ve mideden oluştuğunu belirtmiştir. Dışta bağ doku bulunan ön bağırsak, halkasal ve boyuna kas tabakasından oluşan tek katlı kıvrımlı bir epitel yapısına sahip olduğunu gözlemlenmiştir.

Liu ve Hua (2009), Mecoptera'dan sekiz tane Panorpidae türü ve bir tane Bittacidae türünün sindirim kanallarında ön bağırsak bölgesinde yer alan proventrikulusunun morfolojik yapısını ışık mikroskobu ve SEM kullanarak incelemiştir. Proventrikulusun sert bir kitin tabakasından oluştuğunu ve özelleşmiş bir yapı olduğunu gözlemlenmiştir.

Metin (2014), *Carpocoris pudicus* (Poda, 1761) (Heteroptera: Pentatomidae)'ta proventrikulusun iç yüzeyinin çok fazla girintili çıkıntılı olduğunu ve yapısında diş benzeri çıkıntıların olmadığını belirtmiştir.

Orthoptera türü olan *Melanogryllus desertus*'da, proventrikulusta diş benzeri yapıların varlığı tespit edilmiştir (Çakıcı, 2008). Orthoptera'dan Endecoeus (Gryllidae: Phalangopsinae) cinsinin üç türünde proventrikulusun anatomik özellikleri SEM ile araştırılmış ve proventrikulusta bulunan dişlerin sayısının değişken olduğunu bunun da böceğin beslenmesinde kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir (Fontanetti ve ark., 2002).

Meracantha contracta'daki sindirim kanalı, başın arka kısmından üçüncü abdominal segmente kadar uzanır ve burada sola kıvrılarak birinci segmente kadar çıkar. Kanalin büyük boyutu dikkat çekicidir ve halkalı veya segmentli görünümü, bağırsak dairesel kaslarının aralıklı olarak demetler halinde toplanmasından kaynaklanır. Uzunlamasına kaslar ön bağırsaktan orta bağırsağa doğru devam eder ve iki bağırsağın birleşiminde belirgin demetler oluşturur. Bu, orta bağırsağın ön ucunun aralıklı olarak sıkışmış bir görünüm kazanmasına neden olur. Lifler daha sonra ayrılarak orta bağırsağa doğru ilerler ve dairesel kasları yaklaşık olarak dik açılarla keser. Bu nedenle, tüm yüzey kareli bir görünüm sunar. Kas lifleri büyük ölçüde dallanmaz, ancak çok küçük trakeoller tarafından düzensiz bir şekilde sıkı bir şekilde iç içe geçmiş durumdadır. *M. contracta*'da Malpighi tüpleri altı adettir ve orta bağırsak ile arka bağırsağın birleşim noktasından başlar, bağırsak etrafında eşit aralıklarla yer alır. Bu başlangıç noktasından, vücut boşluğu boyunca dolanarak, iç organlar etrafında kıvrılarak ilerler ve nihayetinde kolona başladığı noktada arka bağırsak duvarına bağlanır (Miller, 1931).

Sarwade ve Bhawane (2013), *Platynotus belli*'nin sindirim kanalı ile ilgili yaptığı çalışmada, sindirim kanalının kısa ön bağırsak, uzun orta bağırsak ve son bağırsaktan meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Histolojik olarak ön bağırsak ve arka bağırsakta intima tabakası bulunur. Orta bağırsak, dışta kas tabakası ve içte peritrofik zar ile çevrilidir. Malpighi tüpçükleri, tek katlı kübik epitel tabakasından oluşur.

Sindirim enzimlerinin salgılanması ve besinlerin emiliminden görevli olan orta bağırsak, anatomik olarak farklılık gösterebilir. Genel olarak gastrik çekum ve ventrikulus olmak üzere kısımlara ayrılmaktadır (Chapman, 2013: 46-80). Gastrik çekum şekil, sayı ve

bulunduğu yer bakımından böcek takımları arasında değişiklik göstermektedir. Hemiptera takımındaki türlerin çoğunda gastrik çekum orta bağırsağın son bölgesinde bulunurken, Orthoptera takımındaki türlerde orta bağırsağın anterior bölgesinde konumlanmıştır. Yapıdaki morfolojik farklılıklar türlerin ait oldukları familyaların gelişim derecesine göre önemli ölçüde değişmektedir. Bununla birlikte, gastrik çekum farklı takımlardaki türlerde de genel olarak aynı histolojik yapıya sahiptir (Glasgow, 1914; Chapman, 2013: 46-80).

Gastrik çekum histolojik olarak incelendiğinde, takımlar arasında birtakım farklılıklar olmasına rağmen genellikle benzerdir. *G. gratiosa* (Tettigoniidae), *G. bimaculatus* (Gryllidae), *Gryllodes sigillatus* (Gryllidae), *Mecopoda niponensi* (Mecopodidae), *P. cervus* (Tettigoniidae) gibi Orthoptera takımındaki türlerde, çekum duvarının lümene doğru katlanmasının, çekumun yüzey alanın artmasına imkân sağladığı belirtilmiştir (Li ve Zheng, 2004; Woodring ve Lorenz, 2007 Biagio ve diğerleri, 2009; Polat, 2016, Li ve diğerleri, 2018).

Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri (2021), *Picta decastigma* (Coleoptera: Buprestidae)'nın orta bağırsağın ön kısmında uzun, tübüler bir gastrik çekumun varlığını tespit etmişlerdir. Orta bağırsak, epitel hücrelerinin tek tabakalı silindirik hücrelerden meydana geldiğini gözlemişlerdir.

Mylabris cernyi (Coleoptera: Meloidae)'nin orta bağırsağının tek tabakalı silindirik epitelten meydana geldiğini ve kıvrımlı olduğunu belirtilmiştir (Özyurt Koçakoğlu ve diğerleri, 2021).

Pezodrymedusa lata Karabağ (Orthoptera: Tettigoniidae)'nın sindirim sisteminin en uzun kısmı olan orta bağırsak yüzeyi dışta halkasal içte boyuna kas tabakası ile çevrelenmiş, iç bölgrsi kıvrımlı epitel yapısına sahiptir (Bursalı, 1996).

Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)'nin orta bağırsak yapısını incelediklerinde anterior ve posterior olmak üzere iki kısma ayrıldığını ve tek katlı silindirik epitel ile çevrili olduğunu göstermişlerdir. Orta bağırsak lümeninde peritrofik zar bulunduğunu söylemişlerdir.

Cyrtotrachelus buqueti'nin sindirim kanalının ön, orta ve arka bağırsak olduğu gözlenmiştir. Ön bağırsak uzunluğu tüm sindirim kanalına göre daha kısadır. Proventrikulusun içinde sekiz sıra “V” şeklinde kitinli plaklardan oluşmuş olup sekiz köşeli bir yıldız gibi sıra sıra dizilmiştir. C. buqueti de Malpighi tüpleri arka bağırsaktan başlayıp, 6 Malpighi tüpü 2 gruptan oluşmaktadır. Her grupta üç tane Malpighi tüpü vardır. Larvalarının Malpighi tüpleri yetişkinlere göre daha kalındır. Arka bağırsak, sindirim kanalının toplam uzunluğunun %40- 50 sini kapsar (Liu vd., 2019).

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

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

Lygaeus trivittatus (Hemiptera, Lygaeidae), *S. flavipennis* (Hymenoptera, Sphecidae), *Graptostethus scrvus* (Hemiptera, Lygaeidae) türlerinde orta bağırsakta gastrik çekuma rastlanmamıştır (Glasgow, 1914; Kurup, 1964; Demir ve Suiçmez, 2011; Gangurde, Gurule ve Tidame, 2019). *Anasa tristis* (Hemiptera, Coreidae), *Largus californicus* (Hemiptera, Largidae) türlerinde iki sıra tüpten oluşan gastrik çekum bulunurken (Steinhaus, Batey ve Boerke, 1956; Gordon, McFrederick ve Weirauch, 2016), *Euschistus conspersus* (Hemiptera, Pentatomidae), *Halys dentatus* (Hemiptera, Pentatomidae) türlerinde ise gastrik çekum dört sıra tüpten meydana gelmektedir (Steinhaus ve diğerleri, 1956; Gangurde ve diğerleri, 2019). Phasmatodea takımına ait *P. mitratus* (Basillidae) türünde orta bağırsağın anterior bölgesinde bulunan gastrik çekumun yedi tane parmak benzeri kısa çıkıntılardan oluştuğu belirtilmiştir (Nasir ve Azman, 2019).

Özyurt Koçakoğlu (2021), *Pyrrhocoris apterus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae)'un orta bağırsağının dört bölgeye ayrıldığını ve gastrik çekumdan yoksun olduğunu ifade etmişlerdir.

Özyurt Koçakoğlu ve Candan (2022), *Carpocoris mediterraneus* (Heteroptera, Pentatomidae)'un orta bağırsağın dört bölgeden oluştuğunu söylemişlerdir. Bu bölgelerin

tek tabakalı bir epitele sahip oldukları ve sitoplazmalarında çok sayıda vezikül, salgı granülleri, sferokristaller ve sitoplazmik inklüzyonlar içerdiğini gözlemlemişlerdir.

Jones ve Zeve (1968), *Aedes aegypti* türünde gastrik çekum hücrelerinin bazal kısmında fazlaca, dağınık ve birbirleriyle ilişkili olan kese şeklinde yapılar olduğunu aynı zamanda dışta dairesel, içte boyuna kaslar bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Hücrelerdeki salgı görevini yerine getirmeyip, çok sayıda olan ince uzun mikrovillusler sayesinde sıvı emilimi gerçekleştirdiklerine değinmişlerdir.

Yetişkin Curculionoidea'nın sindirim kanalları üzerinde yapılan çalışmalar, Nemomychidae 'A türü' (Bunya Dağları, Qld) ve Nemomychidae 'B türü' (Bunya Dağları, Qld) üzerinde yoğunlaşmıştır. Daha önce sadece *Cimberis attelaboides* (Fabricius) türünün sindirim kanalı incelenmiştir (Kasap ve Crowson, 1977). Bu tür ve burada incelenen 'A türü' ve 'B türü' olarak adlandırılan iki türün sindirim sistemleri çok benzerdir. Ön bağırsak kısa olup, bağırsağın %9-10'unu oluşturur ve kursak yoktur. Proventrikulus zayıf gelişmiştir ve 8 çift olmayan sivri sıra tüyden oluşur ve destekleyici sklerotize bazal plakalar yoktur. Orta bağırsak, arka bağırsak kadar uzun olup, iki ana bölümden oluşur: pürüzsüz ve papilloz olmayan genişlemiş bir oval ön bölüm ve tübüler bir arka bölüm. Bu arka bölüm, 'A türünde yoğun papilloz', 'B türünde seyrek papilloz' ve *C. attelaboides* türünde papilloz olmayan bir yapıya sahiptir. Malpighi tüpleri incelendiğinde, *C. attelaboides* ve 'A türünde' 6 kriptonofrik tüp bulunurken, 'B türünde' sadece 4 tüp bulunmaktadır. Tüplerin ön bağlantıları türler arasında farklılık göstermektedir: 'A türünde' bağırsağın bir tarafına yerleştirilmiş tek bir grup halinde 6 tüp, 'B türünde' her biri 2 tüp olan 2 grup ve *C. attelaboides*'te her biri 3 tüp olan 2 grup olarak görülmektedir. Arka kısımdaki tüpler, 'B türünde' 2 tüp dorsal olarak ve her iki yanda 1 tüp, 'A türünde' 2 tüp dorsal olarak ve her biri 2 tüpten oluşan 2 grup ventrolateral olarak ve *C. attelaboides*'te her iki yanda 3 tüpten oluşan bir grup şeklinde kalın bağırsağa bağlanmaktadır (Caldre, 1989).

Çetin (2014), *Dolycoris baccarum* (Heteroptera: Pentatomidae)'un dört tane gastrik çekumun bulunduğunu ve keselerin içinde de bakterilerin dolu olduğunu gözlemiştir.

Metin (2014), *Carpocoris pudicus*'da gastrik çekumun, son bağırsağın ileum kısmına bağlandığını ve dört kanaldan meydana geldiğini belirtmiştir. Gastrik çekumda yassı

keselerin içinde bakteriler bulunduğunu ve hücrelerin tek tabakalı epitelle çevrili olduğunu gözlemlemiştir.

Demirkol (2016), *Lygaeus equestris* 'in son bağırsağın başlangıç bölümünü meydana getiren ileumun bir ucu gastrik çekumla ilişkili olan bir sindirim kanalına sahip olduğunu belirtmiştir.

M. desertus (Orthoptera, Gryllidae), *A. domesticus* (Orthoptera, Gryllidae) ve *A. flavolineata* (Orthoptera, Acrididae)'te gastrik çekumun silindirik epitel hücrelerinden meydana geldiği gözlenmiştir (Ferreira, Ribeiro ve Terra, 1981; Marana ve diğerleri, 1997; Çakıcı, 2008; Rost-Roszkowska, 2008; Çakıcı ve Ergen, 2012a). Buna karşın, *Callosbruchus maculatus* (Coleoptera, Bruchidae) ve *G. lienatum* (Heteroptera, Pentatomidae)'da gastrik çekum hücrelerinin kübik epitel tabakasından meydana geldiği belirtilmiştir (Amutkan, 2012; Moamen ve El Bakary, 2020). *I. nervosa* 'nın sindirim kanalında bulunan gastrik çekumun morfolojik ve histolojik olarak kendi takımında bulunduğu diğer türlerin gastrik çekumuna benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Gangurde ve diğerleri (2019), farklı takımlara ait böcek türlerinin sindirim kanallarında gastrik çekumun varlığının veya yokluğunun hem filogenetik hem de beslenme açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Orthoptera takımından, *Gampsocleis gratiosa* (Tettigoniidae), *P. cervus* (Tettigoniidae), *G. bimaculatus* (Gryllidae) ve *G. sigillatus* (Gryllidae)'ta orta bağırsağın anterior kısmında bulunan gastrik çekumun, orta bağırsağa bağlandığı bölgenin daha geniş, posterior uçta daha dar bir yapıya sahip çift gastrik çekum olduğu gösterilmiştir (Woodring ve Lorenz, 2007; Biagio ve diğerleri, 2009; Polat, 2016; Li ve diğerleri, 2018). Orthoptera takımından Acrididae familyasına ait türlerde orta bağırsağın anterior ucunda altı adet ince uzun gastrik çekum gözlenmiştir (Chapman, 2013: 46-80)

Cimex lectularius (Hemiptera, Cimicidae) ve *Cimex pipistrelli* (Hemiptera, Cimicidae)'da üç farklı bölgeye ayrılan ventrikulusun, sindirim hücreleri, salgı hücreleri ve yenileyici hücreler olarak üç değişik hücre tipinden meydana geldiği gösterilmiştir (Rost-Roszkowska ve diğerleri, 2017). Bir başka çalışmada, *Polistes dominula* (Hymenoptera, Vespidae)'ın ventrikulusunda sindirim hücreleri, rejeneratif hücreler ve endokrin hücrelerin bulunduğu

belirtilmiştir (Polidori, Pastor, Jorge ve Pertusa, 2018). Perić-Mataruga, Lazarević, Vlahović, Mrdaković ve Ilijin (2006), *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Erebidae)'ın orta bağırsağı ile ilgili çalışmada silindirik hücreler, goblet hücreleri ve rejeneratif hücrelerin varlığını gözlemişlerdir.

Arka bağırsağın pylorus bölgesiyle bağlantılı Malpighi tüpleri ile ilgili çalışmalarda farklı böceklerde yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir.

Bitki materyalinden kompost üreten bir böcek olan *Cephalodesmius armiger* Westwood'un (Scarabaeini) yetişkin sindirim sisteminin morfolojisini ve histolojisini açıklandığı çalışmada sindirim kanalında kolona rastlanmamıştır. Scarabaeine türleri, özellikle *C. armiger*, kursak proventrikulus veya çekum olmadan, nispeten uniform çapta uzun bir sindirim kanalına sahiptir. Stomodeum, sindirim tüpünün toplam uzunluğunun dörtte birinden daha uzun değildir. Çalışılan türler arasında farinks ve özofagus bölgelerinin histolojileri benzerdir; epitel ve intima kıvrımlıdır ve lümene doğru projeksiyon yapar. *Phanaeus vindex* ve *Coprophanaeus lancifer* türlerinde (Becton 1930; Edmonds 1974), farinks bölgesinde işlevi belirsiz küçük diken benzeri projeksiyonlara sahip süslü intima görülürken, bu çalışmadaki tüm türlerde süssüz intima bulunur. Stomodeal veya özofageal valf, besin akışını mesenterona yönlendirmek ve özofagusa geri akışını önlemekle görevlidir ve güçlü kıvrımlı epitelyum ve artmış dairesel kas lifleri kalınlığı ile karakterize edilir (Lopez-Guerrero, 2002).

Meligethes (Odonthogethes) *chinensis*, Çin'de bulunan ve polenle beslenen oldukça özelleşmiş bir Nitidulidae türüdür ve ana konak bitkisi *Rubus idaeus* L. (Rosaceae) 'dir. Bu çalışmada, yetişkin *M. (O.) chinensis*'in sindirim kanalının ve Malpighi tüplerinin ışık, floresan ve taramalı elektron mikroskobu altında gözlemlenmiştir. Yetişkin *M. (O.) chinensis*'in sindirim sistemi ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olarak bölünmüştür. Ön bağırsak en kısadır ve farinks, özofagus, proventrikül ve kardiyak valften meydana gelir. Orta bağırsak, düz, şişkin, silindirik, ince duvarlı bir tüptür. Orta bağırsakta düzensiz olarak dağıtılmış birçok künt parmaklı mide cepleri bulunur. Arka bağırsak, ileum, kolon ve rektum olarak ayrılmıştır. İleum kıvrımlıdır. Kolon arkaya doğru kademeli olarak genişler. Rektum kalın kaslıdır ve ardından bir zarlı yapı gelir. Proksimal Malpighi tüplerinin açıklıkları, orta bağırsak ve arka bağırsak birleşimine düzgün bir şekilde yerleştirilmiş olup, distal Malpighi tüpleri ise kolona düzgün bir şekilde bağlanarak kriptonafriyal bir sistem oluşturur.

Malpighi tüpleri *M. (O.) chinensis*'in altı adet Malpighi tüpü vardır ve her biri dallanmaz, uzunlukları hemen hemen eşittir, düzensiz bir yüzeye sahip olup, trake ve trakeollerce çevrelenmiştir. Altı Malpighi tüpü, orta bağırsak ile arka bağırsak birleşimine eşit olarak yerleştirilmiştir. Proksimal tüpler hemolenfte serbest olup, orta bağırsağın arka kısmı ve tüm ileumu çevreleyen serbest tüp bölgesini oluşturur. Her serbest Malpighi tüpü, anterior kısmından posterior kısmına doğru daralmaktan genişlemeye kadar uzanır ve posterior kısmı anterior kısmına göre yaklaşık iki kat daha geniştir. Kriptonafridyal bölgeyi oluşturan distal tüpler tamamen kolona bağlıdır ve kriptonafriyal bir sistem oluşturur. Kolona bağlı olan distal tüplerin posterior kısmı anterior kısmına göre önemli ölçüde daha kıvrımlıdır. Erkek ve dişi *M. (O.) chinensis*'in Malpighi tüplerinin yapısında ve dağılımında belirgin bir fark yoktur (Chen vd., 2023).

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

Xie ve diğerleri (2011), *Ceroplastes japonicus* (Hemiptera: Coccidae)'un erişkin dişi bireylerde Malpighi tüpçüklerinin iki adet kahverengimsi-sarımsı renkte tüplerden meydana geldiği ve iç yüzeyinin yoğun olarak uzun mikrovilluslarla sarılı olduğunu gözlemlemiştir.

Tüpçüklerin sayısı böcek türleri arasında değişiklik göstermektedir, ancak çoğunlukla ikinin katları şeklinde görülür. Heteroptera düzenine ait olan *G. lineatum*'daki tüpçük sayısı iki çifttir (Amutkan ve diğerleri, 2015). *Periplaneta americana*'da (Blattodea) her bir bireyde yaklaşık 150 tüpçük bulunmaktadır (Wall, Oschman ve Schmidt, 1975). Bu sayı *Grylloblatta compodeiformis*'de (Orthoptera, Grylloblattidae) yaklaşık 14-24 tüpçüktür (Jarial, 1990). *S. gregaria*'nın (Orthoptera) boşaltım sisemi 250 tüpçükten oluşmuştur (Savage, 1956). Yetişkin *I. nervosa*'da MT'lerin sayısının 80 ila 100 arasında değiştiği gözlenmiştir. Bu sayı diğer Orthopteran türlerine göre daha düşük bir aralıktır. Tüpçük sayılarındaki bu değişikliğin canlının gelişmişlik seviyesine ve beslenme şekline bağlı olduğunu göstermektedir (Amutkan Mutlu ve Suludere, 2020).

Bazı böceklerde, Malpighi tüplerinde bölgesel farklılaşmalar bulunmaktadır. *Dysdercus koenigi* (Hemiptera, Pyrrhocoridae), *Triatoma infestans* (Heteroptera, Reduviidae), *R. Prolixus* (Heteroptera) ve *G. lineatum* (Heteroptera, Pentatomidae)'da tüplerin proksimal ve distal segment olmak üzere iki segmente sahiptir (Srivastava ve Bahadur, 1961; Mello ve

Dolder, 1977; Martini ve diğerleri, 2007; Amutkan ve diğerleri, 2015). *T. neglectus* (Orthoptera, Rhaphidophoridae) ve *Solenopsis saevissima* (Hymenoptera, Formicidae)'da Malpighi tüpleri üç bölgeden oluşur: proksimal, orta ve distal segmentler (Arab ve Caetano, 2002; Delakorda ve diğerleri, 2009, Pacheco ve diğerleri, 2014). *Aedes taeniorhynchus* (Diptera, Culicidae) ve *P. cervus* (Orthoptera, Tettigoniidae)'ta MT'leri farklı segmentlere ayrılmamaktadır (Pacheco ve diğerleri, 2014; Polat, 2016). Benzer şekilde, çok sayıda tüpçüğe sahip olan *I. nervosa*'da Malpighi tüpleri, tüpçüklerin tüm uzunluğu boyunca görünür bir fark göstermez.

Diplotaxis liberta'nın sindirim kanalı morfolojik olarak üç ana bölüme ayrılır: ön bağırsak (Farinks, özofageal valf), orta bağırsak (tamamen mide) ve arka bağırsak (Florik valf, Malpighian tübüleri, mesane, ön ve arka ileum, kolon ve rektum). Bu türde Malpighi tübüleri dört adettir ve kanala ayrı ayrı girer, ikisi pilorik valfin önünde ve ikisi valfin arkasındadır. Ön tübüller ventro-lateral taraflara bağlıdır ve doğrudan kanala boşalır; oysa arka tübüller, kanala ortak bir açıklığı olan dorsal taraftaki bir mesaneye boşalır (Jones, 1940).

Hemiptera takımında yapılan Malpighi tüpleri ile ilgili çalışmada; tüplerin ucunun kapalı olduğu, fakat bölgesel olarak kalınlıklarının değişiklik gösterdiği gözlenmiştir (Srivastava ve Bahadur, 1961).

Arka bağırsağın yapısı ile ilgili çalışmalarda arka bağırsağın bölümleri ve hücre tabakaları aydınlatılmıştır.

Demirkol (2016), *L. equestris*'in sindirim kanalının dış yüzey kas tabakalarıyla çevrili olduğunu belirtmiştir. *Ceroplastes japonicus* ile ortak özellik göstererek, ileum ve rektum olarak ikiye ayrılan arka bağırsak, tek katlı kübik-silindirik hücrelerden oluşmaktadır. Bu çalışma, *Lygaeus equestris*'in sindirim kanalının, Heteroptera familyasına ait diğer türlerle daha fazla benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Yapısal ve histolojik farklılıklar göz önüne alındığında, diğer türlerin sindirim sistemleri üzerinde yapılacak çalışmaların önemli bir yere sahip olduğu ifade edilmiştir.

Kara (2020), *Coreus marginatus* 'un, rektum arka bağırsağın son bölgesini oluşturur ve yüzeyi trake ve kaslarla çevrelenmiş olup hücrelerin lümene bakan taraflarında yoğun

katlanmalar olduğu gözlenmektedir. Hücre duvarının yapısını ise tek katı kübik ve silindirik epitelden oluştuğunu ifade etmiştir.

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

Özyurt Koçakoğlu vd. (2022), *Mylabris cernyi*'nin sindirim kanalı ve boşaltım sisteminin ışık ve taramalı elektron mikroskopileri ile histolojik ve anatomik yapılarını gösterdikleri çalışmada, sindirim kanalını üç bölüme ayırmışlardır: ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak. Ön bağırsak, farenks, yemek borusu, proventrikulus ve özofageal valf içerir. Ön bağırsağın bazı kısımlarında kas tabakası, ince bir epitel ve intima astarı bulunur. Orta bağırsak iyi gelişmiştir ve enine kırışık bir şekle sahiptir. Sütunlu hücrelerden oluşan bu epitel tabakası, büyük ve derin epitel doku kıvrımları oluşturmak için içe doğru kıvrılmıştır. Arka bağırsakta pilor valfi, ileum, kolon ve rektum bulunur. Arka bağırsağın hücre katmanlarında, kutikulanın intimasının iç astarı, epitel tabakası ve kas tabakası bulunur. Orta bağırsak ile arka bağırsak arasında bağlı 6 Malpighi tübülü vardır.

Yetişkin *Odoiporus longicollis* (Coleoptera: Curculionidae)'in sindirim sisteminin anatomisi ve histomorfolojisi üzerine yapılan çalışmada, sindirim sistemi, vücudun uzunluğunun neredeyse iki katı olan 39-42 mm uzunluğunda boru şeklinde ve kıvrımlı bir yapıdır. Sistem, 9-11 mm uzunluğunda Stomodeum veya ön bağırsak, 20-22 mm uzunluğunda Mesenteron veya orta bağırsak ve 10-11 mm uzunluğunda Proktodeum veya arka bağırsak olarak ayrılabilir. Stomodeum; lümen, iç intimal tabaka, dış intimal, epitel, bazal membran, kaslar gibi histolojik katmanlara sahip olan yutak, yemek borusu, kursak ve stomodaeum valfine sahiptir. Mesenteron; lümen, peritrofik membran, epitel, bazal membran histolojik katmanlarına sahip ön hacimli, orta tübüler ve rejeneratif kriptlere sahip arka kısımlara sahiptir ve son proktodeum; sırasıyla lümen, intima, epitel ve bazal membran katmanlarına sahip pilor, ilium, kolon ve rektumdan oluşur (Singh & Prasad, 2013).

KAYNAKLAR

- Abd El-Halim, A. Z., Hana, I. A. and Mahmoud, T. A. (1992). Productivity and forage quality of some alfalfa cultivars on newly reclaimed sandy soils. *Egyptian Journal of Applied Science*, 7: 407-427.
- Acar, G. (2009). *Melanogryllus desertus* (Pallas, 1771) (Orthoptera: Gryllidae) 'ta Malpighi tüpçüklerinin morfoloji ve histolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1-23.
- Amutkan, D. (2012). *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae) 'un sindirim kanalının ultrastrüktürü. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-120.
- Amutkan, D., Suludere, Z. and Candan, S. (2015). Ultrastructure of Digestive Canal of *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of the Entomological Research Society*, 17(3), 75-96.
- Apostolov, I. (1988). Spatial distribution of the lucerna leaf-beetle (*Phytodecta fornicata* Bruggm.) and the lucerna weevil (*Phytonomus variabilis* Hrbst.) and schemes for determining their density. *Rastenie' dni Nauki*, 25 (4): 93-101.
- Arab, A. and Caetano, F. H. (2002). Segmental specializations in the Malpighian tubules of the fire ant *Solenopsis saevissima* Forel 1904 (Myrmicinae): An electron microscopical study. *Arthropod Structure & Development*, 30, 281-292.
- Atay, T. ve Çam, H. (2006) Tokat ili Chrysomelinae ve Cryptocephalinae (Coleoptera: Chrysomelidae) türleri üzerinde faunistik araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 2006, 30 (4): 285-302.
- Bandani, A.R., Kazzazi, M. and Allahyari, M. (2010). Gut pH and isolation and characterization of digestive α -D-glucosidase of sunn pest. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 265-274.
- Barber, D.T., Cooksey, L.M., and Abell, D.W. (1980). A study of the anatomy of the alimentary canal of *Brochymena quadripustulata* (Hemiptera: Pentatomidae). *Arkansas Academy of Science Proceedings*, 34, 16-18.
- Bayramova, G. (2015). *Rhaphigaster nebulosa* (Poda, 1761) (Heteroptera: Pentatomidae) 'un sindirim kanalının ultrastrüktürü. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-57.
- Baysal., E. (2017). *Bazı entomopatojen fungus izolatlarının, yonca yaprak böceği, (Gonioctena fornicata (Bruggeman) (Coleoptera: Chrysomelidae)) ve yonca hortumlu böceği, (Hypera postica (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae))'ne karşı etkinliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 1- 61.*
- Becton, E. M., Jr. (1930). The alimentary tract of *Phanaeus vindex* MacL. *Ohio Journal of Science*, 30:315-323.

- Biagio, F. P., Tamaki, F. K., Terra, W. R., and Ribeiro, A. F. (2009). Digestive morphophysiology of *Gryllodes sigillatus* (Orthoptera: Gryllidae). *Journal of Insect Physiology*, 55(12), 1125-1133.
- Boonsriwong, W., Sukontason, K., Olson, J.K., Vogtsberger, R.C., Chaithong, U., Runtalue, B., Ngem-Klun, R., Upakut, S. and Sukontason, K. L. (2007). Fine structure of the alimentary canal of the larval blow fly *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Parasitology Research*, 100(3), 561-574.
- Bursalı, A. (1996). *Pezodrymedusa lata* Karabağ (Orthoptera: Tettigoniidae) 'mn sindirim kanalının histolojik ve histokimyasal yapısının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 1-28.
- Calder, Andrew 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(2), 1373–1386.
- Chapman, R. F. (2013). Alimentary canal digestion and absorption. In S. J. Simpson and A. E. Douglas (Eds). *The insect structure and function* (4th edition). Cambridge: Cambridge University Press, 46-80.
- Chapman, R.F. (1998). *Alimentary canal, digestion and absorption, The Insect: Structure and function* (4th edition). United Kingdom: Cambridge University Press, 319-377.
- 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.
- Chi, C., Drew, W.A., Young, J.H., and Curd, M.R. (1975). Comparative morphology and histology of the larval digestive system of two genera of Noctuidae (Lepidoptera): *Heliothis* and *Spodoptera*. *Annals of the Entomological Society of America*, 68, 371-380.
- 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.
- Çakıcı, Ö. and Ergen, G. (2012a). Histologic description of midgut in *Melanogryllus desertus* (Pallas, 1771) (Orthoptera: Gryllidae). *Biharean Biologist*, 6(2), 108-111.
- Dadd, R.H. (1970). *Digestion in insects in chemical zoology* (1st edition). New York: Academic Press. 117–145.

- Delakorda, S. L., Letofsky-Papst, I., Novak, T., Hofer, F., and Pabst, M. A. (2009). Structure of the Malpighian tubule cells and annual changes in the structure and chemical composition of their spherites in the cave cricket *Troglophilus neglectus* Krauss, 1878 (Raphidophoridae, Saltatoria). *Arthropod Structure and Development*, 38, 315-327.
- Demir, F. and Suiçmez, M. (2011). Investigation of digestive tract of *Sphex flavipennis* Fabrius, 1793 (Hymenoptera: Sphecidae): Morphology and ultrastructure. *Gazi University Journal of Science*, 24(3), 397-405.
- Demirsoy, A. (2003). *Yaşamın temel kuralları* (Sekizinci Baskı). Türkiye: Meteksan, 102-109.
- Eberhard, S.H. and Kreml, H.W. (2003). Salivary glands and salivary pumps in adult Nymphalidae (Lepidoptera). *Zoomorphology*, 122(4), 161-167.
- Ecevit, O., Akyazı, F., Akyazı, R. (2012). *Böceklerde (Hexapoda: Arthropoda) morfoloji, fizyoloji ve gelişim* (İkinci Baskı). Ankara: Nobel, 145-200.
- Edmonds, W. D. (1974). Internal anatomy of *Coprophanaeus lancifer* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 3: 257-272.
- Ferreira, C., Ribeiro, A. F. and Terra, W. R. (1981). Fine structure of the larva midgut of the fly *Rhynchosciara* and its physiological implications. *Journal of Insect Physiology*, 27(8), 559-570.
- Fontanetti, C.S., Zefa, E., Pasetti, F. ve 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.
- Gaino, E. and Rebora, M. (2000a). Malpighian tubules of the nymph of *Baetis rhodani* (Ephemeroptera: Baetidae). *Italian Journal of Zoology*, 67, 31-38.
- Gangurde, J. H., Gurule, S. A., and Tidame, S. K. (2019). Anatomy and histopathology of alimentary canal of *Halys dentatus* (Hemiptera: Pentatomidae) treated with dichlorovos. *Indian Journal of Applied Research*, 9(10), 61-66.
- Genç, Ş. (2017). *Aelia rostrata* 'nın (Fabricius, 1803) (Heteroptera: Pentatomidae) sindirim kanalının ultrastrüktürü. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-77.
- Glasgow, H. (1914). The gastric-caeca and the caecal-bacteria of the Heteroptera. *The Biological Bulletin*, 26(3), 101-170.
- Gordon, E. R. L., McFrederick, Q. and Weirauch, C. (2016). Phylogenetic evidence for ancient and persistent environmental symbiont reacquisition in Largidae (Hemiptera: Heteroptera). *Applied and Environmental Microbiology*, 82(24), 7123-7133.
- Gullan, P.J. and Cranston, P.S. (2012). *The insect: An outline of entomology* (3rd edition). Australia: Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd. Publication, 563-564.

- Gullan, P.J., and Cranston, P.S. (2005). *The Insects: An Outline of Entomology* (3rd edition). Oxford: Blackwell Publishing, 201.
- Habibi, J., Coudron, T. A., Backus, E. A., Brandt, S. L., Wagner, R. M., Wright, M. K., and Huesing, J. E. (2008). Morphology and histology of the alimentary canal of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Cimicomorpha: Miridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 101(1), 159-171.
- Hamner, A.L. (1936). The gross anatomy of the alimentary canal of the *Solubea pugnca* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae). *The Ohio Journal of Science*, 36(3), 157-160.
- Harris, C.S. (1938). The anatomy and histology of the alimentary system of the harlequin cabbage bug, *Murgantia histrionica* Hahn. (Hemiptera: Pentatomidae). *The Ohio Journal of Science*, 38(6), 316-331.
- Holtof, M., Lenaerts, C., Cullen, D. and Vanden Broeck, J. (2019). Extracellular nutrient digestion and absorption in the insect gut. *Cell and Tissue Research*, 377, 397-414.
- Hood, C.W. (1937). The anatomy of the digestive system of *Oncopeltus fasciatus* Dall. (Heteroptera: Lygaeidae). *The Ohio Journal of Science*, 37(3), 151-160.
- Jaral, M. S. (1990). Fine structure of Malpighian tubules *Grylloblatta campodeiformis* (Orthoptera: Grylloblattidae). *Transactions of the American Microscopical Society*, 109(4), 329-341.
- Jones, J.C. and Zeve, V.H. (1968). The fine structure of the gastric caeca of *Aedes aegypti* larvae. *Journal of Insect Physiology*, 14(11), 1567-1570.
- Kansu, Ğ.A. (2012). *Genel entomoloji* (Birinci Baskı). Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları, 494-495.
- 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.
- Kasap, H. and Crowson, R.A. (1977). A comparative study of the internal anatomy and abdominal structures of Curculionioidea. *Hacettepe Bulletin of Natural Sciences and Engineering*, 6, 35-86.
- Kovancı, B. (1982). Ankara ilinde yonca yaprakböceği (Phytodecta fornicata Brugg., Coleoptera: Chrysomelidae)'nın morfolojisi ve biyolojisi üzerinde araştırmalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1): 103-116.
- Kurup, N. G. (1964). A study of the digestive tract of four Indian gymnocerate Hemiptera. *Annals of the Entomological Society of America*, 57(2), 200-209.
- Lee, W., Chen, M. and Lin, T. (1998). Morphology and ultrastructure of the alimentary canal of oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) (I): The structure of the foregut and cardia. *Zoological Studies*, 37(2), 95-101.
- Lehane, M.J. (1997). Peritrophic matrix structure and function. *Annual Reviews Entomology*, 42, 525-550.

- Levy, S.M., Falleiros, Â.M.F., Moscardi, F., Gregório, E.A. and Toledo, L.A. (2004). Morphological study of the hindgut in larvae of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, 33(4), 427-431.
- Li, K., Zhang, J. H., Yang, Y. J., Han, W. and Yin, H. (2018). Morphology and fine organization of the midgut of *Gampsocleis gratiosa* (Orthoptera: Tettigoniidae). *PloS One*, 13(7), 1-13.
- Li, Z. Y. and Zheng, Z. M. (2004). Fine structure of the alimentary canals of *Mecopoda niponensi*. *Entomological Knowledge*, 41(3), 244-249.
- Liu, S. and Hua, B. (2009). Ultramorphology of the proventriculus in Panorpidae and Bittacidae (Mecoptera). *Micron*, 40(8), 899-905.
- Lopatin I., 1977. *Leaf-beetles (Chrysomelidae) of Middle Asia and Kazakhstan* (1st Edition). Leningrad: Nauka, 268-269.
- Lopez-Guerrero, Y. (2002). Anatomy and histology of the digestive system of *cephalodesmius armiger westwood* (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin*, 56(1), 97–106.
- Martini, S. V., Nascimento, S. B., and Morales, M. M. (2007). *Rhodnius prolixus* Malpighian tubules and control of diuresis by neurohormones. *Annals of the Brazilian Academy of Science*, 79(1), 87-95.
- Mathur, L.M.L. (1966). Morphology of the alimentary canal and ciated glands of the mature larva of *Achaea janata* L. (Lepidoptera: Noctuidae). *Indian Journal of Entomology*, 28, 318-331.
- Mello, M. L. S. and Dolder, H. (1977). Fine structure of the Malpighian tubes in the blood-sucking insect, *Triatoma infestans* Klug. *Protoplasma*, 93(2-3), 275-288.
- 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.
- Moamen, S. A. and El Bakary, N. A. (2020). Histological variants induced by gamma irradiation in the alimentary tract of *Callosbruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Arab Journal of Nuclear Sciences and Applications*, 53(2), 118-124.
- Mutlu, D. A., & Suludere, Z. (2020). The spherocrystals in the tubule epithelial cells and ultrastructure of the Malpighian tubules of adult *Isophya nervosa* (Orthoptera, Tettigoniidae). *Gazi University Journal of Science*, 33(3), 630-644.
- Nasır, M. H. and Azman, S. (2019). Gross anatomy and histology of alimentary system of stick insect, *Pylaemenes mitratus* (Phasmid: Basillidae). *Serangga*, 24(1), 151-158.

- Özyurt, K.N. and Candan, S. (2022). Ultrastructural characterization of salivary glands, alimentary canal and malpighian tubules of the red shield bug *carpocoris mediterraneus tamanini*, 1958 (Heteroptera, Pentatomidae). *Microscopy and Microanalysis*, 28(3), 1–13.
- Özyurt, K.N., Candan, S. and Güllü, M. (2022). Anatomical and histological descriptions of digestive canal and excretory system of *Mylabris cernyi* Pan & Bologna, 2014 (Coleoptera: Meloidae). *Oriental Insects*, 56(3), 362-378.
- Özyurt, K.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.
- Pacheco, C. A., Alevi, K. C. C., Ravazi, A. and Oliveira, M. T. V. A. (2014). Review: Malpighian tubules, an essential organ for insects. *Entomology, Ornithology and Herpetology*, 3(2), 1-3.
- Perić-Mataruga, V., Lazarević, J., Vlahović, M., Mrdaković, M., and Ilijin, L. (2006). Note: Histology of the midgut and peritrophic membrane in *Lymantria dispar* caterpillars fed on leaves of *Quercus cerris* or *Robinia pseudoacacia*. *Phytoparasitica*, 34(1), 49-53.
- Pires, E.M., Ferreira, P.S., Guedes, R.N. and Serrão, J.E. (2007). Morphology of the Phytophagous bug *Platyscytus decempunctatus* (Carvalho) (Heteroptera: Miridae). *Neotropical Entomology*, 36(4), 510-513.
- Polat, I. (2016). *Poecilimon cervus Karabag, 1950'un sindirim, boşaltım, dişi ve erkek üreme sisteminin ultrastrüktürel özellikleri*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-187.
- Polidori, C., Pastor, A., Jorge, A., and Pertusa, J. (2018). Ultrastructural alterations of midgut epithelium, but not greater wing fluctuating asymmetry, in paper wasps (*Polistes dominula*) from urban environments. *Microscopy and Microanalysis*, 24(2), 183-192.
- Postle, A.C. and Woodward, T.E. (1988). The digestive and male internal reproductive systems of some Australian anthocoridae (Hemiptera). *Australian Journal of Entomology*, 27, 117-129.
- Prado, M. A., Montuenga, L. M., Villaro, A. C., Etayo, J. C., Polak, J. M. and Sesma, M. P. (1992). A novel granular cell type of locust Malpighian tubules: ultrastructural and immunocytochemical study. *Cell and Tissue Research*, 268(1), 123-130.
- Rost-Roszkowska, M.M. (2008). Degeneration of the midgut epithelium in *Allacma fusca* L. (Insecta, Collembola, Symphypleona): apoptosis and necrosis. *Zoological Science*, 25 (7), 753-759.
- Rubio, J.D., Bustillo, A.E., Vallejo, L.F., Acuña, J.R., Benavides, P. (2008). Alimentary canal and reproductive tract of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Neotropical Entomology*, 37(2), 143-151.
- Sarwade, A.B. and Bhawane, G.P. (2013). Anatomical and histological structure of digestive tract of adult *Platynotus belli* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biological Forum – An International Journal*, 5, 47–55.

- Savage, A. A. (1956). The development of the Malpighian tubules of *Schistocerca gregaria* (Orthoptera). *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 97(4), 599-615.
- Silva, C.P. and Terra, W.R. (1995). An α -Glucosidase from perimicrovillar membranes of *dysdercus peruvianus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae) midgut cells purification and properties. *Insect Biochemical Molecular Biology*, 25(4), 487-494.
- Silva, C.P., 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.
- 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, 109–115.
- Srivastava, U. S. and Bahadur, I. (1961). The development of the Malpighian tubules in *Dysdercus koenigi* (Hemiptera: Pyrrhocoridae). *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 3(59), 347-360.
- Steinhaus, E. A., Batey, M. M., and Boerke, C. L. (1956). Bacterial symbiotes from the caeca of certain Heteroptera. *Hilgardia*, 24(17), 495-518.
- Sumberg, J. E., Murphy, R.P. and C.C. Lowe, 1983. Selection for fiber and protein concentration in a diverse alfalfa population. *Crop Science*, 23: 11-14.
- Tsai, J.H. and Perrier, J.L. (1993). Morphology of the digestive and reproductive systems of *Peregrinus maidis* (Homoptera: Delphacidae). *Florida Entomology*, 76(3), 428-436.
- Wall, B. J., Oschman, J. L. and Schmidt, B.A. (1975). Morphology and function of Malpighian tubules and associated structures in the cockroach, *Periplaneta americana*. *Journal of Morphology*, 146(2), 265-306.
- Wigglesworth, V.B. (1972). *The principles of insect physiology* (7th edition). New York: John Wiley and Sons Incorporated, 476-552.
- Woodring, J. and Lorenz, M. W. (2007). Feeding, nutrient flow, and functional gut morphology in the cricket *Gryllus bimaculatus*. *Journal of Morphology*, 268(9), 815-825.
- 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.
- Yang, L. I. U., Long, W. C., Liu, A. X., Xiao, X. M., Luo, C. B., Hong, L. I. A. O. and Yang, Y. J. (2019). On anatomical morphology and electron microscope scanning structure of alimentary canal of *Cyrtotrachelus buqueti* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Southwest China Normal University (Natural Science Edition)*, 44(7), 30-36.

- Yıldırım, E., Aslan, İ., ve Özbek, H. (1996, 17-19 Haziran). *Erzurum ve Erzincan illerinde önemli bir yonca (Medicago sativa L.) zararlısı, Gonioctena fornicata (Brüggemann) (Coleoptera, Chrysomelidae) 'nın tanımı, biyolojisi ve zararı*. Türkiye 3. Çayır – Mer'a ve Yembitkileri Kongresi, 816-822.
- Yücel., C. (2021). Lucerne Leaf Beetle (Gonioctena fornicata chevrolat, 1836). *Recent Biological Studies*, 124- 137.
- Zhang, F., Zhang, C., Dai, W., Zhang, Y. (2012). Morphology and histology of the digestive system of the vector leafhopper Psammotettix striatus (L.) (Hemiptera: Cicadellidae). *Micron*, 43, 725-738.



Gazili olmak ayrıcalıktır