



***LYGAEUS EQUESTRIS* (LINNEAUS, 1758) (HETEROPTERA:
LYGAEIDAE)'İN SİNDİRİM KANALININ ULTRASTRÜKTÜRÜ**

Eray DEMİRKOL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ**


**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2016
ANKARA**

Eray DEMİRKOL tarafından hazırlanan “*Lygaeus equestris* (Linneaus, 1758) (Heteroptera: Lygaeidae)’UN SİNDİRİM KANALININ ULTRASTRÜKTÜRÜ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Selami CANDAN
Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu Onaylıyorum



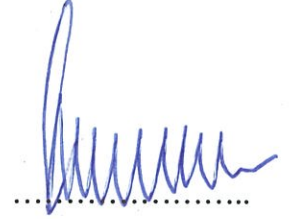
Başkan: Prof. Dr. Zekiye SULUDERE
Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu Onaylıyorum



Üye: Prof. Dr. Nesrin ÖZSOY
Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu Onaylıyorum



Tez Savunma Tarihi: 30/06/2016

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

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.

Eray DEMİRKOL
30/06/2016

LYGAEUS EQUESTRIS (LINNEAUS, 1758) (HETEROPTERA: LYGAEIDAE)'İN
SİNDİRİM KANALININ ULTRASTRÜKTÜRÜ

(Yüksek Lisans Tezi)

Eray DEMİRKOL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2016

ÖZET

Bu çalışmada *Lygaeus equestris*'in (Linnaeus, 1758) (Heteroptera, Lygaeidae) sindirim kanalının ultrastrüktürü ışık ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. *L.equestris*'in sindirim kanalı üç farklı bölgeye ayrılır: Ön bağırsak, orta bağırsak, arka bağırsak. Ön bağırsak ve arka bağırsak çok kısadır. Orta bağırsak daha uzundur ve üç bölgeye farklılaşmıştır: Anterior, medyan, posterior. Anterior bölge uzun-geniş kese benzeri bir yapıdadır. Medyan bölge daha dardır ve boru şeklini almıştır. Posterior bölge ise kısa genişlemiş bir bölgedir. Orta bağırsak ve arka bağırsağın birleştiği kısma iki çift malpighi tüpü bağlanır. *Lygaeus equestris*'in sindirim kanalı genel olarak diğer Heteroptera türlerinin sindirim kanallarıyla benzerlik göstermektedir. Ön bağırsakta epitel tabaka tek katlı ve kübik olarak dizilmiştir. SEM görüntüleri yapının boyuna kaslarla çevrelendiğini ve iç yüzeyinin ise kıvrımlı bir bazal laminaya yerleşmiş hücre gruplarından oluştuğunu göstermiştir. Orta bağırsak yüzeyi dışta boyuna, içte dairesel kaslarla çevrilidir. Orta bağırsak iç yüzeyi tek tabakalı silindirik hücrelerden oluşmuştur. Arka bağırsakta ise, oldukça ince bir epitel hücre tabakası bulunur. Bu hücrelerin yüzeyi mikrovillüssüzdür fakat çok fazla kıvrımlıdır. Malpighi tüpleri tek katlı kübik epitelden oluşurlar. Hücrelerin lümenine bakan kısmı mikrovilluslarla çevrilidir. Malpighi tüplerinin proksimal bölgesi düz boru şeklinde, fakat distal bölgesi boncuk dizisi şeklindedir. Tüplerin yüzeyi oldukça düzdür. Malpighi tüplerinin epitel hücrelerinin sitoplazması yuvarlak granüllerle doludur.

Bilim Kodu : 20313

Anahtar Kelimeler : *Lygaeus equestris*, orta bağırsak, Malpighi Tüpleri, ışık mikroskobu, taramalı elektron mikroskobu

Sayfa Adedi : 59

Danışman : Prof. Dr. Selami CANDAN

THE ULTRASTRUCTURE OF DIGESTIVE CANAL OF *LYGAEUS EQUESTRIS*
(LINNEAUS, 1758) (HETEROPTERA: LYGAEIDAE)

(M.Sc. Thesis)

Eray DEMİRKOL

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2016

ABSTRACT

In this study, ultrastructure of digestive canal of *Lygaeus equestris* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Lygaeidae) was examined with the use of light microscope and scanning electron microscope (SEM). Digestive canal of *L.equestris* consists of three distinct regions: foregut, midgut and hindgut. Foregut and hindgut are very short. Midgut is longer and is classified into three distinct portions: anterior, median and posterior. Anterior region is similar to a wide elongated sac. Median region is narrower and tubular in shape. Posterior region is a short dilated portion. There are two pairs of Malpighian tubules at the junction of midgut and hindgut. The alimentary canal of *L. equestris* is generally similar to the other Heteroptera species' digestive system. The epithelial cells of foregut are cubically arranged as a single layer. According to SEM images, foregut is surrounded by a layer of longitudinal muscle and inner surface is formed by cell groups which are located over a folded basal lamina. Midgut surface is surrounded by a layer of inner circular and outer longitudinal muscles. Inner surface of midgut is formed by a single layer of cylindrical cells. Hindgut has an extremely thin epithelial cell layer. The surface of cells in hindgut does not contain microvillus, but they are wrinkled. Malpighian tubules consist of single layer cubical epithelium cells. Apical surface of cells is covered with microvillus. In contrary to proximal parts of Malpighian tubules which are smooth, distal parts are arranged as clustered beads. The surface of Malpighian tubules is smooth. Epithelial cells of Malpighian tubules have rounded granules in their cytoplasm.

Science Code : 20313

Key Words : *Lygaeus equestris*, midgut, Malpighian Tubules, light microscope, scanning electron microscope

Page Number : 59

Supervisor : Prof. Dr. Selami CANDAN

TEŞEKKÜR

Çalışma konunun belirlenmesinde, mikroskop çalışmalarında ve tezimin her aőamasında değerli bilgilerini ve desteğini benden esirgemeyen sevgili danışman hocam Prof. Dr. Selami CANDAN'a teőekkürlerimi bir borç bilirim. Geçirmeli elektron mikroskobu (TEM) çalışmalarında bana yardımcı olan ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Zekiye SULUDERE'ye, laboratuvar çalıőmalarım sırasında bana yardımcı olan Uzm. Nurcan ÖZYURT, Uzm. Damla AMUTKAN ve Araő. Gör. Irmak POLAT'a teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
RESİMLERİN LİSTESİ	x
1. GİRİŞ	1
2. BÖCEK SİNDİRİM SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER	7
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Materyal Hakkında Genel Bilgi	15
3.2. Örneklerin Toplanması ve Laboratuarda Üretimi	16
3.3. Işık Mikroskobu İçin Örneklerin Hazırlanması	16
3.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İçin Örneklerin Hazırlanması	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	19
4.1. Tükürük Bezi	19
4.1.1. Yardımcı tükürük bezi	22
4.2. Yemek borusu	22
4.3. Proventrikulus ve Mide	24
4.3. Orta Bağırsak Kanalı	29
4.4. Bulb	32
4.5. İleum	36
4.6. Malpighi Tüpleri	37
4.7. Rektum	42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	45

	Sayfa
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Böceklerdeki sindirim sistemi şematik şekli.....	2
Şekil 1.2. Son bağırsakta bulunan kısımların şematik gösterimi	5

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. <i>Lygaeus equestris</i> 'in genel şekli.....	15
Resim 3.2. <i>Lygaeus equestris</i> ' te erkek ve dişi.....	15
Resim 4.1. <i>Lygaeus equestris</i> sindirim kanalının genel görünüşü.....	19
Resim 4.2. Tükürük bezinin genel yapısının Stereo Mikroskop görüntüsü	20
Resim 4.3. Tükürük bezinin genel SEM görüntüsü.....	21
Resim 4.4. Tükürük bezi ve yardımcı tükürük bezinin SEM görüntüsü	21
Resim 4.5. Yardımcı tükürük bezi kesitinin SEM görüntüsü	22
Resim 4.6. Özofagus ışık mikroskop görüntüsü.....	23
Resim 4.7. Özofagus enine kesitinin ışık mikroskop görüntüsü	23
Resim 4.8. Proventrikulus ve midenin genel Stereo Mikroskop görüntüsü	24
Resim 4.9. Proventrikulus ve mide ışık mikroskop görüntüsü	25
Resim 4.10. Proventrikulusun kıvrımlı yapısının ışık mikroskop görüntüsü	25
Resim 4.11. Proventrikulusun dış yüzeyini kaplayan silindirik epitel hücre tabakasının ışık mikroskop görüntüsü	26
Resim 4.12. Mide dış yüzeyini kaplayan silindirik epitel tabakasının ışık mikroskop görüntüsü	26
Resim 4.13. Proventrikulusun dış yüzey SEM görüntüsü	27
Resim 4.14. Proventrikulusun dış yüzeyindeki trake ve kasların SEM görüntüsü.....	27
Resim 4.15. Midenin dış yüzeyinin SEM görüntüsü	28
Resim 4.16. Midenin dış yüzeyinin bulunan kasların ve trakelerin SEM görüntüsü	28
Resim 4.17. Mide epitel hücrelerinin dış yüzey ve kas dokusu SEM görüntüsü	29
Resim 4.18. Orta bağırsak kanalının genel Stereo Mikroskop görüntüsü	30
Resim 4.19. Orta Bağırsak Kanalı ışık mikroskop görüntüsü	30
Resim 4.20. Orta Bağırsak Kanalı kıvrımlı yapısı SEM görüntüsü.....	31
Resim 4.21. Orta Bağırsak Kanalı dış kısmının SEM görüntüsü	31

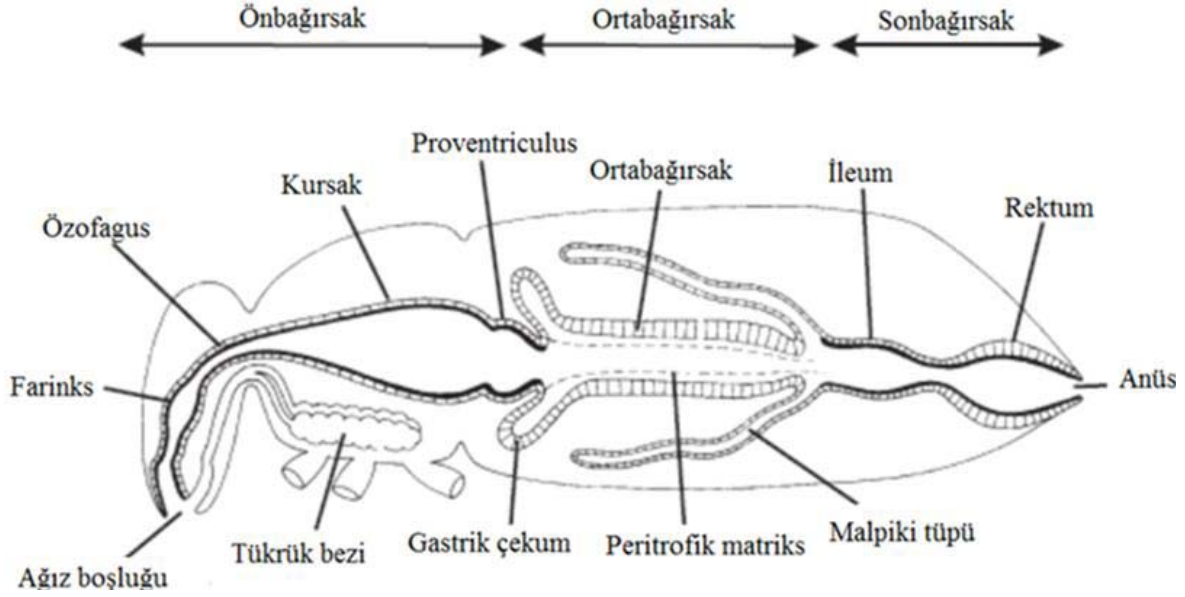
Resim	Sayfa
Resim 4.22. Orta Bağırsak Kanalı dış yüzeyinde bulunan kas tabakasının SEM görünümü.....	32
Resim 4.23. Bulb yapısının genel Stereo Mikroskop görüntüsü	33
Resim 4.24. Bulb enine kesiti	33
Resim 4.25. Bulb enine kesitinin dış yüzeyindeki kübik ve silindirik hücrelerin görünümü.....	34
Resim 4.26. Bulb dış yüzeyinin SEM görüntüsü.....	34
Resim 4.27. Orta bağırsak kanalının bulb yapısına bağlandığı kısmının SEM görüntüsü	35
Resim 4.28. Bulb dış yüzeyi ve trake SEM görünümü.....	35
Resim 4.29. İleum yapısının bulb ile bağlandığı SEM görüntüsü	36
Resim 4.30. İleum yapısının SEM görüntüsü	37
Resim 4.31. Malpighi Tüpleri Stereo Mikroskop görüntüsü	38
Resim 4.32. Malpighi Tüpleri ışık mikroskop görüntüsü.....	38
Resim 4.33. Malpighi Tüpleri enine kesitinin ışık mikroskop görüntüsü	39
Resim 4.34. Malpighi Tüpleri enine kesitinin ışık mikroskop görüntüsü	39
Resim 4.35. Malpighi Tüpleri ve trakelerin SEM görüntüsü	40
Resim 4.36. Malpighi Tüpçüğünün yüzey kısmının SEM görüntüsü.....	40
Resim 4.37. Malpighi Tüpçüğünün iç kısmının SEM görüntüsü	41
Resim 4.38. Malpighi Tüpçüğünün iç yüzeyi ve granüllerinin SEM görüntüsü	41
Resim 4.39. Rektumun Stereo Mikroskop görüntüsü.....	42
Resim 4.40. Rektumun enine kesitinin ışık mikroskop görüntüsü Mallory 3'lü Boyama 10X.....	43
Resim 4.41. Rektum yapısının genel SEM görüntüsü	43
Resim 4.42. Rektum dış yüzey yapısının SEM görüntüsü	44
Resim 4.43. Rektum dış yüzey kısmı ve kasların SEM görüntüsü.....	44

1. GİRİŞ

Canlılar aldıkları besin ve diğer maddeleri ayırmak için sindirim sistemini kullanırlar. Alınan besinlerin çoğu makromolekül ve diğer kompleks maddeler şeklinde alındığından, vücut hücreleri tarafından enerji, büyüme ve üreme gibi faaliyetler için kullanılmadan önce katabolik reaksiyonlarla amino asit, basit şeker vb. gibi daha küçük moleküllere parçalanması gerekir. Bu yıkılma/parçalanma işlemine sindirim denir (Chapman, 1998).

Canlılar yaşayabilmek için beslenmek zorunda olduklarından dolayı sindirim sistemiyle ilgili yapılan çalışmaların önemi büyüktür. Genellikle böceklerde sindirim sistemi ağızdan anüse kadar devam eden bir tüp şeklindedir. Fakat az katı maddelerle ve sıvı besinlerle beslenen bazı böceklerde, orta bağırsak ve arka bağırsak arasındaki bağlantı kapanmıştır. Benzer değişiklik Hymenoptera larvalarında da görülür. Bu böceklerde dışkı maddesi, larva-pupa deri değişimi sırasında atılır (Chapman, 1998).

Sindirim sistemi böceklerde esas olarak üç bölgeye ayrılmaktadır. Ektodermal kökenli olan ön bağırsak (stomodeum); farinks, özafagus, kursak, proventrikulus ve mide giriş kapağı olmak üzere kısımlara ayrılır. Endodermal kökenli olan orta bağırsak (mezenteron) genelde bölmelere ayrılmaz. Arka bağırsak (proktodeum) ise yine ektodermal kökenli olup; pilorus, pilorik kapak, ileum, kolon ve rektum gibi bölümlerden oluşur (Şekil 1.1.). Ön bağırsak hücreleri genellikle düzdür ve salgı veya absorpsiyon yapmadıklarından dolayı da farklılaşmamışlardır. Fakat kutikül tabakası farklı bölgelerde bulunmaktadır. Bu genellikle sadece endokutikül ve epikutikülden meydana gelmektedir. Bu düzenleme, türden türe ve ön bağırsağın farklı bölgelerinde değişiklik gösterir (Chapman, 1998).



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

Ön bağırsak; çoğunlukla farinks (yutak), özofagus, kursak (crop) ve proventrikulus olarak ayrılır. Farinks, besinin alınması ve geriye doğru geçişiyle ilgilenir. Özofagus, genellikle boru şeklinde bir yapıda olup farinks ve kursak arasında bir bağlantı sağlar. Bu daha çok hemimetabol böceklerde tanımlanmıştır. Özofagus birçok ergin hemimetabol böceklerde, uzun ince bir boru şeklindedir ve kasların zayıf gelişmesi ve boyuna kasların kaybolmasıyla özellik kazanmıştır. Kursak besinlerin depo edildiği organdır. Besinler kursakta sindirim kanalının diğer kısımlarında işlem görene kadar kalırlar. Ayrıca bazı böceklerde sindirim işlevini de yapar. Sindirim olayı tükürük enzimleri ve ön bağırsaktan çıkan enzimlerin karışmasıyla gerçekleşir. Çok zayıf halka ve boyuna kaslarla donatılmıştır. Bu kaslar birbirleriyle anastomoz (kaynaşma) yaparlar ve gevşek bir ağ meydana getirirler. Proventrikulusda halkasal ve boyuna kaslar çok iyi gelişmiştir. Proventrikulusun iç tarafında intmanın diken, diş ve çeşitli şekillerde birçok çıkıntısı, kasların etkisiyle birbirine sürtülür ve bu arada besin parçaları öğütülür. Besinin orta bağırsağa geçişi proventrikulus'un son kısmındaki kasların düzenlemesi ile olur. Besinin gerisin geriye gelmesini de ön bağırsağın son kısmındaki kapakçıklar önler (Chapman, 1998).

Orta bağırsak hücreleri aktif olarak besinlerin absorpsiyonu yanı sıra, enzim üretimi ve salgılama görevlerini de içerir. Esas hücreler olarak adlandırılan hücrelerin çoğunluğu; uzun, silindir şeklinde olup lümen tarafına doğru mikrovillusleri bulunur. Her mikrovillus, aktin filament demetleri tarafından desteklenir (Chapman, 1998). Mikrovillusların dış yüzeyi,

bazı böceklerde glikoprotein yapıda filamentlere sahip olan glikokalikslerle çevrilidir (Silva, 1995).

Birçok böcek, genellikle anterior uçta bulunan ve gastrik çekum olarak bilinen divertiküllere (kolondaki küçük geniş keseler) sahiptir. Gastrik çekum bazı Diptera larvalarında 2, Acrididae'lerde 6, Culicidae larvalarında ve Blattodea'lerde 8 ve Heteroptera ve bazı Coleoptera'da çok sayıda bulunur. Bazı böceklerde gastrik çekum bulunmazken bazılarında gastrik çekumlar sindirim ürünlerinin emildiği asıl yerdir ve bu bölgede sindirim enzimleri de oluşmaktadır. Kara çekirgelerinde kursakta meydana gelen sindirim sonucu oluşan sıvılar ve çözünmüş besin partikülleri gastrik çekumlarda hızlıca emilir (Chapman, 1998).

Böceklerin orta bağırsak epiteli, kaba besin parçalarının yaralayıcı etkilerinden korunmak için mukoz hücrelerine sahip değildir. Özellikle katı besinlerle beslenen böceklerde peritrofik membran (Besin zarı) denilen koruyucu bir yapı salgılanır. Sindirilen besinler ve sindirim enzimleri bu zardan geçerler. Bitki özsuğu ve kan emen böceklerde bu zar oluşmaz. Bazı Hemipterlerde bulunmamasına rağmen çoğu böcekte bu zar oluşur. Bu böcekler peritrofik zara analog olan mikrovillusu örten bir zara sahiptirler. Bu zar, genellikle plazma membranına karışmamış ve ekstrasellüler salgılara sahip birkaç ayrı tabakadan oluşmaktadır. Bazen bu zar, iki farklı tip tabaka içerir. Her biri, mikrofibril ve genelde kitin bir ağdan meydana gelmiştir. Mikrofibriller, glikoprotein ve protein içine yerleşmiş şekildedir (Chapman, 1998). Deri değişirme esnasında peritrofik zar yenilenmez, ancak her bir sindirim sonrasında orta bağırsakta yer alan hücrelerce tekrar oluşturulur. Peritrofik zar, besin partiküllerinin aşındırma etkisinden korumanın yanında, virüs, bakteri gibi mikroorganizmalara karşı bir bariyer rolü üstlenir. Sindirim enzimlerinin hızlıca boşalmasını önlemede yardımcıdır (Lehane, 1997; Çakıcı, 2008).

Arka bağırsak, ön bağırsak gibi ektodermal kökenli olduğundan kitinle astarlanmıştır. Kuvvetli yapıdaki halkasal ve boyuna kaslarla donatılmıştır. Boyuna kaslar iç tarafta, halkasal kaslar dış tarafta bulunur. Arka bağırsağın dışını saran kaslar; genellikle rektumun genişlemesi şeklinde görev yapar. Bunlar özellikle yusufçuk böceklerinin (Odonata) larvalarında çok iyi gelişmiştir. Önden arkaya doğru arka bağırsak pilorus, ileum, kolon ve rektum olmak üzere farklı kısımlara ayrılmıştır (Şekil 1.2.). Bu bölgede artık maddelerin uzaklaştırılması ile su ve tuz emilimi gerçekleştirilir. Orta bağırsakla arka bağırsağın

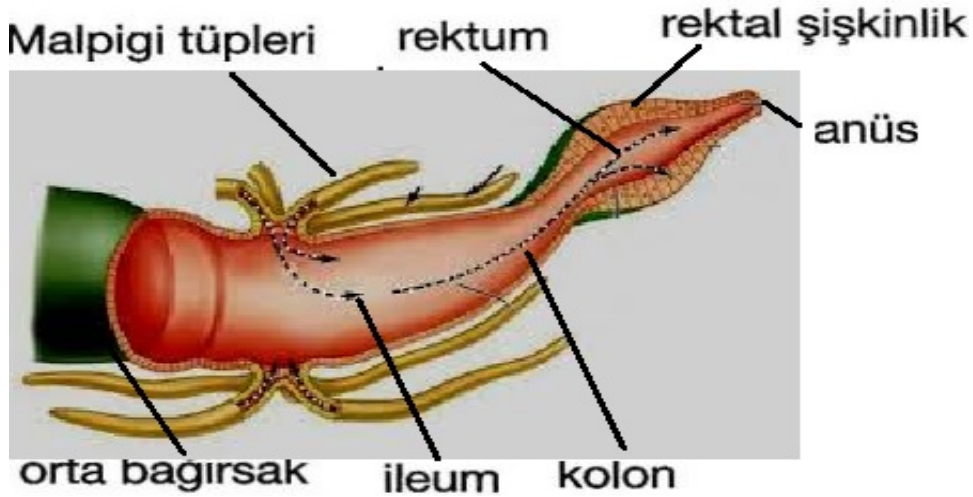
birleştigi yerde boşaltımdan sorumlu Malpighi tüpleri yer alır. Azotlu atıkları (özellikle amonyum iyonları) hemolenften uzaklaştırmakla görevlidir. Toksik amonyum (NH_4) Malpighi tüpleri içinde gerçekleşen bir seri kimyasal reaksiyonla hızlıca, önce üreye sonrada ürik asite dönüştürülür. Sonunda rektuma boşaltılır (Chapman, 1998).

Kan ile beslenen böceklerde besinlerin gideceği yer, besinin kimyasal özelliğine göre belirlenir. Kursağın boşaltılması, hemolenfin ozmotik basıncı tarafından düzenlenir. Hemolenf ozmotik basıncı yüksek olduğunda, besin orta bağırsağa çok yavaş geçer.(Chapman, 1998).

Besinlerin büyük bir kısmı, polisakkarit ve protein makromolekülleri olarak, mideye alınır. Genellikle sadece küçük moleküller, doku içine geçebilir, büyük moleküller ise absorpsiyon meydana gelmeden önce daha küçük parçacıklara halinde yıkılırlar. Besinlerin bu sindirilmeleri bağırsaktaki mikroorganizmalar tarafından da kolaylaştırılır (Chapman, 1998).

Sindirim, kural olarak orta bağırsakta olur; ancak, termitlerde arka bağırsaktadır. Böcek proteazları pH 7'nin üzerindeki ortamlarda etki gösterdiğinden, pepsin çeşidi enzimler (genellikle pH 2.4'de optimal etki gösterirler) azdır. Bağırsak içeriği genellikle nötrdür. Fakat bazı larvalarda pH 9-10'dur. Ön bağırsakta emilme çok azdır; en fazla hamamböceklerinde kursakta yağlar emilir. Orta bağırsak emilmenin esas merkezidir. Buna rağmen arka bağırsak da geçirgendir; suyun büyük bir kısmı buradan emilir. Dışkının şekli bazı türlerde (örneğin, odun güvelerinde ve odun yiyen diğer bazı böceklerde) karakteristiktir. Ona göre tür ya da grup düzeyinde tanınabilirler (Chapman, 1998).

Böceklerde boşaltım ve ozmoregülasyonun temel organları rektum ve/veya ileum ile birlikte aktivite gösteren Malpigi tüpleridir. Malpigi tüpleri bir ucu kapalı, etrafı tek bir hücre tabakasından oluşmuş, uzun ince tübüler yapıda olan sindirim kanalının uzantıdır. Malpigi tübülü sayısı değişkendir, Coccoid'lerde iki adet gibi oldukça az büyük çekirgelerde ise 200'den fazla olabilmektedir. Genellikle hemolenf etrafında serbest halde bulunurlar ve çözünen maddeleri filtre ederler. Malpigi tüpleri sadece yaprak bitlerinde bulunmaz. Geleneksel olarak, böcek Malpigi tüplerinin orta bağırsağa ait olduğu düşünülür ve ektodermal kökenlidir. Konumları, orta bağırsak ve kütikula ile çevrili olan arka bağırsağın bağlantı noktasını belirler (Gullan ve Cranstons, 2012).



Şekil 1.2. Son bağırsakta bulunan kısımların şematik gösterimi [<http://mebk12.meb.gov.tr> (14.05.2013)]

Malpigi tüpleri izozmotik bir süzüntü (birincil idrar) yapar fakat bu süzüntü iyon içeriği bakımından hemolenfe benzemez ve daha sonra arka bağırsak özellikle rektum, seçici bir şekilde su ve bazı çözülmüş maddeleri geri emer fakat diğer moleküller geri emilmez. Malpigi tüpleri ve rektal yapının detayları, filtrasyon ve emilim mekanizmaları hem taksonomik pozisyon hem de besin kompozisyonları bakımından taksonlar arasında farklılık gösterir. Çökeltiler ve birçok aminoasit hemolenften pasif olarak filtre edilirken (büyük ihtimalle tüp hücreleri arasındaki bağlantılardan), prolin aminoasidi (daha sonra rektal hücrelerce enerji kaynağı olarak kullanılır) ve metabolize edilemeyen ve toksik organik bileşikler tübül lümenine aktif olarak taşınırlar. Sükroz ve trehaloz gibi şekerler lümeden geri emilir ve hemolenfe geri gönderilir. Her bir Malpigi tübülünün aralıksız salgılama aktivitesi birincil idrarın lümeden bağırsağa akışını sağlar. Çöl çekirgesinde sıvı ve iyonik homeostazinin korunması için rektumda, çözünen maddeler ve su uzaklaştırılarak idrar içeriği değiştirilir. Rektal şişkinliklerdeki özelleşmiş hücreler hormonal uyarım ile Cl⁻ iyonunun aktif geri kazanımını sağlar. Bu pompalanan Cl⁻ elektriksel ve ozmotik değişim yaratır ve bu şekilde diğer iyonların, suyun, aminoasitlerin ve asetatın emilimi sağlanır (Gullan ve Cranstons, 2012).

Sindirim sisteminin yapısını aydınlatılabilmek için laboratuvar koşullarında rahatlıkla çalışılabilen böcekler pek çok araştırmada önemli yer tutmaktadır. *Lygaeus equestris* laboratuvar koşullarında rahatlıkla yetiştirilebilen bir türdür. Lygaeidae (Heteroptera) familyası, küçük ve orta boylu, uzunca oval vücutlu, koyu ve parlak renkli türleri kapsayan geniş bir familyadır. Bugün dünya üzerinde 3000'e yakın türü bilinmektedir (Lodos, 1982).

Türlerinin çoğu bitkilerle, özellikle de bitki tohumları ile beslenirler. Genellikle toprak yüzeyinde, taş ve döküntülerin altında ve alçak bitkiler üzerinde bulunurlar (Lodos ve Önder, 1986).

Bu familyada yer alan ve Palearktık bölge türü olarak bilinen *Lygaeus equestris* (L.), Türkiye’de hemen her yerde yaygın olarak bulunmaktadır (Lodos ve diğerleri, 1978; Lodos ve diğerleri, 1999; Öz Saraç ve Kıyak, 2001; Kıyak ve diğerleri, 2004).

Bu yaygın görülüşüne ve geniş bir konukçu listesine sahip olmasına rağmen ekonomik önemde zararlı bir tür olarak bilinmemektedir. Ancak, 1970’li yıllarda özellikle tıbbi bitkilerden *Artemisia maritima*, *A. absintium*, *Digitalis amandiana*, *D. chinensis*, *Pyrthrum cinerariaefolium*, *Lysimachia vulgaris*, *Echinops sphaerocephalus*, *Rheumcapsicum*, *Centaurea sibirica* türlerinde zarar meydana getirdiği kaydedilmiştir (Popov, 1973’e atfen Sweet II, 2000).

Macaristan’da 2001 yılında ayçiçeklerinde *L. equestris* ’in beslenmesi sonucu linoleik asit oranında % 2.5’lik bir artışa neden olarak zarar meydana getirdiği bildirilmektedir (Horvath ve Frank, 2002).

Yurdumuzda da Şanlıurfa’da antep fıstıklarında zararlı türler arasında *L. equestris* kaydedilmiştir (Yanık ve Yücel, 2001).

Avrupa’da Kuzey İtalya, Güney Avusturya, İsveç gibi ülkelerde *L. equestris* ’in *Vincetoxicum hirundinaria* üzerindeki ekolojisi ve populasyon değişimleri üzerine bazı çalışmalar bulunmaktadır (Sillen-Tullberg ve Solbreck, 1990; Solbreck ve Sillen-Tullberg, 1990; Anderson ve Solbreck, 1991; Solbreck, 1991).

Ancak bu türün biyolojisi konusunda yeterli bilgi mevcut değildir. Tekirdağ ’da da yaygın olarak görülen bu türün tohumlardaki beslenme şekli ve zararına ilişkin son yıllardaki kayıtlar dikkate alınarak, her an potansiyel bir zararlı olabileceği düşüncesiyle bu çalışma ele alınmış olup, türün bazı biyolojik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla, *L. equestris* ’in laboratuvarında kontrollü koşullarda yumurta bırakma davranışı ve ergin öncesi dönemlerin gelişmeleri incelenmiştir.

2. BÖCEK SİNDİRİM SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Böceklerin sindirim sistemleri birçok çalışmanın konusu olmuştur. Farklı böcek takımlarında sindirim kanalının yapısı bir bütün olarak veya her bir bölümü ayrı ayrı çalışmalara konu olmuştur. Bazen sindirim kanalının yapısıyla birlikte sindirime yardımcı olan sistemleri de dikkate alan çalışmalara rastlanmaktadır. Çeşitli böcek takımlarında sindirim kanalı ve sindirimle ilişkili sistemler hakkında yapılmış çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Roszkowska ve diğerleri (2008) *Allacma fusca* (Collembola, Symphypleona) 'nın sindirim kanalı epitel hücrelerindeki apoptozik ve nekrotatik değişikliklerini ultra yapısal derecede incelemiştir. Bu hücrelerdeki apoptozik gelişmelerin başlangıcını belirten yapısal işaret onların mitokondrilerinin değişmesi sonucu olduğu görülmüştür. Özleri lobüler bir şekli üstlenirler ve son olarak parçalanmaya uğrarlar. Bitişik epitalik hücreler ve apoptozik bir hücre arasındaki hücreler arası bağlantı git gide kaybolur. Apoptozik hücreler sindirim kanalındaki lümenlerin hemen altındaki besin zarına boşaltılır ki burda öncelikle teker teker dağıtılır ve sonunda tek bir katman halini alır. Fagositoza rastlanmamış bu yüzden de apoptozik cisim şekillenmemiştir. Sadece genç sindirim kanalı epitali apoptoz gösterir. Nekrozların apoptozlara eşlik ettiği ve son olarak nekrozların apoptozlar ile tamamen yer değiştirdiğini gözlemlenmiştir.

Serrao ve diğerleri (2013) *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) 'ta sürekli büyüme gösteren kanatlı böcekler ve tamamen metamorfoz geçiren değişmiş kanatlı böceklerin sindirim kanalındaki, hücre ölümü, hücre bölünmesiyle çoğalma, böceklerin bazı gelişmiş durumlardaki farklılıkları araştırıldı. Ayrıca yarım kanatlı böceklerde, diğer böceklerle göre daha hızlı evrimsel bir şekilde meydana gelen gelişim sonrası sindirim kanalındaki hücre yenilenmesi az miktarda görülmüştür. Var olan çalışma, bu böceklerin kurtçuktan yetişkinliğe sindirim kanalındaki gelişme süresince yenilenen hücrelerin farklılıklarını takip ederek çoğalmalarına ve hücre ölümlerine programlanmaları tezini test etmek için, yarım kanatlı böceklerin sindirim kanalının çoğalma sonrası gelişimini ölçmektedir. Yenilenme hücrelerinin çoğalmasının oldukça sık meydana gelmesine rağmen, hücre ölümleri nadiren sindirim kanalında görülmektedir.

Wood ve diğeri (1991) *Stomoxys calcitrans* (Insecta: Diptera) 'ın ortabağırsak opak bölge hücrelerindeki (Ahır Sineği) salgılama işleminin bir morfolojik analizi gösteriyor ki beslenmeden sonra ilk 5 dakika içinde hücre yarımından fazla saklı salgı granüllerini çıkartır. Analizlere göre; sindirim enzim salgılanması çoğunluğu ekrin araçları tarafından meydana getirilir. Kanla beslenmeyi takip eden salgılama etkinliğinin erken patlamasında apokrin salgı önemli bir rol oynayabilir. Hesaplanan membran iyileşme oranları (5 dakika içerisinde hücrelerin içinde 1.99 katı apikal yüzey alanı) gözle görülür derecede hızlıdır.

Nardi ve diğeri (2009) *Mezira granulata* (Heteroptera: Aradidae)'da sıvı beslenme için ağız parçalarının olduğu kadar orta bağırsak epitallerinin farklı olması açısından da özelleştirilmişlerdir. Aradidae'nin bağırsak epitali, ki bu hemiptera ailesinin alışılmadık bir üyesidir, bu ailenin türleri bitkisel veya hayvansal malzemeler üzerinden beslenmek yerine mantarlardan beslendiği düşünülür. Ortabağırsak lümeni peritrofik membranlardan ziyade birçok böcekte önbağırsak-ortabağırsak arayüzlerinde bulunan stomodeal vanalarının orta bağırsak hücreleri tarafından özelleştirilmiş perimikrovillar membranlar ile çizilir. Ayrıca bir stomodeal vana da bu Aradid böceklerin önbağırsak-ortabağırsak sınırında meydana gelir ve arayüzde yer alan bazı orta bağırsak epital hücreleri, stomodeal vana civarındaki orta bağırsak lümenini dolduran bir hücre dışı matrisin salgılanması için özelleştirilmiş olduğu görülmüştür.

Neves ve diğeri (2009) *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) 'u incelediklerinde zorunlu bir zoofitofag avcı olduğunu böylece popülasyonunu av besinleri ve bitkiler ile beslendiğinde laboratuvarında varlığını sürdürebildiğini gözlemlemişlerdir. Değişik periyotlarda değişik tedavilere maruz kalan yetişkin *B. Tabidus*'un orta bağırsak sindirim hücrelerinde ultrayapısal değişiklikleri ölçülmüştür. Ortabağırsakları; ön, arka ve orta bölümlere ayrılarak incelendi, ışık ve transmisyon elektron mikroskobu ile analiz edilmiştir. *B. tabidus*'un açken ya da okaliptus yaprakları ile beslendiğinde orta bağırsağının ön bölümünde hiç glikojen yoktur. Bitki ile beslenen bu böcek bu bölgede multiveziküler cisimler ve avından beslendikten 6 saat sonra sfero kristaller yapıları ortaya çıkmıştır. Ortabağırsağın mikrovillusları ön ve arka bağırsağınkinden daha uzundur. Ortabağırsağın ön, orta ve arka bölümlerindeki sindirim hücrelerinin ultrayapısal özelliklerinin; sindirim enzimi sentezinde, iyon ve besin emiliminde, depolama ve maddelerin atılımında rol oynadığı düşünülmektedir.

Rost-Roszkowska ve diğeri (2008) *Spodoptera exiqua* Hübner, 1808 (Insecta, Lepidoptera, Noctuidae) incelendiğinde genel olarak ortabağırsak epitaleri dört tür hücreden oluşur : sütunlu, kadeh, endokrin ve rejeneratif. Endokrin hücreleri kendi arasında açık ve kapalı olarak ikiye ayrılır. *Spodoptera exiqua* (Lepidoptera, Noctuidae)'nın apikal membranında orta bağırsak lümeni ile irtibatlı olan ve epitalik karakteri kolumnar hücrelerdeki gibi mikrovilluslar şekillenen beş larva instarından sadece endokrin hücreleri görülmektedir. 5. Larval instarındaki veziküller endokrin hücrelerinin sayısı artış göstermektedir. Transmisyon elektron mikroskopunda çalışılan *S. Exiqua* 'nın orta bağırsak epitalindeki endokrin hücrelerinin yapısı ve yenilenme hücreleri ultrastrüktürel olarak incelenmiştir.

Neves ve diğeri (2002), *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera: Apidae)'in metamorfoz öncesi, sonrası ve metamorfoz süresince orta bağırsağındaki endokrin hücrelerde meydana gelen olayları ve farklılıkları immunofloresan tekniği kullanılarak araştırmışlardır. Martins ve diğeri (2006) da yapmış oldukları çalışmada, aynı türün metamorfozu boyunca orta bağırsak epitelindeki değişimleri ve yenileyici hücrelerde meydana gelen farklılıkları ışık mikroskobu ve TEM ile açıklamaya çalışmışlardır. Neves ve diğeri (2003a), diğer çalışmalarında bu türün sindirim kanalında immunoreaktif hücrelerin dağılımları, morfolojileri ve dağılımını da immunofloresan tekniğiyle incelemişlerdir. Neves ve diğeri (2003b), diğer bir çalışmada aynı türün orta bağırsak endokrin hücrelerinin ultrastrüktürünü incelemişlerdir. Gözlemler sonucunda bu türde iki tip endokrin hücresi olduğunu ve her iki hücrenin de orta bağırsağın posteriorunda sayıca fazla olduğu bulunmuştur. Santos ve diğeri (2009), aynı türle, *M. q. anthidioides* ve *M. scutellaris*'in postembriyonik gelişimi sırasında yaptıkları çalışmada da beyaz, pembe, kahverengi ve siyah gözlü pupalar ve ergin bireylerde rektal padlerin yapısını ve gelişimini incelemişlerdir. Nekrotik ve apoptotik hücre ölümleri, pupal gelişim boyunca tüm rektumda hücre sayılarının artışı, farklılaşması ışık mikroskobu ve SEM ile gösterilmiştir.

Barber ve diğeri (1980) *Brochymena quadripustulata* (Hemiptera: Pentatomidae) 'nın sindirim kanalının anatomik çalışması ve ilişkili tükürük aparatı incelenmiştir. Bu kısımlarda özofagus, ventrikulus, pilor, rektum, ana tükürük bezleri ve kanalları görülmüştür. *Brochymena quadripustulata* ile pentatomidlerin çeşitli türleri ve diğer hemipteralar kıyaslanmıştır.

Bution ve diğerleri (2006), *Dolichoderus* (=Monacis) *bispinosus* (Olivier, 1792) (Hymenoptera: Formicidae)'nın midesini histolojik ve histokimyasal açıdan incelemişlerdir. Bu epital yüksek bazofilik üreme hücreleri ve sindirim hücreleri olmak üzere iki temel hücre türünden oluşur. İkincisi, mevcut çeşitli sitoplazmik veziküller asidik ve nötral polisakkaritler ve temel proteinler açısından zengindir. Bu hücreler, bir apokrin salgılama modelini arz etmektedir. Epitalin yüzeyinde lifli bir yapı kütleli gözlenmektedir.

Prado ve diğerleri (1992) *Schistocerca gregaria* (çöl çekirgesi) ve *Locusta migratoria* (Afrika çekirgesi)'nin incelendiği çalışmada malpighi tüplerinin kısımları ve bağışıklık sistemi ile ilgili tüm yapılar teknik açıdan araştırılmıştır. Bu hücreler, golgi bölgesine serpiştirilmiş olmakla birlikte endoplazmik reticulum yapısının çok tırtıklı olduğu görülmüştür. Hücre salgı mekanizmasının zenginliği ve taneciklerin pleomorfik apikal yoğunluğunun duruşu proteinsel malzemelerin salgılanmasında bir rol oynadığı görülmüştür.

Rubio ve diğerlerinin (2008) yaptığı çalışmada, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)'nin dişi ve erkeklerinin sindirim kanalları ve üreme sistemleri çevresel taramalı elektron mikroskopuyla (ESEM) incelenmiştir. *H. hampei*'nin sindirim kanalının çok sayıda diken benzeri çıkıntıları olan bir kursağa sahip olduğunu ve proventrikulusun sekiz tane diş benzeri yapıya sahip küre şeklinde bir organ olduğunu görmüşlerdir. İki eşit bölgeye ayrılan orta bağırsağın posterior bölgesinde iki tane gastrik çekum bulmuşlardır. Arka bağırsağın ise altı adet Malpighi tüpü içeren pilorik kapakla başlayıp rektumla sonlandığını fotoğraflarla göstermişlerdir.

Xie ve diğerleri (2011), *Ceroplastes japonicus* (Hemiptera: Coccidae)'un dişilerinin sindirim kanalının ultrastrüktürünü ve morfolojisini ışık mikroskobu, SEM ve TEM kullanarak açıklamışlardır. Sonuçlar, ön bağırsağın, farinks ve özofagusu ayrıldığını göstermiştir. Bir çift tükürük bezi ön bağırsağın ortasında yer almaktadır. Orta bağırsak dar ve ön bağırsaktan daha uzundur ve kalın bir epitel tabakasıyla çevrilmiştir. Arka bağırsak; dar bir ileum ve geniş bir rektum olmak üzere iki bölgeye ayrılmıştır. Dış yüzeyinde kalın bir kas tabakası vardır. Malpighi tüpleri, üzerinde porlar bulunan kahverengimsi-sarımsı renkte tüplerden oluşmaktadır. Tüplerin içlerinde çok sayıda kristal ve hücrelerin apikal yüzeyinde uzun mikrovilluslar bulunmuştur.

Habibi ve diğeri (2008) tarafından *Lygus hesperus* (Heteroptera: Cimicomorpha: Miridae)'un sindirim kanalının hücresel yapıları ve morfolojisi ışık mikroskopuyla incelenmiş ve diğeri Hemiptera türleri ile karşılaştırıldığında düz bir tüpten meydana geldiği görülmüştür. Bununla birlikte, bağırsaktaki epitel hücrelerinin oldukça karmaşık olduğu bulunmuştur. Orta bağırsakta, yenileyici hücreler, endokrin hücreler ve silindirik hücreler fazladır. Bu hücre tipleri, bağırsak lümenindeki hücre yüzeyinin geometrisi, boyut, şekil ve fırça benzeri mikrovillusların yoğunluğuna bağlı olarak birbirlerinden farklılık göstermektedirler.

Azavedo ve diğeri (2009) *Cimex hemipterus* (Hemiptera : Cimicidae) 'ta ortabağırsak hücrelerinin ultrastrüktürünü inceledi. Yetişkinlerin orta bağırsak yapıları farklı günlerde analiz edilmiş ve farklı sindirim fonksiyonları görülmüştür. Orta bağırsağın üst kısımlarında , iyon yönetimi , lipidler ve şekerlerin depolanması, birçok kristal, lipid ve glikojen yapılarını ihtiva etme görevleri vardır. Posterior ortabağırsakta iyon ve su emilimi gibi görevler görülmektedir. Ayrıca salgı kesecikleri , lizozomlar , endoplazmik retikulum ve kristal yapıları ile ilgili kısımlar içermektedir. Posterior ortabağırsakta besin emiliminin büyük bir kısmının burada olduğuna dair güçlü kanıtlar vardır.

Gartner (1985), *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae)'nın orta bağırsağını elektron mikroskobu kullanarak morfometrik analizlerini yapmıştır. Sonuçlar; benzer fonksiyonlara sahip; bazal hücrelerden farklı parankimal hücreler olduğunu göstermiştir. Parankimal hücreleri çevreleyen çizgili kaslar, bu hücreler arasına yerleşmiş kısa bazal hücrelerle birlikte yer almaktadır. *Drosophila*'daki orta bağırsak hücreleri çalışılan diğeri böceklerdekinden daha küçük bulunmuştur. Granüllü endoplazmik retikulumun daha az olduğu ve diğeri böceklerden daha az protein sentezi gerçekleştirildiği de ayrıca rapor edilmiştir. Morfolojik ve morfometrik bulgular; erkek bireyin orta bağırsağının anteriorunda bulunan tüm parankimal hücrelerin işlev olarak aynı olduğunu, orta bağırsakta goblet hücreleri veya granüler hücrelerin olmadığını, yenileyici hücrelerin bulunduğunu göstermiştir.

Levy ve diğeri (2004) *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın ortabağırsak epitel hücrelerinin morfolojisi larvaları ışık ve transmisyon elektron mikroskobu ile incelenmiştir. Ortabağırsağın proksimal, medyal ve distal bölgeleri sindirim sisteminin en büyük bölümüdür. Sütun, kadeh, rejeneratif ve endokrin hücreleri

yalancı kolumnar epitel dokusu tarafından oluşturulur. Goblet hücreleri, mitokondri ile dolu sitoplazmik çıkıntılar tarafından sınırlandırılmış büyük bir kadeh şeklinde merkezi bir boşluğu vardır. Rejeneratif hücreleri yoğun sitoplazma ve birkaç organel içerir. Endokrin hücreleri genellikle sitoplazmanın bazal bölgesinde konsantre salgı granülleri halinde bulunur.

Rost (2006), diğer bir çalışmasında *Podura aquatica* (Hexapoda: Collembola: Arthropleona)'nın rejenerasyon süresince orta bağırsak epitelinin ultrastrüktürel değişimini ışık ve TEM ile incelemiştir. *P. aquatica*'nın orta bağırsak epitelinin, epitel ve yenileyici hücrelerden şekil aldığı görülmüştür. Epitel hücrelerinin bazal, apikal ve perinükleer bölgesinin ultrastrüktürünü tanımlamıştır. Malpighi tüpü bulundurmeyen böceklerdeki gibi urospherite benzeri yapılar, epitel hücrelerinin sitoplazmasında bulunmuştur. Tüm orta bağırsak epitelinin bozulmasından sonra, yenileyici hücreler tarafından yeni epitel şekillenmeye başlamıştır. Yenilenme süreci boyunca bozulmuş epitel, yeni oluşturulan tabaka aracılığıyla bazal laminadan ayrılmıştır. Sonuçta, ayrılan epitel tabakasının orta bağırsak lümeninde taşındığı görülmüştür. Yenileyici hücreler, epitelin yenilenmesi süresince primordiyal hücreler olarak rol oynamışlardır.

Roszkowska ve diğerleri (2008), yaptığı bir çalışmasında (*A. fusca*) orta bağırsak epitel hücrelerindeki apoptotik ve nekrotik değişiklikleri ultrastrüktürel düzeyde tanımlamıştır. Yazar mitokondrilerin küçüldüğü hücrelerde apoptotik süreçlerin başladığını, çekirdeklerin loblu bir şekil aldığı ve sonunda parçalandığını belirtmiştir. Ayrıca apoptotik hücreler ve yakınındaki epitel hücreleri arasındaki hücre içi bağlantıların kaybolduğunu, nekrozun apoptoz ile beraber meydana geldiği ve en sonunda da apoptozun yerini aldığı bulmuştur.

Alves ve diğerleri (2009) *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)' incelendiğinde bağırsağındaki değişiklikler, besin emilimi ve transformasyon gibi fizyolojik olaylar böcek zararlılarını kontrol etmek için imkan sağlamıştır. Brezilya'da bir pamuk zararlısı olan bu türün larvasının orta bağırsak kısmı histokimyasal, morfolojik ve ultrastrüktürel olarak incelenmiştir. Bununla birlikte mitokondriyal polimorfizm gösteren mikrovilluslar ve bu türün sütun hücreleri tarafından yüksek bir emme ve salgı aktivitesi ile ilişkili fizyolojik değişiklik göstermektedir. Mikrobik ajan olarak *Bacillus thuringiensis* kullanılmıştır. *A. argillacea* 'da *B. thuringiensis* kullanılarak toksinlerin aksiyonuna ilişkin daha hızlı bir yanıt elde edebilir ve yüksek duyarlılıkla açıklanabilir

Guedes ve diğçerleri (2003), *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) orta bağırsak morfolojisini incelemişlerdir. *B.tabidus*'un orta bağırsağı anatomik olarak üç bölgeye ayrılmıştır. Küçük geniş bir ön bölge (V_1), uzun bir orta bölge (V_2), küçük ve genişlemiş son bölge (V_3). Ön bölgesindeki sindirim hücreleri silindirik epitel ile genişlemiş tepesinde boyanmamış granüller içerir. Fırça kenar belirgin değıildir. Orta bölgesinde sindirim hücreleri çok fazla sitoplazmik granüller ile doludur. Fırça kenar yapısı kısadır ve orta bağırsak lümenine doğıru serbesttir. Son bölgesinde ise kübik epitel ile çok sayıda boyanmamış granül ve yenileyici hücre görölür. Burada fırça kenar yapısı belirgindir. Tüm sonuçlar, orta bağırsakta sindirim enzimlerinin rol oynadığını ve besin emiliminin gerçekteğini göstermiştir.

Amutkan (2012), *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae)'un sindirim kanalının ultrastrüktürü çalışmasında ışık mikroskobu ve SEM kullanmıştır. *Graphosoma lineatum*'un sindirim kanalının ön bağırsak orta bağırsak ve arka bağırsak olarak üç bölgeye ayrıldığı belirtilmiştir. Ön bağırsak ve arka bağırsak kısadır. Orta bağırsak daha uzundur. Ön bağırsak her iki tarafa da dorsa-lateral uzanan iki çift tükürük bezi içerir. Proventrikulus ve orta bağırsağın ön kısmı olan midenin iç yüzeyinin girintili çıkıntılı olduğu görölmüştür. Orta bağırsak üç bölgeye farklılaşmıştır: anterior, medyan, posterior. Anterior bölge uzun-geniş kese benzeri bir yapıdadır. Medyan bölge daha dar ve boru şekli almıştır. Posterior bölge kısa genişlemiş bir yapıdadır. Arka bağırsağın ileum ve rektumdan oluştuğu açıklanmıştır. Arka bağırsağın ileum bölgesi etrafında boyuna uzanan dört kanaldan oluşan gastrik çekum bulunmaktadır. İleumla rektumun birleştiği kısma iki çift Malpighi tüpçüğü bağlanır.

Bugüne kadar Heteroptera takımına ait pek çok türün sindirim sisteminin yapısı incelenmiş ve sindirim sistemine ait yapılar ortaya konmuştur. Daha önceden sindirim sistemi çalışılmamış ve ekonomik açıdan tarım zararlısı olan *Lygaeus equestris*'in sindirim sisteminin yapısının ayrıntılı olarak bilinmesi zirai mücadele şekli ve yöntemlerinin geliştirilmesine ışık tutabileceği gibi aynı zamanda filogenetik çalışmalar için de fayda sağlayacaktır. Bu tez çalışmasıyla sindirim sisteminin yapısı bilinmeyen *L. equestris*'un sindirim sistemi ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobuyla detaylı bir şekilde incelenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal Hakkında Genel Bilgi



Resim 3.1. *Lygaeus equestris* 'in genel şekli [<http://img.fotocommunity.com> (05/28/2013)]



Resim 3.2. *Lygaeus equestris* ' te erkek ve dişi [<https://peterlengyel.wordpress.com> (26.12.2011)]

Lygaeus equestris Heteroptera alttakımı, Hemiptera takımı, Lygaeoidea üstfamilyası ve Lygaeidae familyasına ait bir türdür. Bu böceklerin uzunlukları yaklaşık 11-12 milimetre arası olmaktadır. Karakteristik olarak siyah ve kırmızı desenleri , gelişmiş kanat yapıları ve güçlü bacakları vardır. Ön kanatlardaki çapraz bantlar zar üstündeki beyaz noktaya ve kenar kısma ulaşır. Scutellumun yapısı kılsız fakat küçük tüyler içermektedir. Siyah bantlar göz kısmına yaklaştıkça genişlemektedir. Bu türü uzun kıllı skutellum yapısı, anten şekli ve baş kısmındaki geniş kırmızı bölgelerine benzerliğiyle *Lygaeus simulans* türünden ayırt etmek zordur. Üzerindeki kırmızı-siyah desenlerin böceği korumak için caydırıcı etkisi vardır. Beslendiği bitkilerden toksik madde depolayarak potansiyel saldırganlar için tatsız ve caydırıcı bir etkis yaratmaktadır. Bu böcekler bitki suyu özelliklede sütlü yapıda olanlarla ve bazende karahindiba ile beslenmektedirler.

3.2. Örneklerin Toplanması ve Laboratuarda Üretimi

Bu çalışmada, *Lygaeus equestris* (Heteroptera: Lygaeidae)'in erginleri kullanılmıştır. Bu türün erginleri; Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında Ankara civarındaki çeşitli tarım alanları ve yabancı bitkilerin bulunduğu alanlardan toplanarak laboratuvar ortamına getirilmiştir. *Lygaeus equestris* erkek ve dişileri 1-1,5 litrelik pet kaplar içerisinde her gün taze bitkiler konarak laboratuvarda 24 ± 2 °C'de beslenmiştir.

3.3. Işık Mikroskobu İçin Örneklerin Hazırlanması

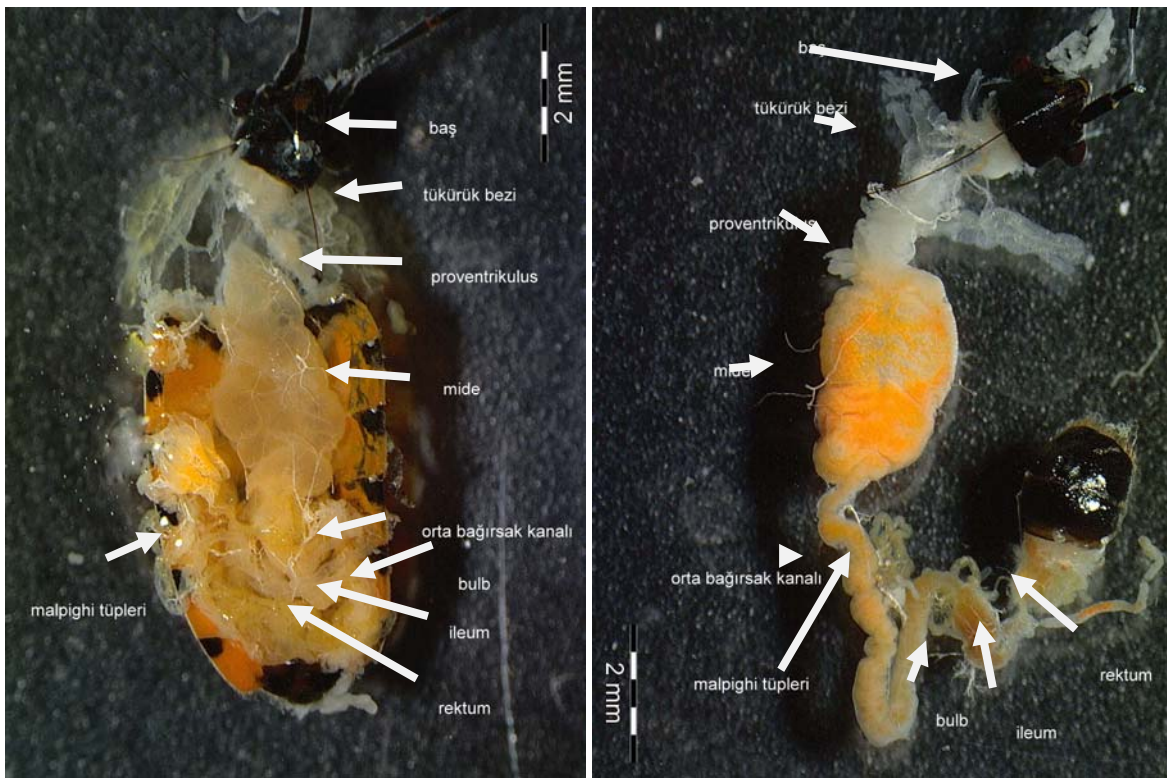
Laboratuvar şartlarında beslenen ergin *Lygaeus equestris* örneklerinin sindirim kanalları fizyolojik çözelti içerisinde ve stereomikroskop altında disekte edilmiş, sistemin genel yapısı fotoğraflandıktan sonra Bouin tespit sıvısında en az 24 saat bekletilmişlerdir. Tespit edilen örnekler, %70 etil alkol ile yaklaşık 10 gün süreyle yıkanmış ve yükselen etil alkol serileriyle dehidrasyon işleminin ardından da parafinde bloklanmışlardır. Bloklardan alınan yaklaşık 6-8 µm kalınlığındaki kesitler, Hematoksilen-Eozin ve Mallory 3'lü boyaması yapıp entellan ile kapatılarak daimi preparat haline getirilmiştir. Sindirim kanalının çeşitli kısımlarına ait kesitler Olympus BX51 marka ışık mikroskobunda incelenerek Olympus E330 marka fotoğraf makinesiyle görüntü alınarak dijital ortama aktarılmıştır.

3.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İçin rneklerin 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 edilen örnekler 15 dakikalık iki değişme yapılarak fosfat tamponuyla (pH: 7,2) yıkanmıştır. Ardından 15'er dakikalık %70, %80, %96, %100 ve %100'lk alkol serilerinden geçirilmiştir. 2 kez 15 dakika amil asetatta tutulan örnekler kritik noktada kurutma yapıldıktan sonra bütün haliyle veya çeşitli bölgelerinden kırılarak çift taraflı yapışkan bantlarla staplara yapıştırılmışlardır. Polaron SC 502 kaplama cihazında altınla kaplanan sindirim kanalları JEOL JSM6060 marka taramalı elektron mikroskobunda (SEM) 5-10 KV'de incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

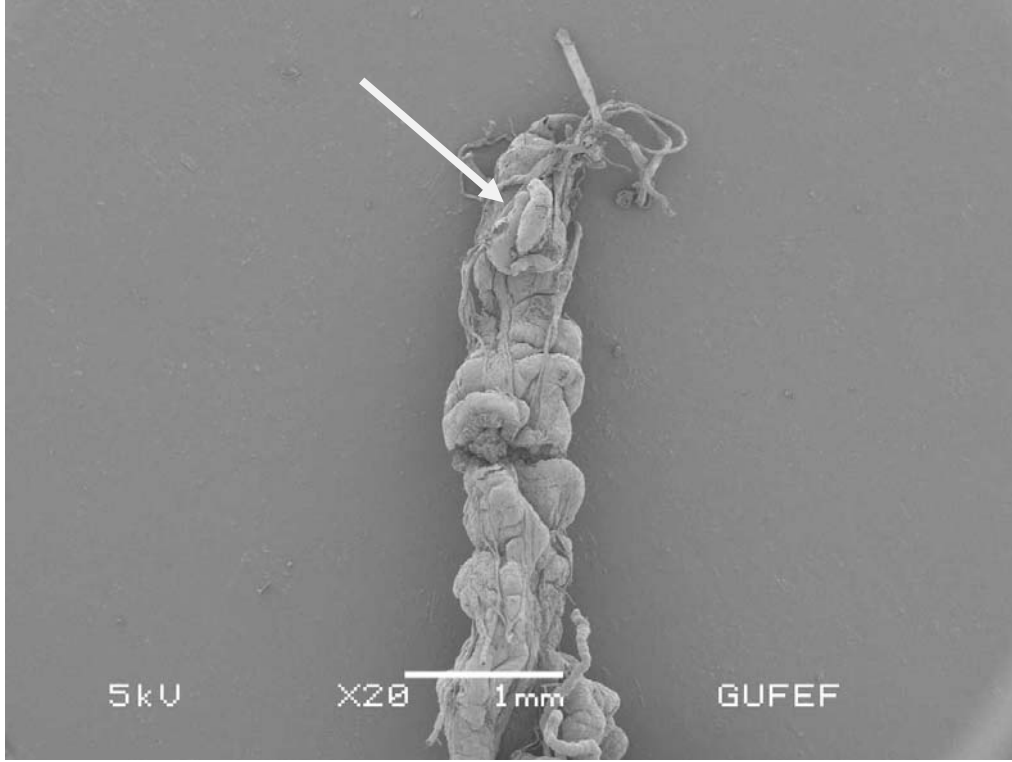
Lygaeus equestris'in sindirim sistemi ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç bölgeye ayrılır. Ön bağırsakta tükürük bezi, yardımcı tükürük bezi, farinks ve özofagus, proventrikulus ve ventrikulus (mide)'dan oluşmaktadır. Ön bağırsağın farinks ve özofagus kısımları baş kısmından bir bütün halde ayrılamadığı için görüntülenememiştir.. Orta bağırsak orta bağırsak kanalı ve bulb olarak ayrılmaktadır. Arka bağırsak ise malpighi tüpleri, ileum ve rektumdan oluşur.(Resim 4.1)



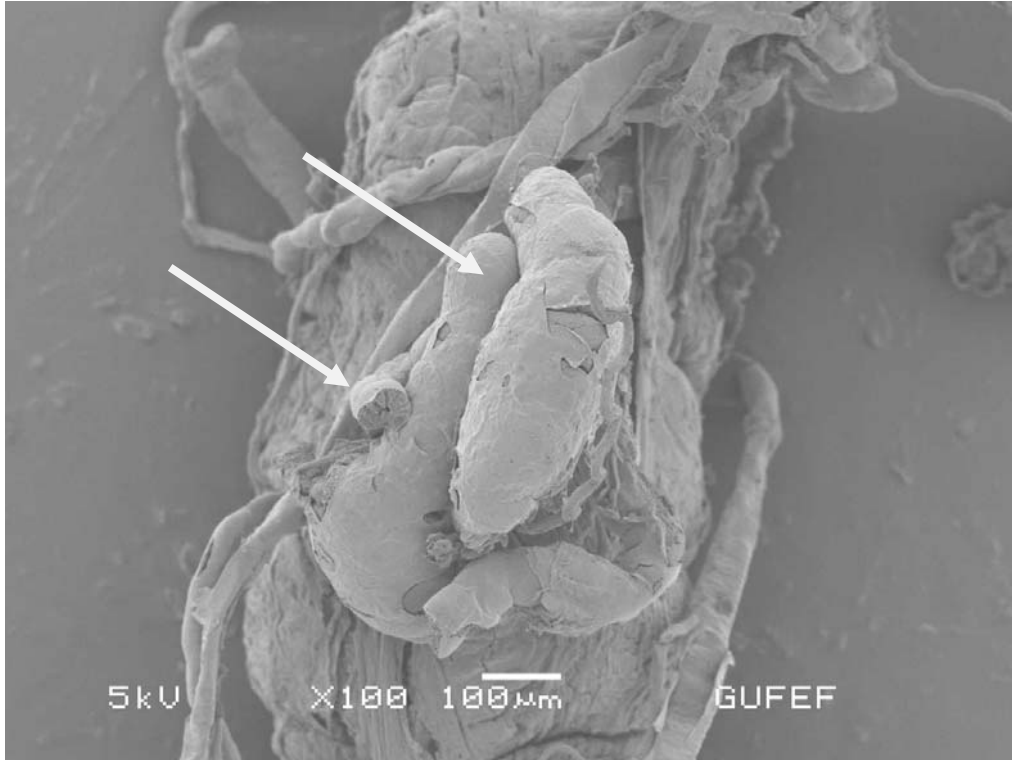
Resim 4.1. *Lygaeus equestris* sindirim kanalının genel görünüşü

4.1. Tükürük Bezi

Lygaeus equestris, ön bağırsağın orta kısmında dorsa-lateral uzanan iki çift tükürük bezi içerir (Resim 4.2). Her iki tükürük bezi ayrıca bir kanal içerir. Bu kanal, abdomen içerisinde katlanma serileri geçirir ve son olarak ana tükürük bezinin iki lobunun birleştiği yere bağlanır. Bu noktadan tükürük kanalı yukarı doğru döner ve başın içerisine girer ve sonra ağız boşluğunun içerisine boşalır (Resim 4.3, 4.4). Tükürük bezi her iki bölgede de dışta ince tek tabakalı bir epitel ile çevrili olup çok sayıda kübik hücreden meydana gelir. Hücrelerin çekirdekleri hücrenin tabanına yakın olarak bulunur Tükürük bezi kanalı ise



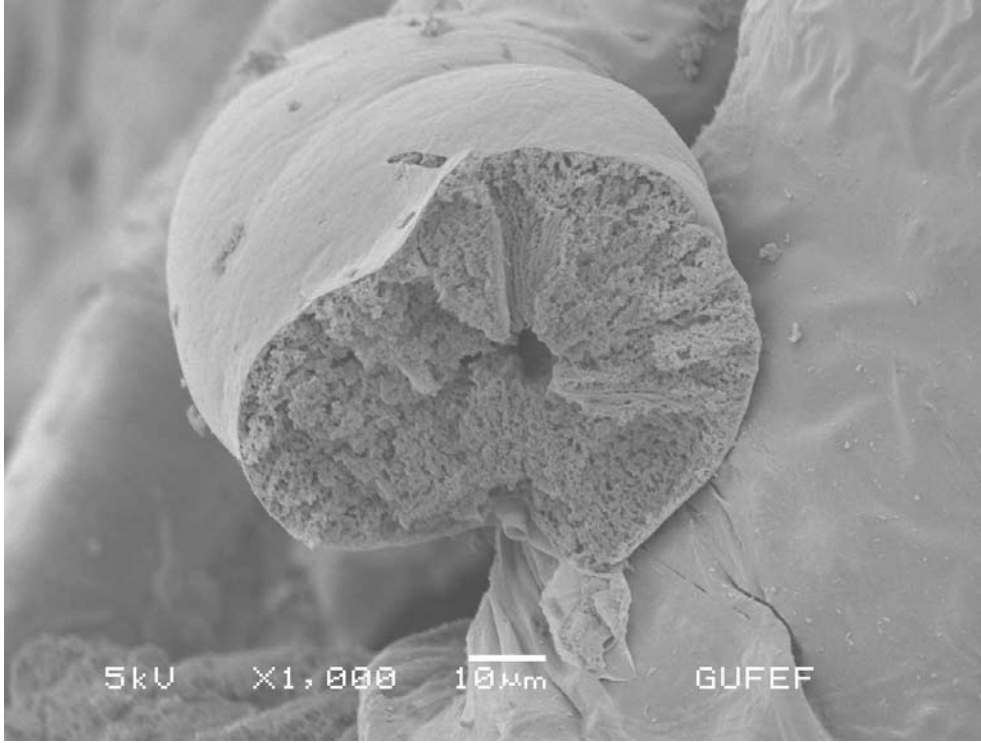
Resim 4.3. Tükürük bezinin genel SEM görüntüsü



Resim 4.4. Tükürük bezi ve yardımcı tükürük bezinin SEM görüntüsü

4.1.1. Yardımcı tükürük bezi

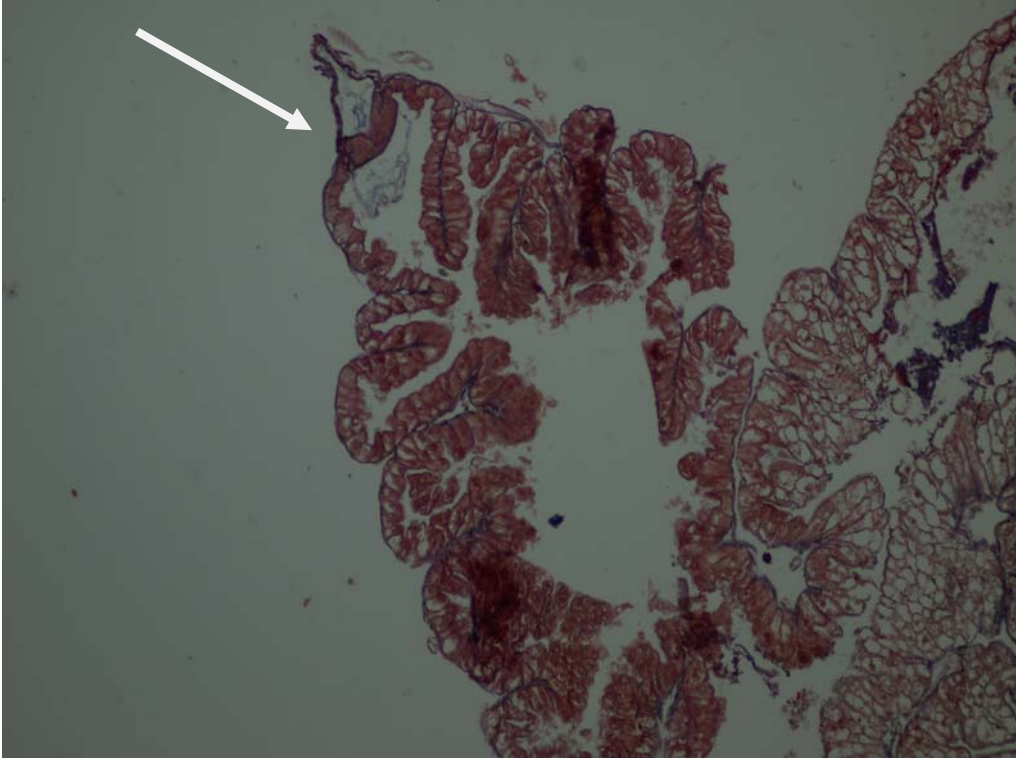
Lygaeus equestris ' te ön bağırsağa bağlanmış iki tükürük bezinin her birine bağlı birer yardımcı tükürük bezi vardır (Resim 4.2- 4.5). Yardımcı tükürük bezi tek tabakalı kübik epitelten oluşur. Epitel hücrelerinin içerisinde çok sayıda salgı granülleri bulunmaktadır. Salgı lümenine bırakılmaktadır.



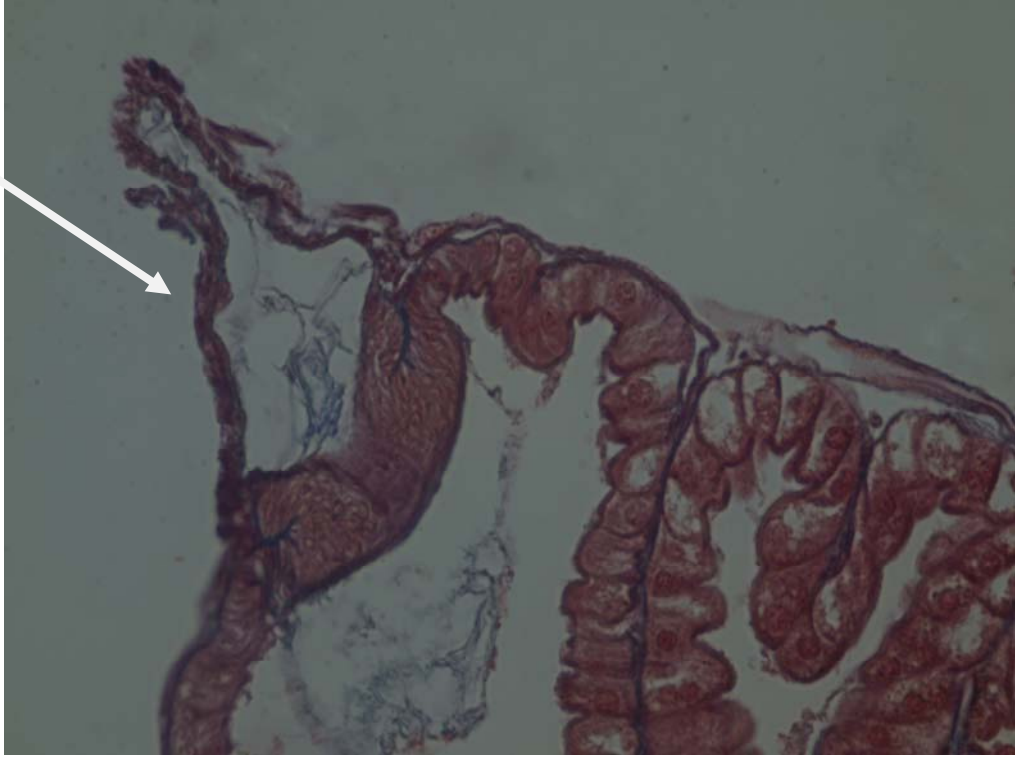
Resim 4.5. Yardımcı tükürük bezi kesitinin SEM görüntüsü

4.2. Yemek borusu (özofagus)

Özofagus ve kursak yapıları ön bağırsağı oluşturmaktadır (Resim 4.6). Genel olarak özofagus küçük ince bir tüptür ve tek tabakalı kas tabakasıyla çevrilidir (Resim 4.7). Anterior kısmın epitel kalınlığı her tarafta farklıdır ve dorsal kısımda daha kalındır. Posterior kısmının epiteli ise hemen hemen aynı büyüklüktedir, lümeni dar ve küçüktür. Kursak kese halinde dar bir tüp ile özofagusa açılır. Dıştan gelişmiş dairesel kas tabakalarıyla çevrilidir, epitel ve kutikula tabakası yıldız şeklinde katlanmıştır.



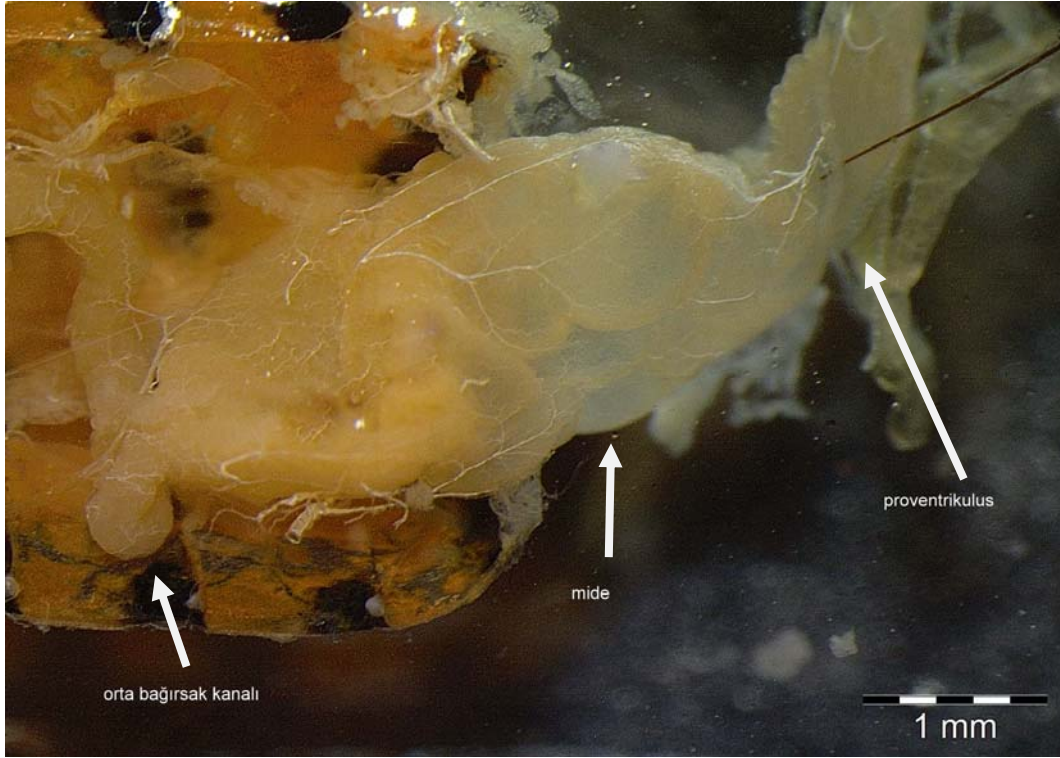
Resim 4.6. Özofagus ışık mikroskop görüntüsü, 10X



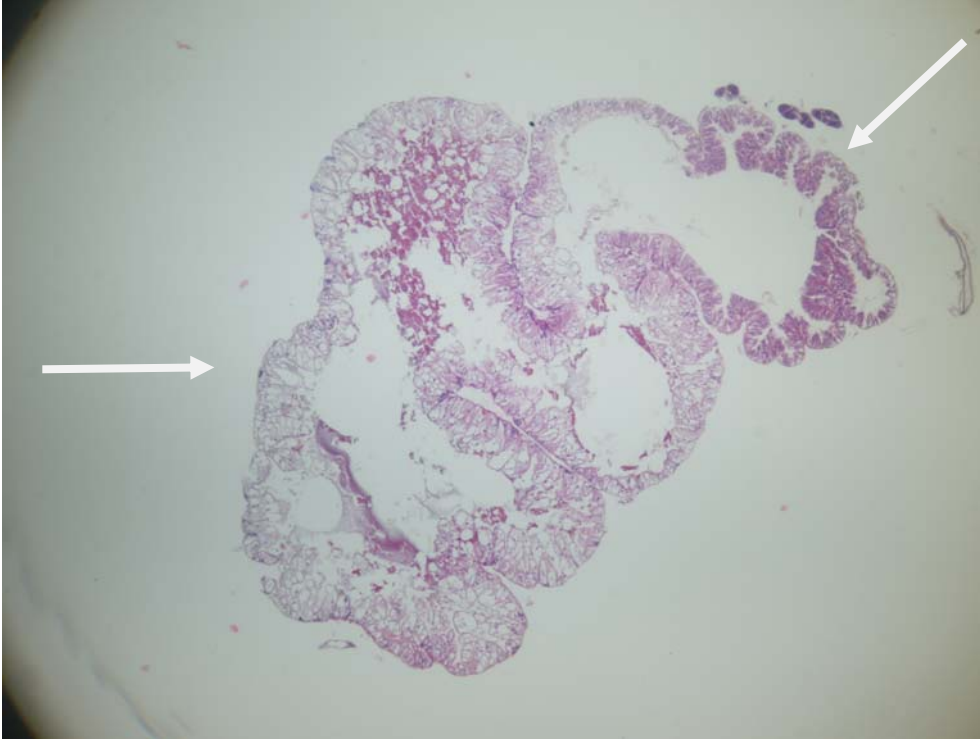
Resim 4.7. Özofagus enine kesitinin ışık mikroskop görüntüsü, 20X

4.3. Proventrikulus ve Mide

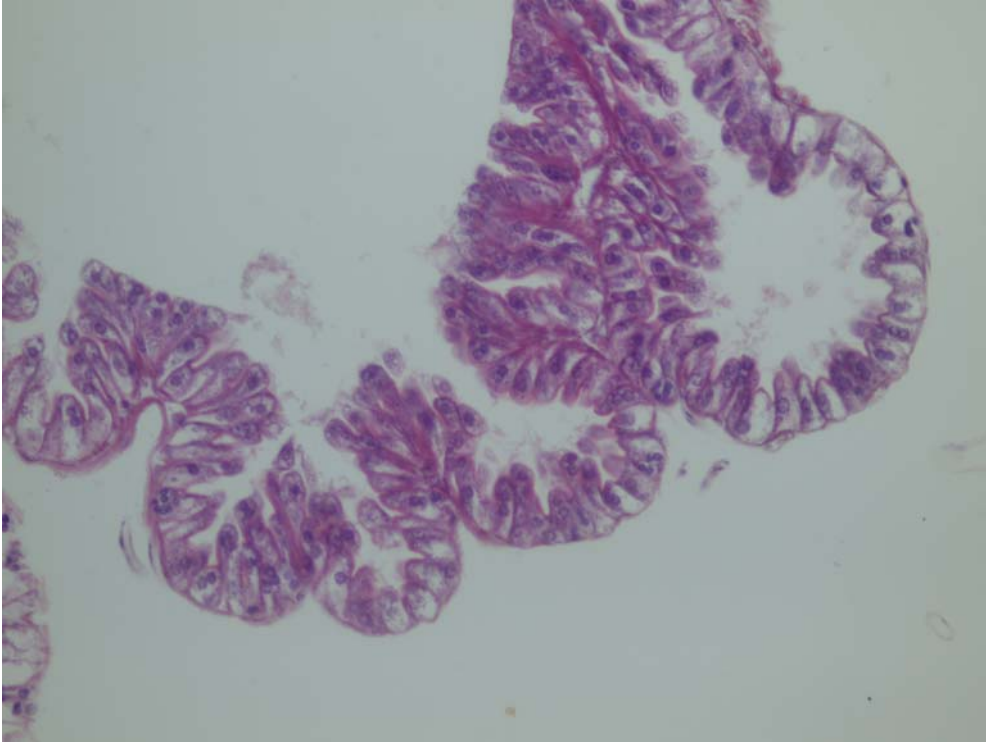
Proventrikulus ve orta bağırsağın ön kısmı olan mide, besinlerin parçalanmasına yardımcı olan sindirim sisteminin bölümleridir (Resim 4.8). Bu iki bölge de dıştan yoğun bir trake ağı ve boyuna kaslarla çevrelenmiştir. Kesitlerde proventrikulus ve midenin iç yüzeyinin girintili çıkıntılı olduğu görülür (Resim 4.9). Bu görüntüyü tek tabakalı hücrelerin birleşme yerlerinin çukurda, merkezi kısımlarının apikalde yükselmiş olmaları sağlar. Bu tek katlı silindirik epitel tabakası hücrelerinin apikal zarları bol mikrovillüslü, bazal kısımları ise içeri doğru girintili bir yapıdadır (Resim 4.10, 4.11, 4.12) .



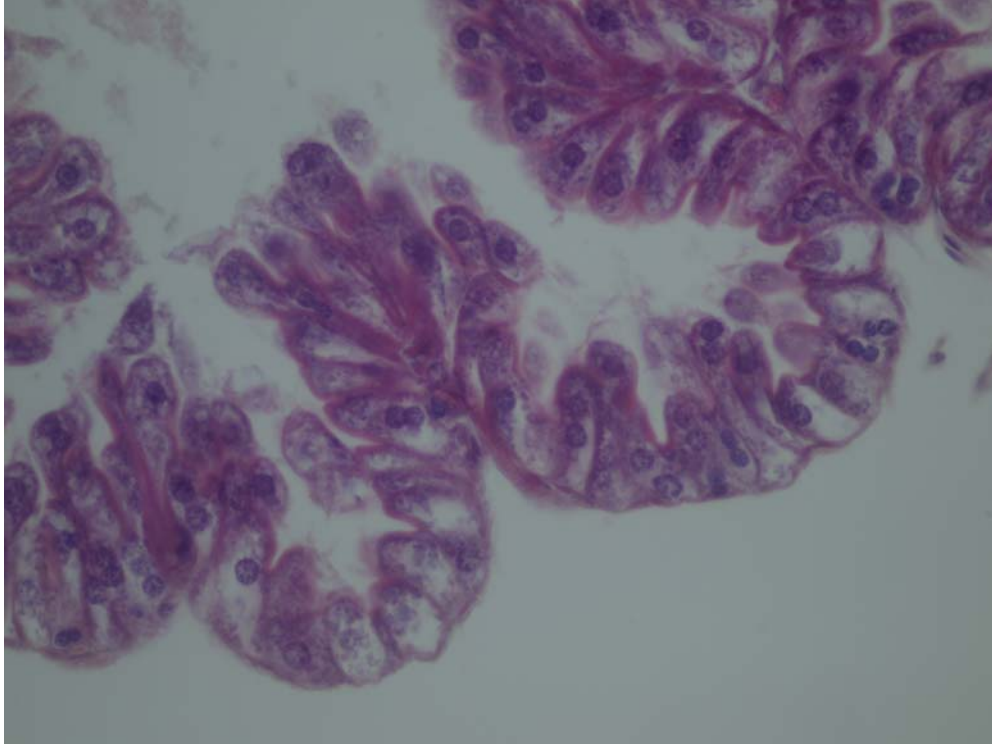
Resim 4.8. Proventrikulus ve midenin genel Stereo Mikroskop görünümü



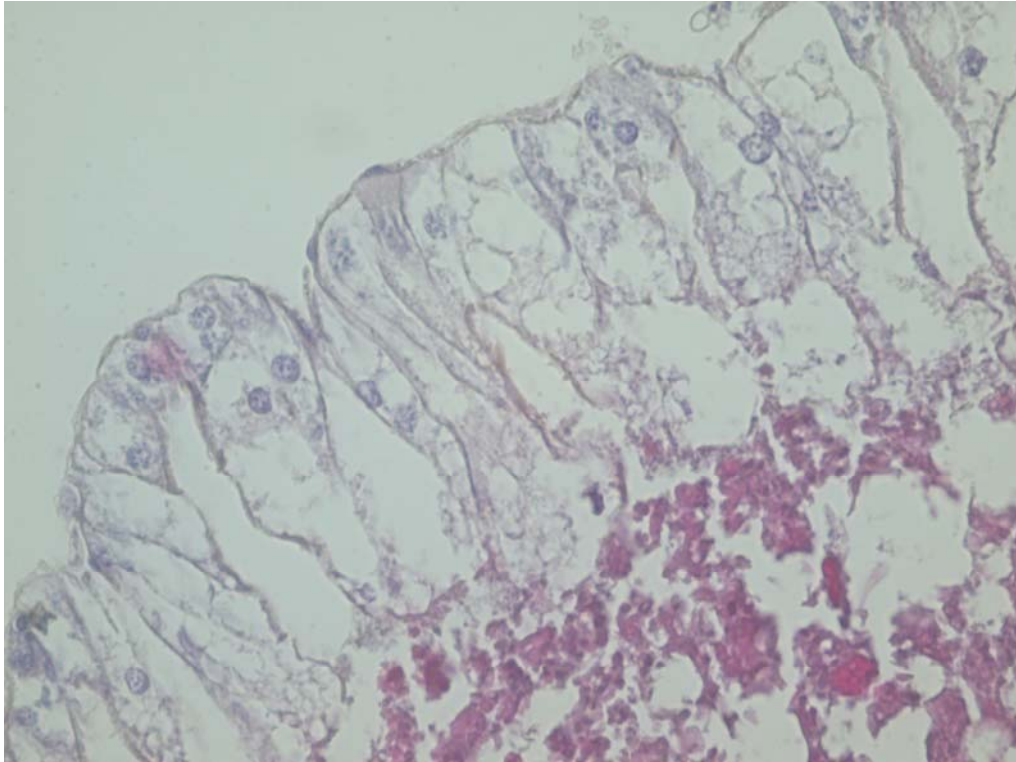
Resim 4.9. Proventrikulus ve mide ışık mikroskop görüntüsü, 4X



Resim 4.10. Proventrikulusun kıvrımlı yapısının ışık mikroskop görüntüsü 20X



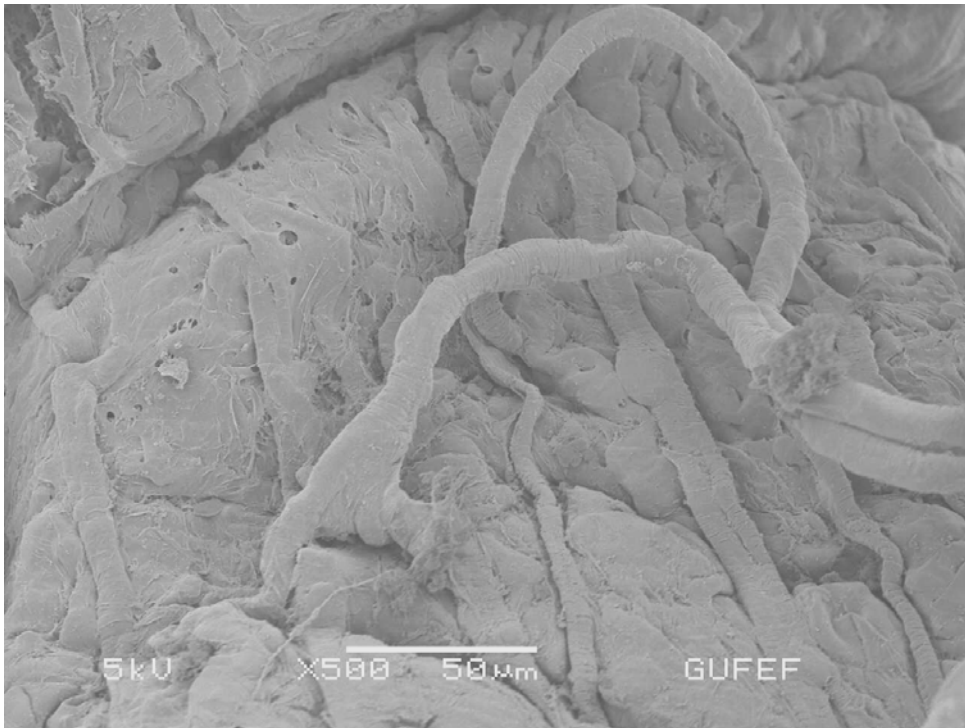
Resim 4.11. Proventrikulusun dış yüzeyini kaplayan silindirik epitel hücre tabakasının ışık mikroskop görüntüsü, 40X



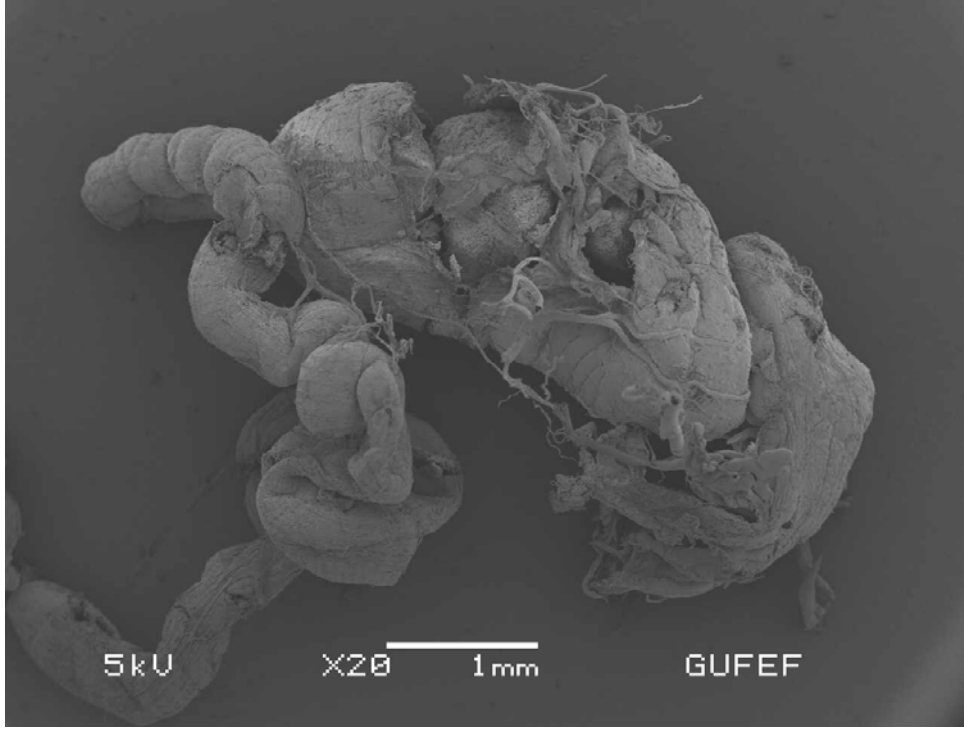
Resim 4.12. Mide dış yüzeyini kaplayan silindirik epitel tabakasının ışık mikroskop görüntüsü, 40X



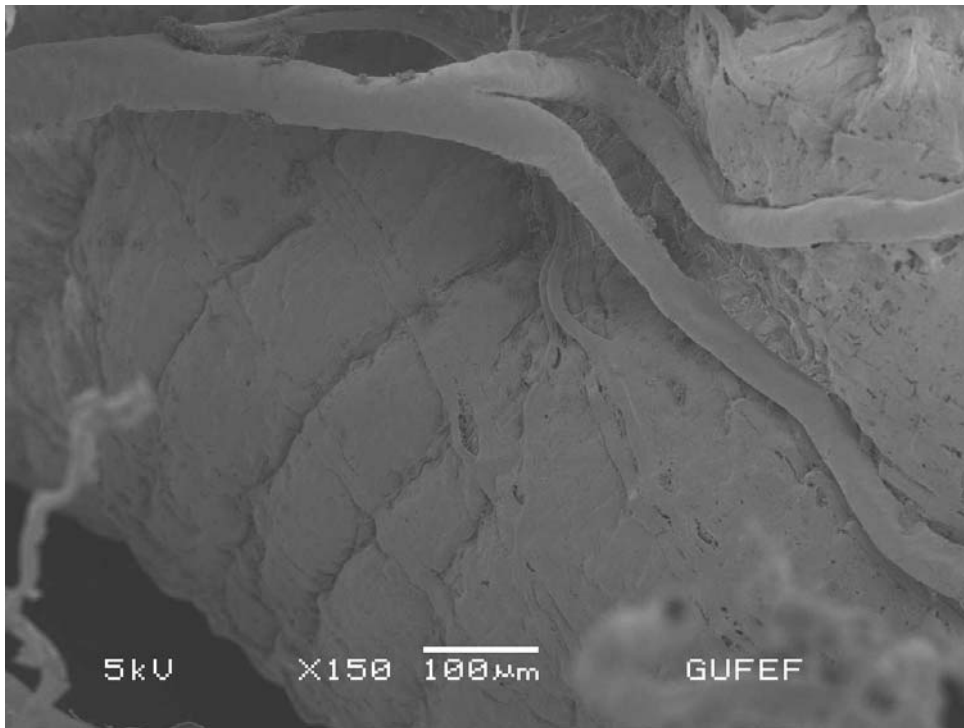
Resim 4.13. Proventrikulusun dış yüzey SEM görünümü



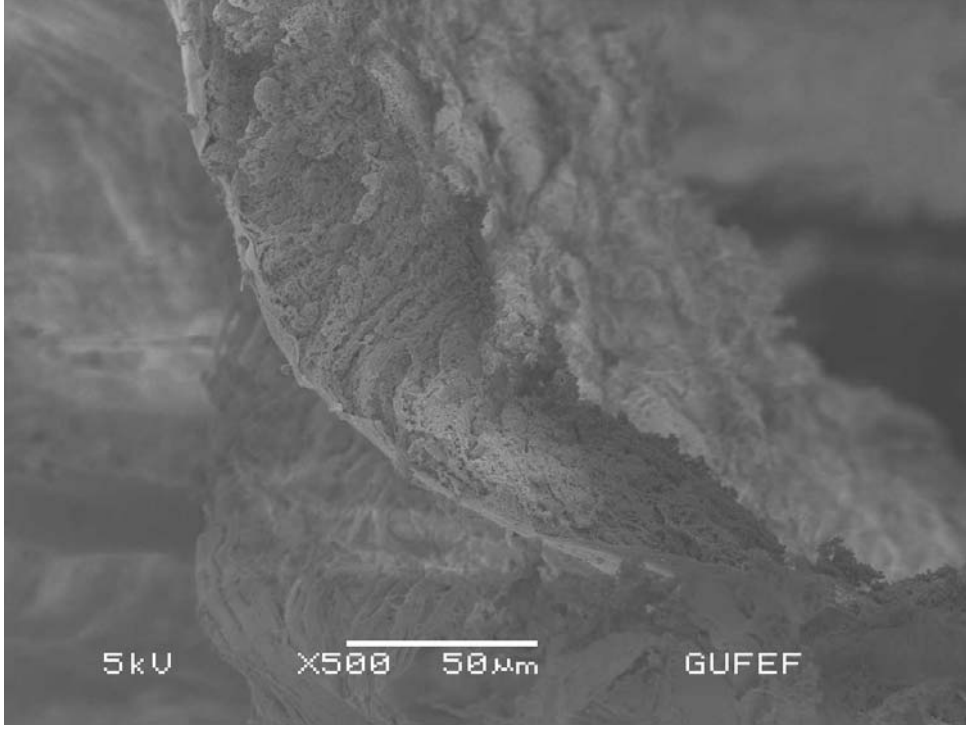
Resim 4.14. Proventrikulusun dış yüzeyindeki trake ve kasların SEM görüntüsü



Resim 4.15. Midenin dış yüzeyinin SEM görüntüsü



Resim 4.16. Midenin dış yüzeyinin bulunan kasların ve trakelerin SEM görünümü



Resim 4.17. Mide epitel hücrelerinin dış yüzey ve kas dokusu SEM görünümü

4.3. Orta Bağırsak Kanalı

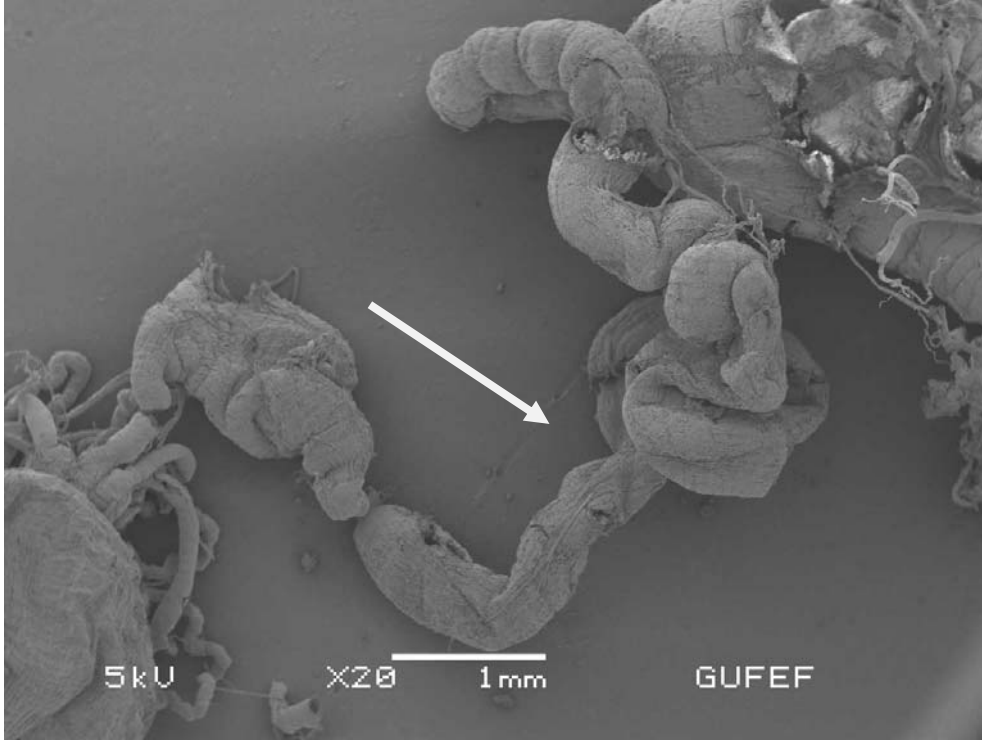
Orta bağırsağın yaklaşık 2/3'sini oluşturan ve sindirimin gerçekleştiği kısım olan orta bağırsak kanalı uzun bir tüp şeklindedir (Resim 4.18). Duvarı, içte halkasal dışta boyuna kas tabakalarıyla çevrili, bol trakeli, ince bir bazal laminaya sahip tek tabakalı, farklı yüksekliklerde silindirik bağırsak epitel hücrelerinden meydana gelir (Resim 4.19). Hücreler lümen tarafına doğru mikrovillüslara sahiptir.



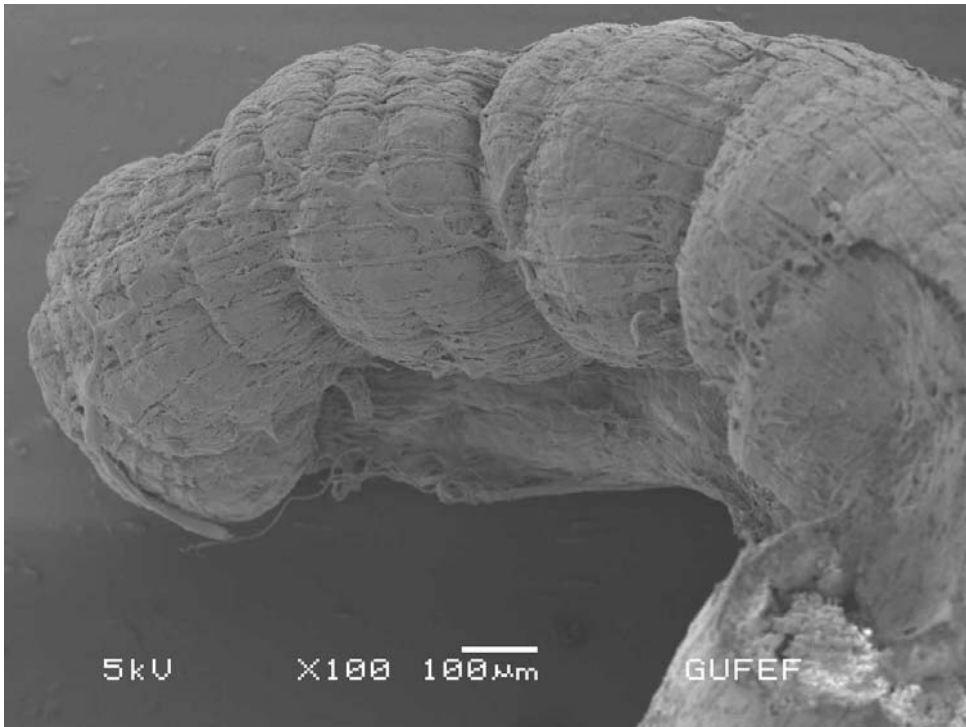
Resim 4.18. Orta bağırsak kanalının genel Stereo Mikroskop görüntüsü



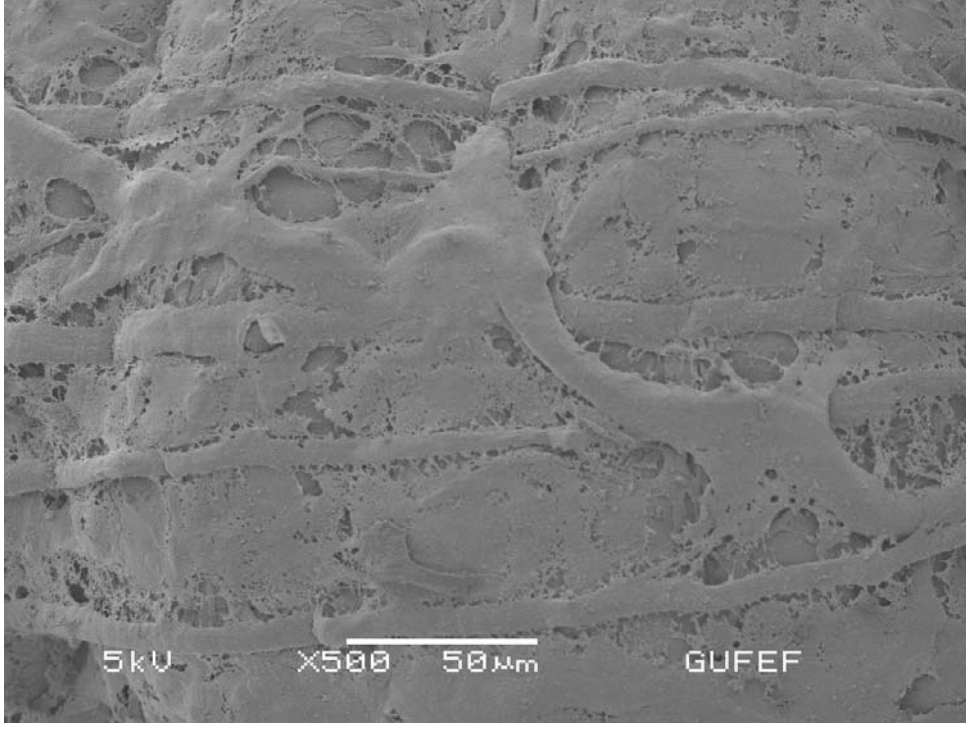
Resim 4.19. Orta Bağırsak Kanalı ışık mikroskop görüntüsü, 10X



Resim 4.20. Orta Bağırsak Kanalı kıvrımlı yapısı SEM görüntüsü



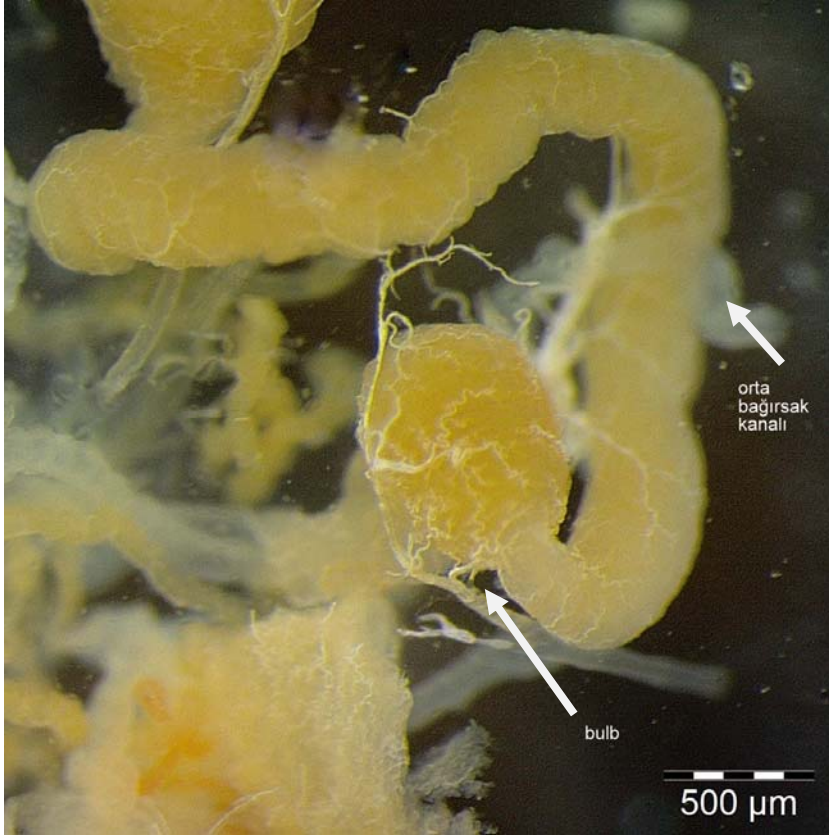
Resim 4.21. Orta Bağırsak Kanalı dış kısmının SEM görüntüsü



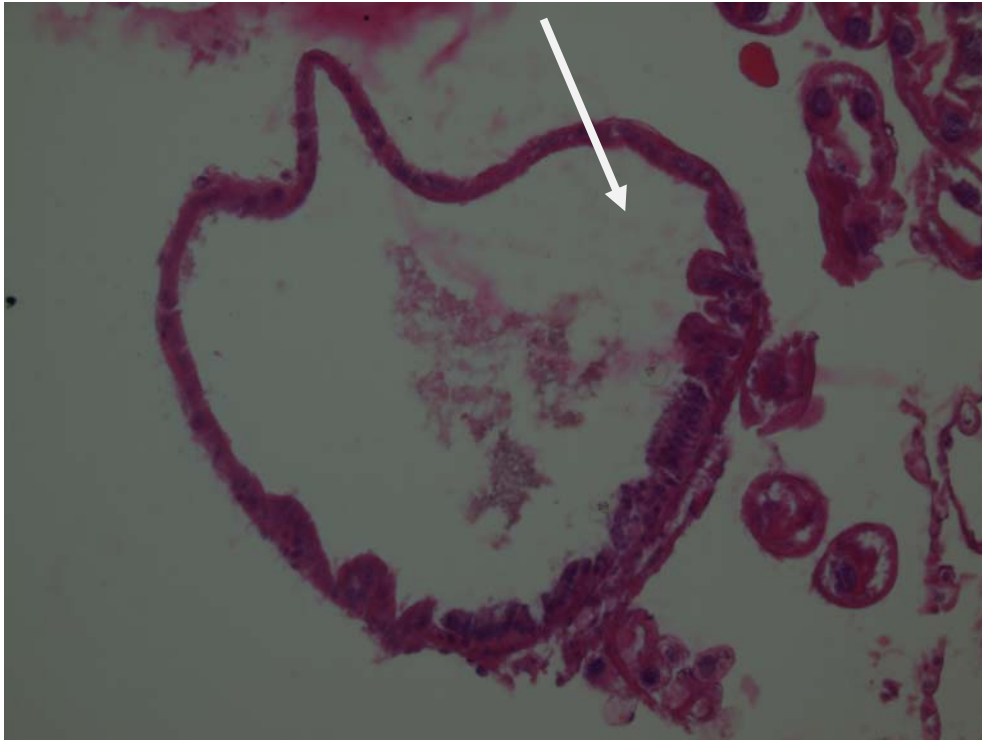
Resim 4.22. Orta Bağırsak Kanalı dış yüzeyinde bulunan kas tabakasının SEM görünümü

4.4. Bulb

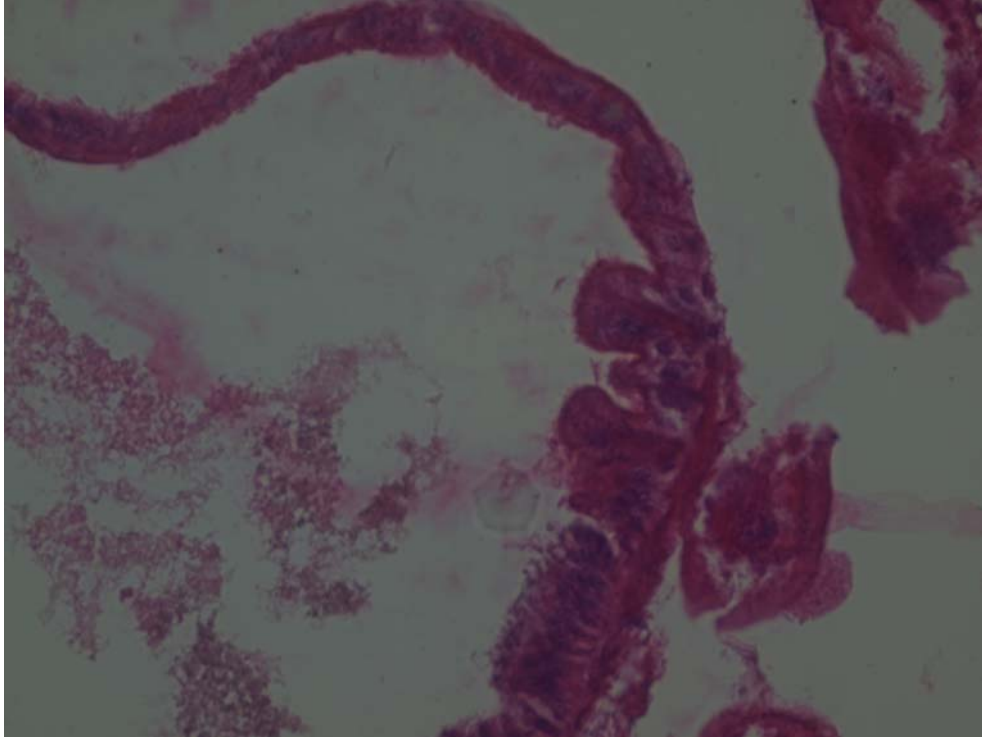
Orta bağırsak kanalının kısa genişlemiş posterior bölgesine “bulb” adı verilir (Resim 4.23). Bir ucu orta bağırsak kanalına diğer ucu ise ileuma bağlanmaktadır (Resim 4.26, 4.27). Bulb, arka bağırsağa geçmeden önce besinlerdeki fazla suyun emilmesine yardımcı olur. Dış yüzeyi düz ve kaslarla çevrilidir. Epitel hücrelerin boyları farklıdır; kübik ve silindirik hücreler yer almaktadır. Hücrelerin apikal yüzeyinde mikrovilluslar bulunur.



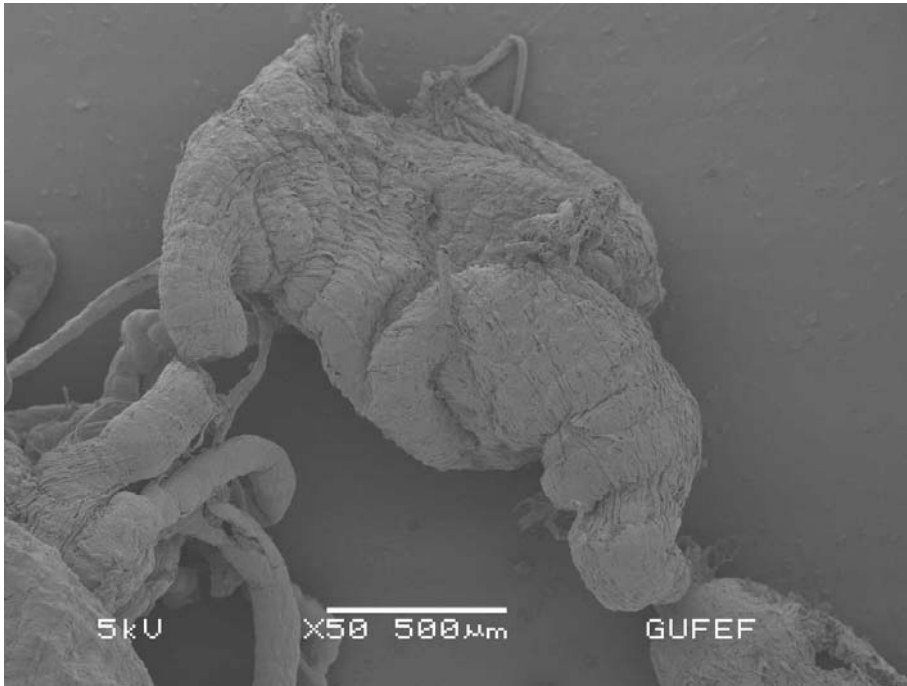
Resim 4.23. Bulb yapısının genel Stereo Mikroskop görüntüsü



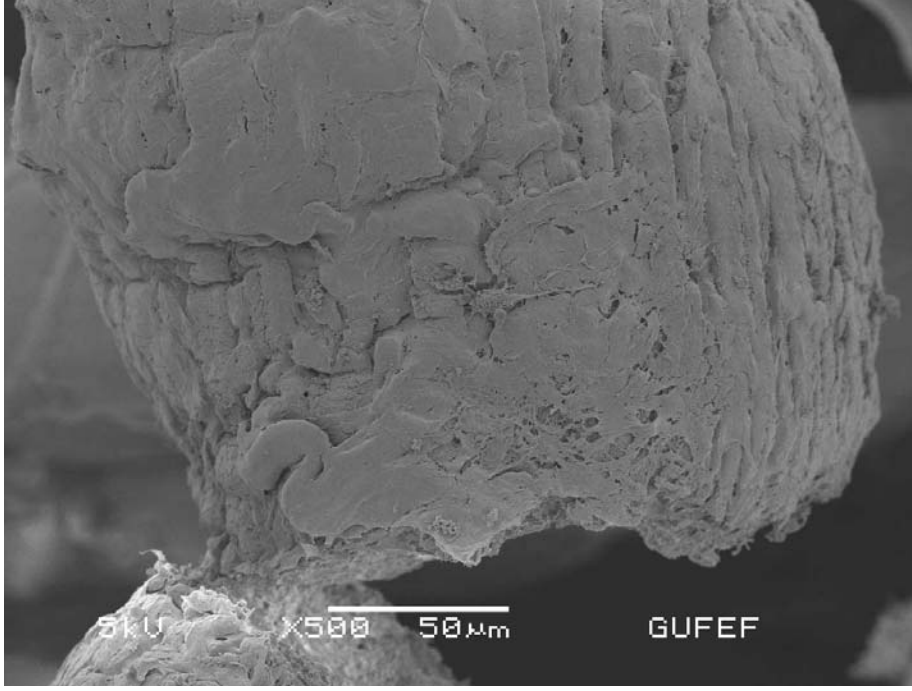
Resim 4.24. Bulb enine kesit, 10X



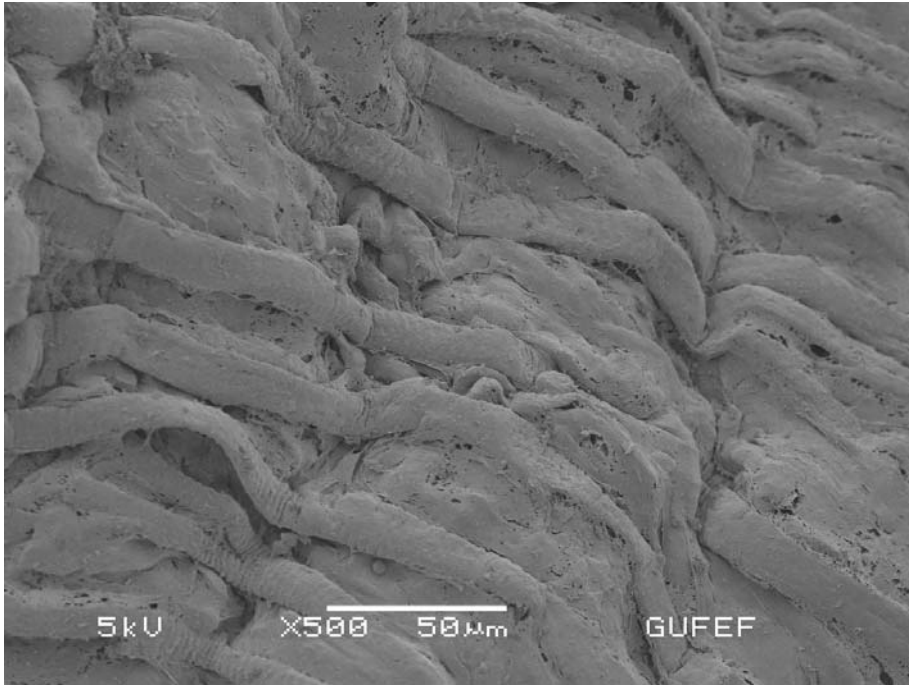
Resim 4.25. Bulb enine kesitinin dış yüzeyindeki kübik ve silindirik hücrelerin görünümü, 20X



Resim 4.26. Bulb dış yüzeyinin SEM görünümü



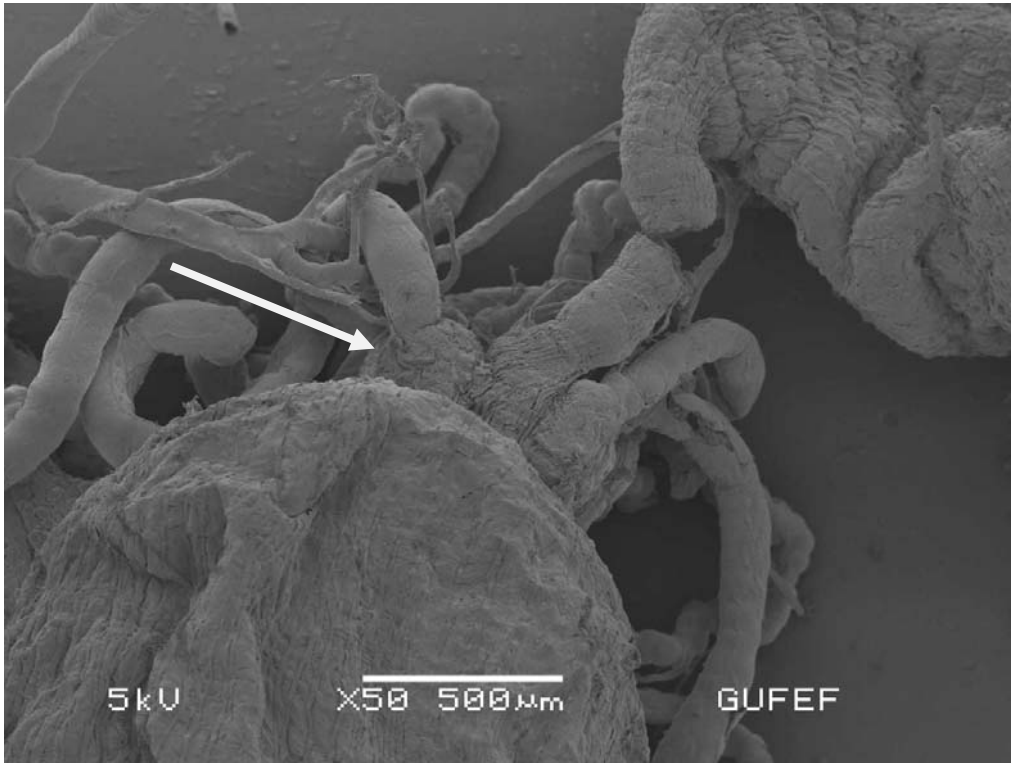
Resim 4.27. Orta bağırsak kanalının bulb yapısına bağlandığı kısmın SEM görünümü



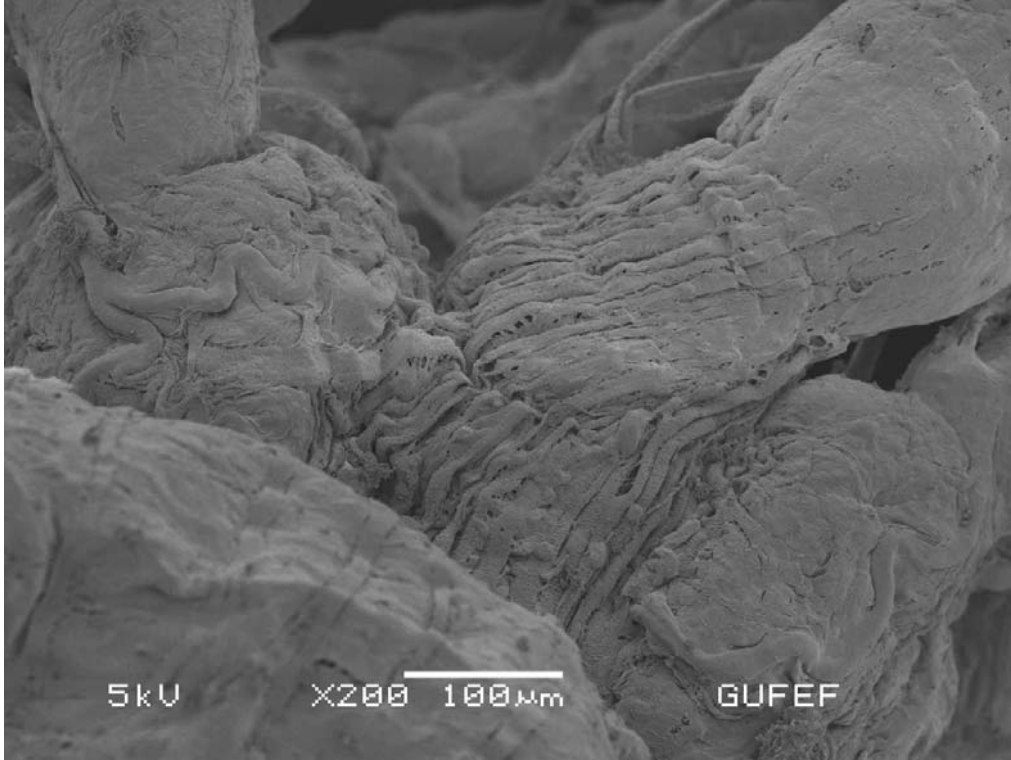
Resim 4.28. Bulb dış yüzeyi ve trake SEM görünümü

4.5. İleum

Sindirim sisteminde arka bağırsağın ilk kısmını oluşturan ileum bir ucu gastrik çekumla bağlantılı, diğer iki ucundan da iki çift Malpighi tüpünün çıkıntısı bulunan üçgen benzeri bir yapıdadır (Resim 4.29). Üzerinde Malpighi tüpleri dağınık halde bulunmaktadır. Artık maddelerin ve Malpighi tüplerinden gelen maddelerin toplanması için geniş bir şekil almıştır. SEM görüntülerinde dış ve iç yüzey düz bir formdadır. İleumun iç yüzeyinden bakıldığında, yassılaştırmış bir hücre tabakası ve Malpighi tüplerinin bağlandığı bölgeler de görülmektedir .



Resim 4.29. İleum yapısının bulb ile bağlandığı SEM görüntüsü



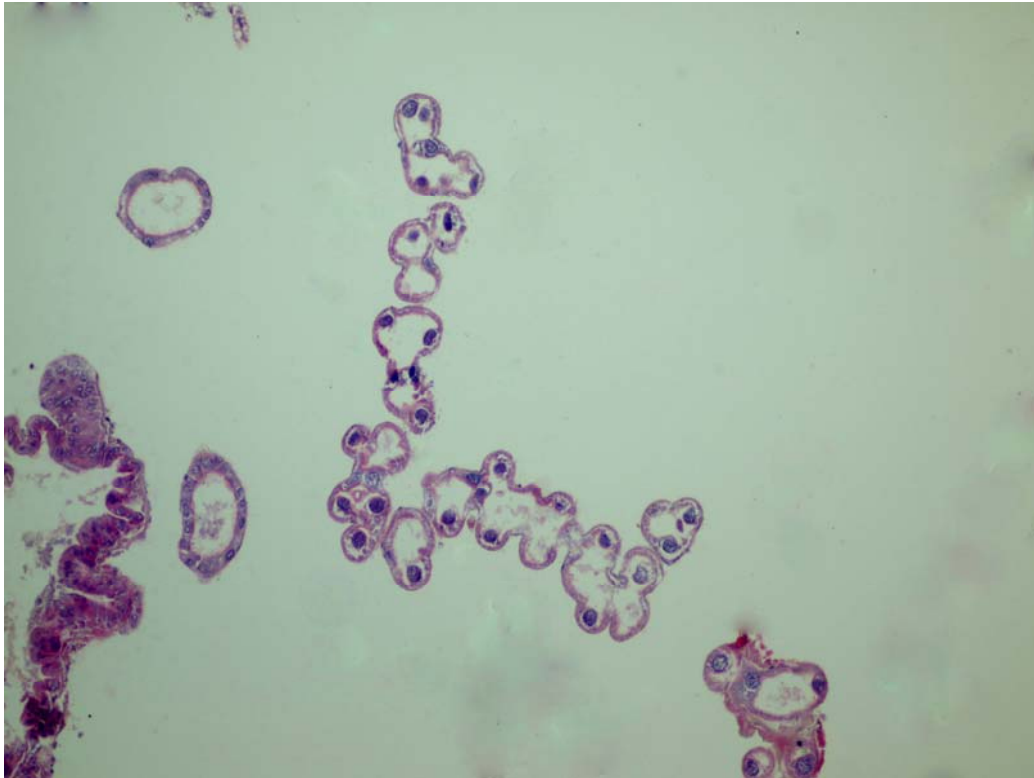
Resim 4.30. İleum yapısının SEM görüntüsü

4.6. Malpighi Tüpleri

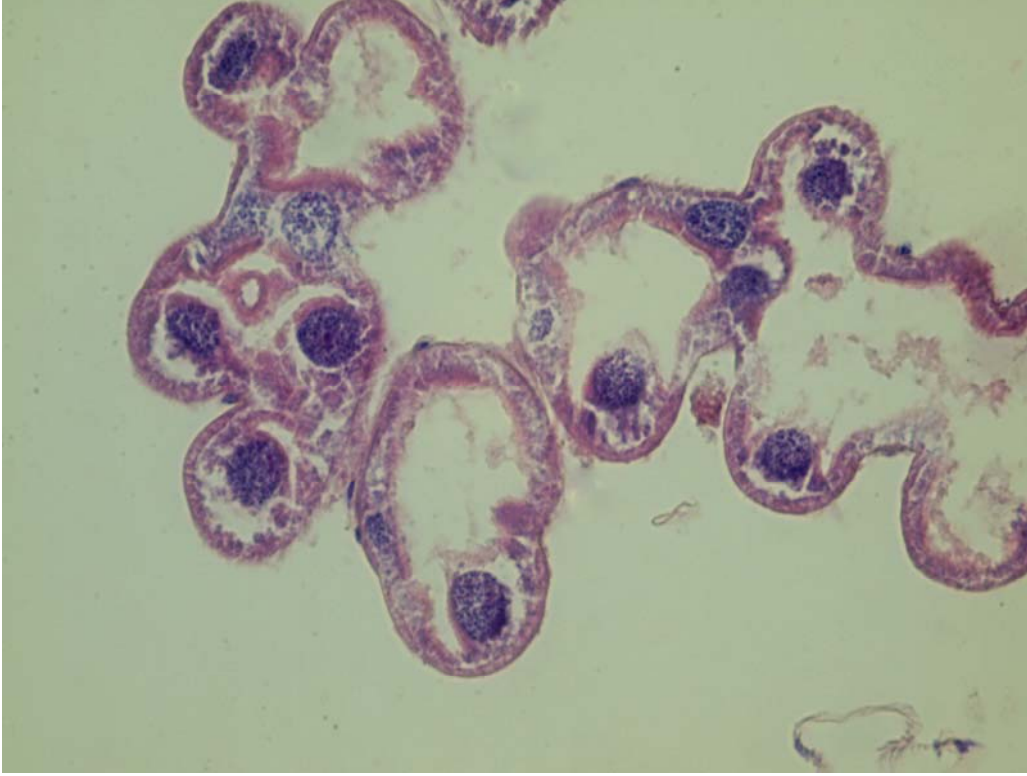
Lygaeus equestris'te Malpighi tüpleri orta bağırsak ile arka bağırsağın birleşme noktası olan ileum bölgesine bağlanır (Resim 4.29). İki çift Malpighi tüpüne sahip bu türde her tüpün ucu kapalı bir biçimde sonlanır. Kapalı olan ucu vücut boşluğunda serbestçe bulunur ve trake borucukları tarafından sıkı bir şekilde donatılmıştır Bu türde Malpighi tüplerinin yapısal olarak proksimal ve distal olmak üzere iki bölgeye ayrıldığı görülmüştür. Tüp duvarı tek katlı kübik epitelden oluşur Hücrelerin lümenine bakan kısmı uzun mikrovilluslarla çevrilidir Proksimal bölge mikrovilluslerinin yer yer demetler yaptığı da gözlenir Malpighi hücrelerin içi küresel irili ufaklı granüllerle doludur. Proksimal bölgenin enine kesitlerinde hücrelerin epitel yüksekliği fazla, lümeni küçüktür. Buna karşın; distal bölgedeki hücrelerin epitel yüksekliği ise göreceli olarak daha az ve lümen daha geniştir. SEM görüntülerine göre, proksimal bölgenin yüzeyi düz ve boru şeklinde görülür fakat distal bölge dıştan üzeri boğumlu boncuk dizisi şeklindedir (Resim 4.36, 4.37, 4.38, 4.39) .



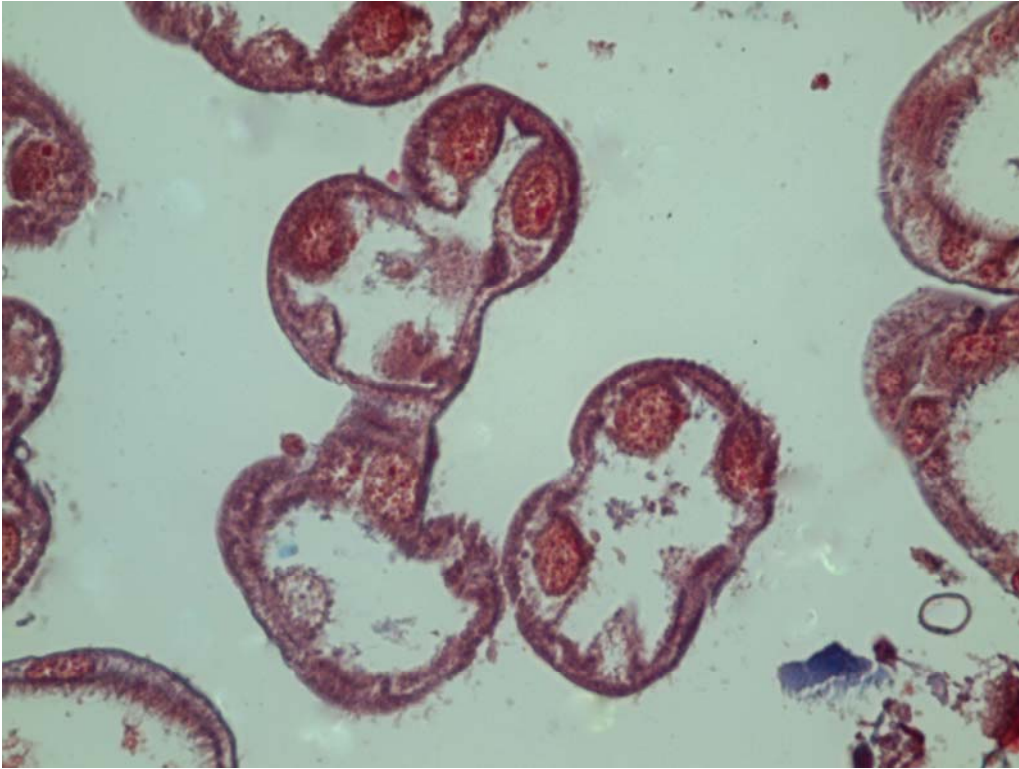
Resim 4.31. Malpighi Tüpleri Stereo Mikroskop görüntüsü



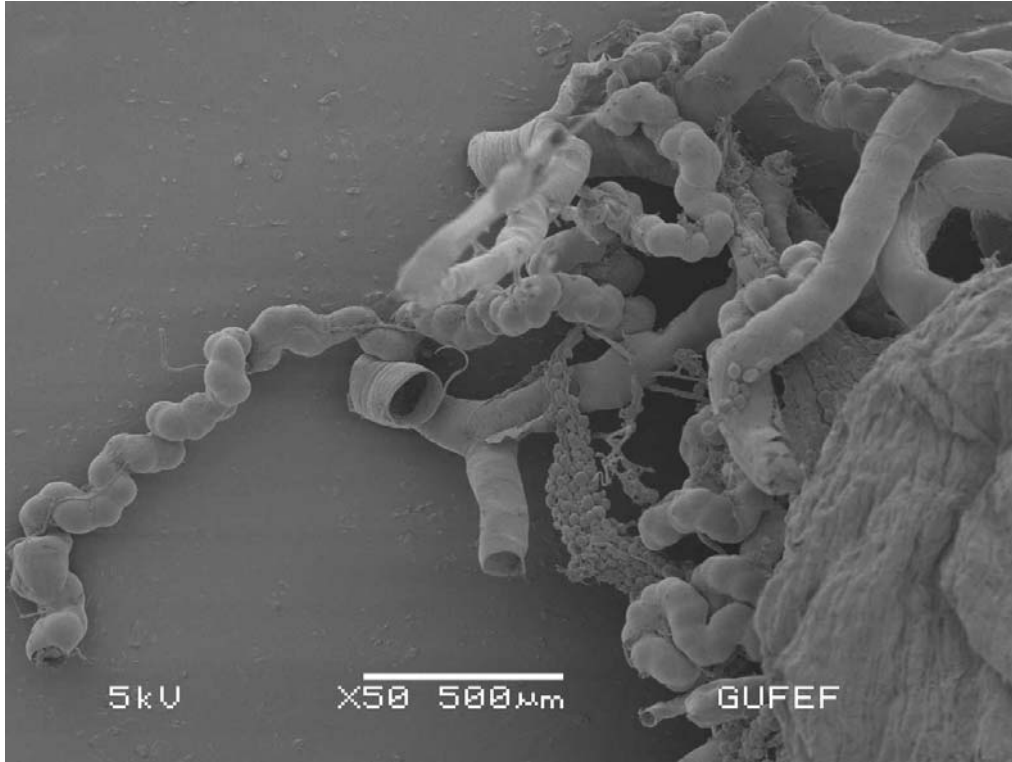
Resim 4.32. Malpighi Tüpleri ışık mikroskop görüntüsü HE 4X



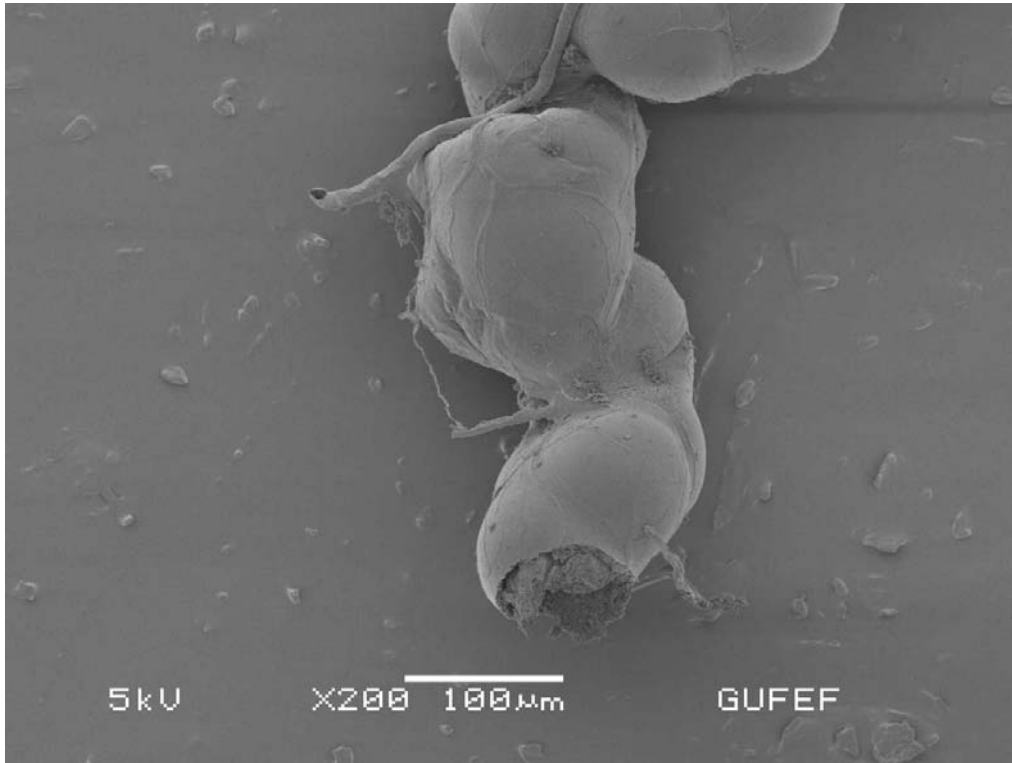
Resim 4.33. Malpighi Tüpleri enine kesitinin ışık mikroskop görüntüsü HE 40X



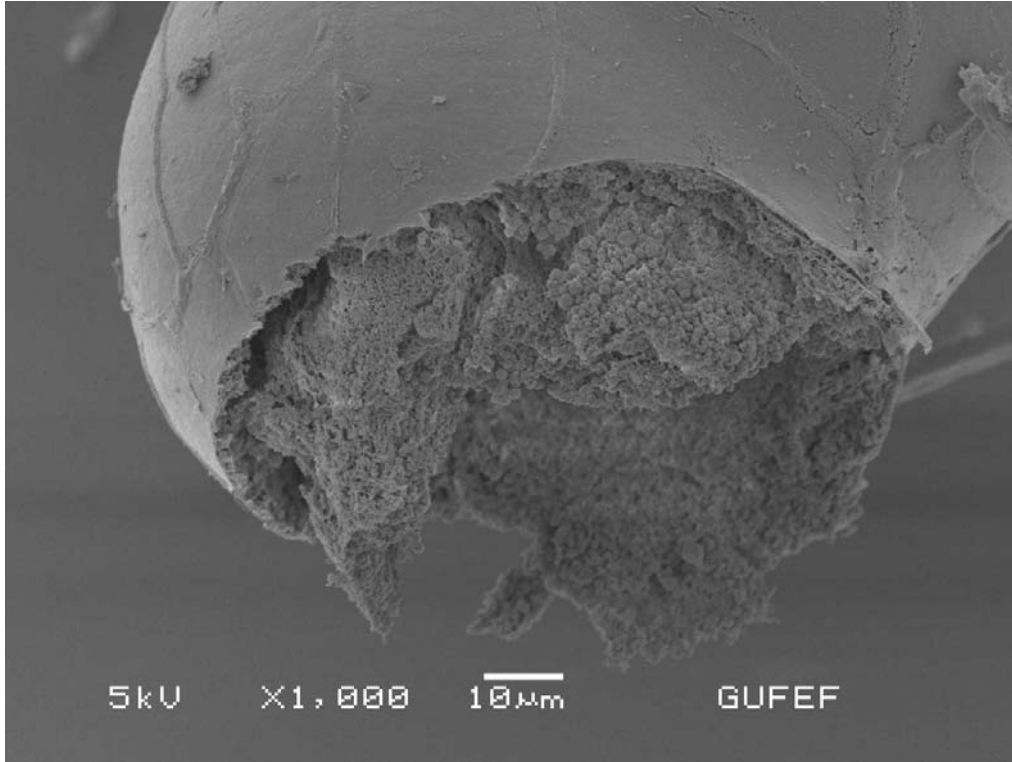
Resim 4.34. Malpighi Tüpleri enine kesitinin ışık mikroskop görüntüsü Mallory 3'lü Boyama 40X



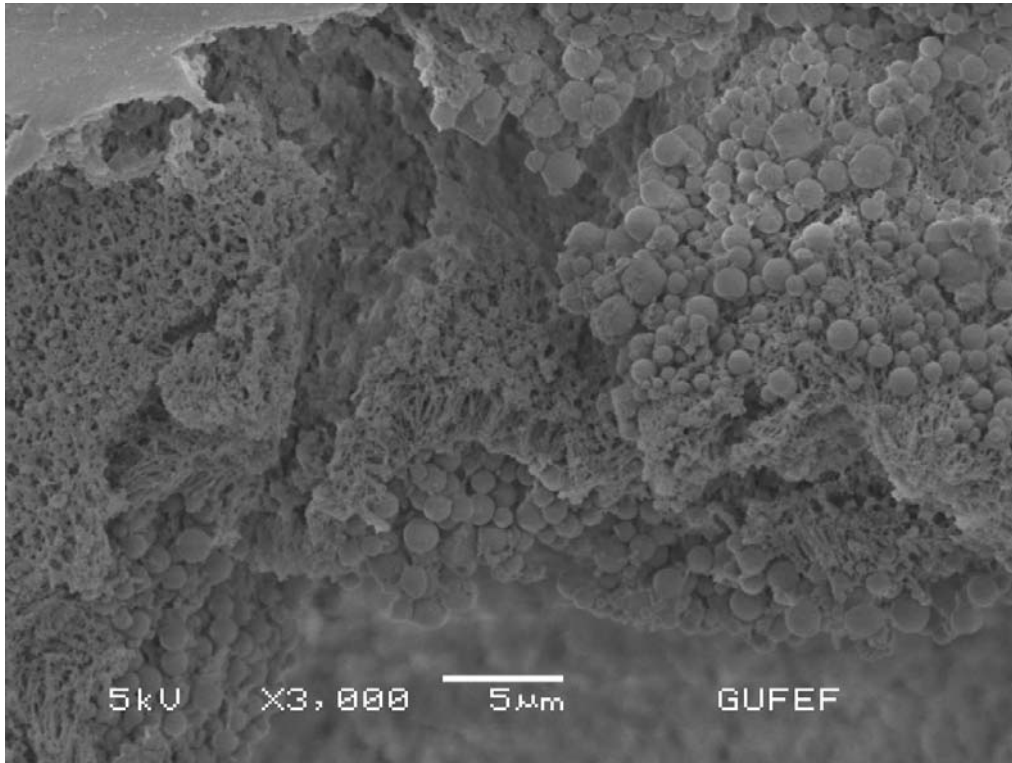
Resim 4.35. Malpighi Tüpleri ve trakelerin SEM görüntüsü



Resim 4.36. Malpighi Tüpçüğünün yüzey kısmının SEM görüntüsü



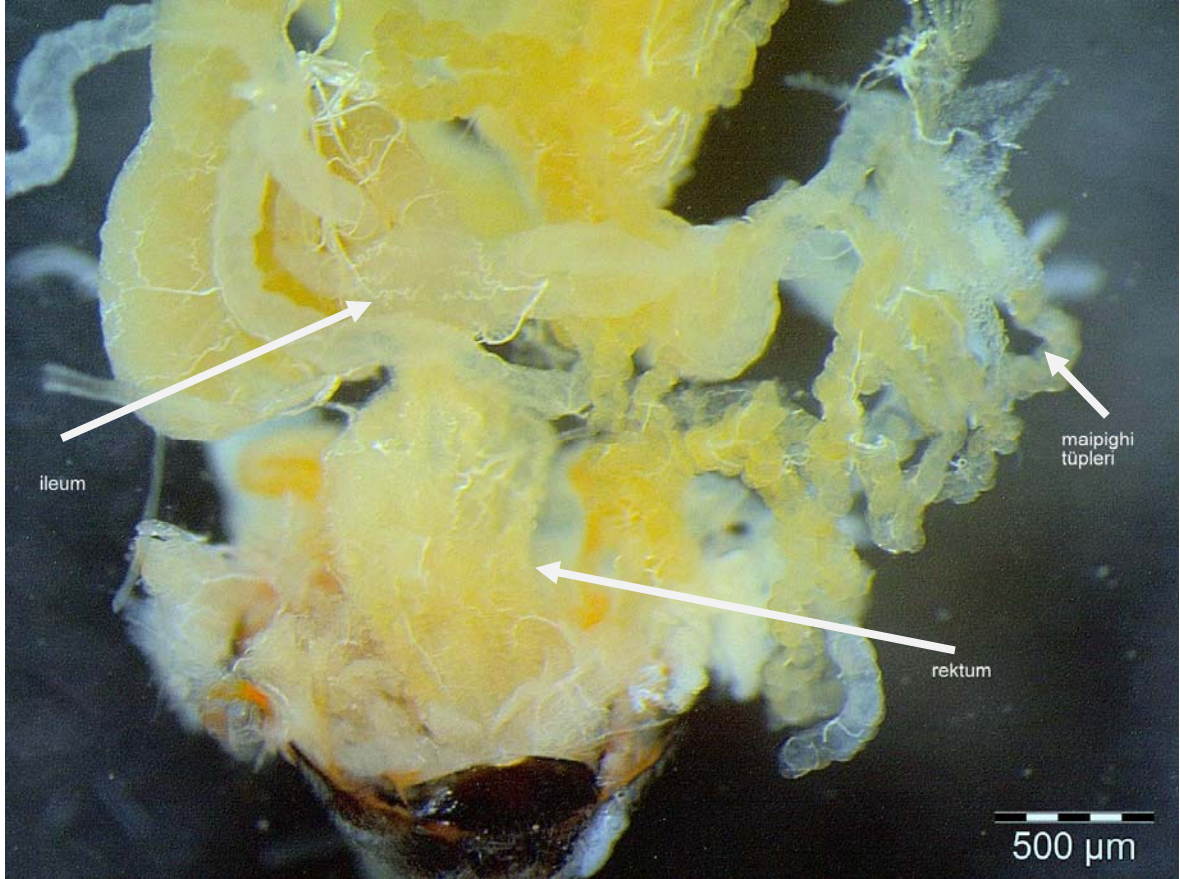
Resim 4.37. Malpighi Tüpçüğünün iç kısmının SEM görüntüsü



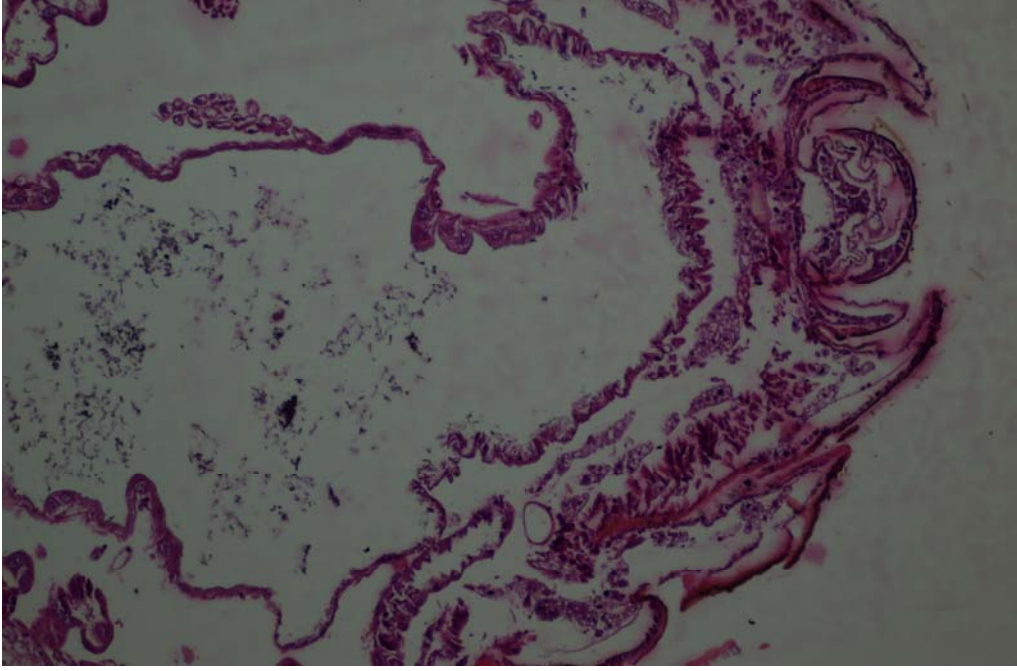
Resim 4.38. Malpighi Tüpçüğünün iç yüzeyi ve granüllerinin SEM görüntüsü

4.7. Rektum

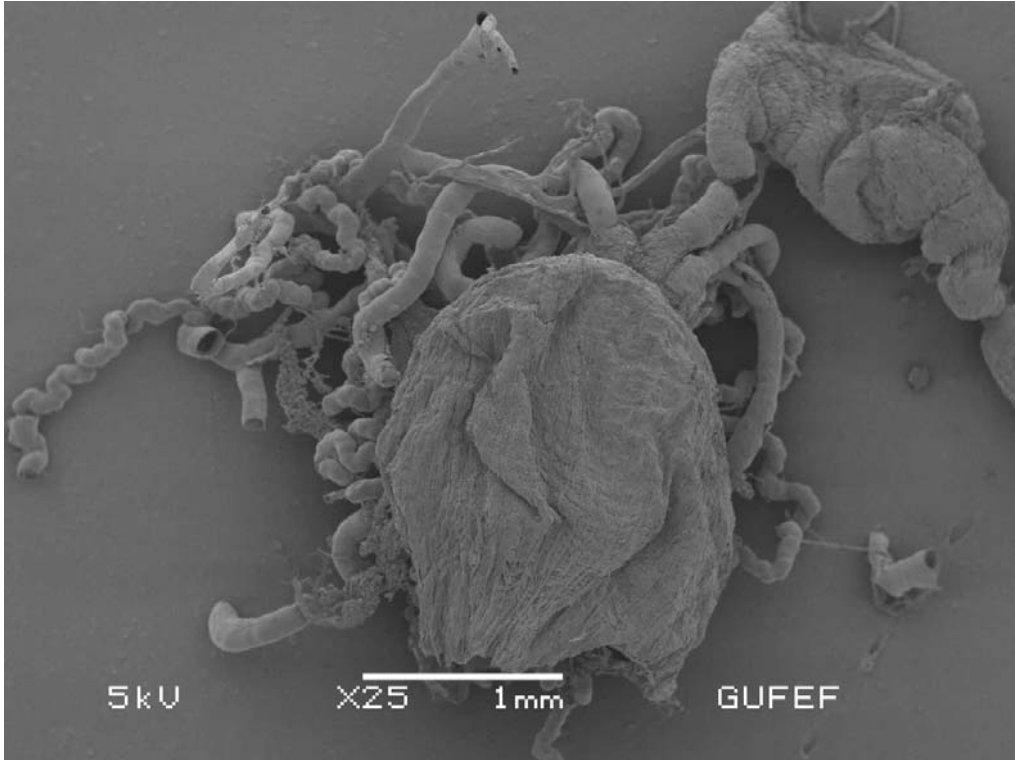
Arka bağırsağın son bölgesi olan rektum yüzeyi trake ve kaslarla çevrelenmiştir (Resim 4.41, 4.42, 4.43). Duvarı kübik-silindirik epitelden meydana gelir ve apikal plazma membranında mikrovillüsler yerine yoğun katlanmalar görülür Hücreler oldukça düzenli ve küçüktür. Rektum lümeninde çeşitli boyutlarda kristaller görülür .



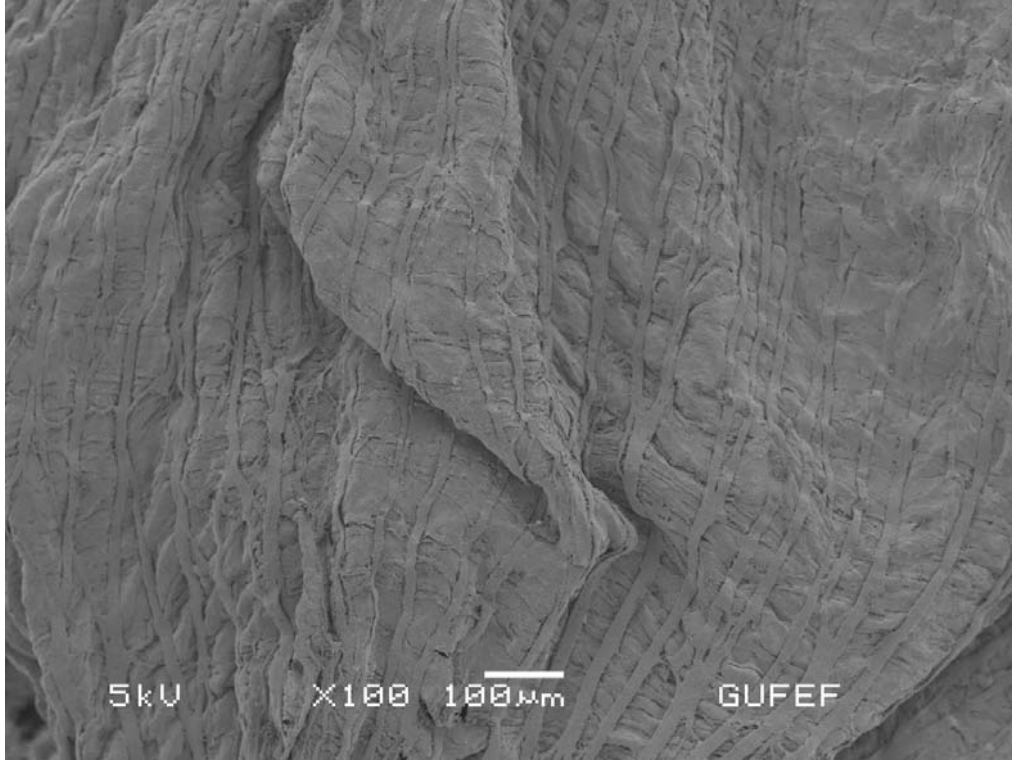
Resim 4.39. Rektumun stereo mikroskop görüntüsü



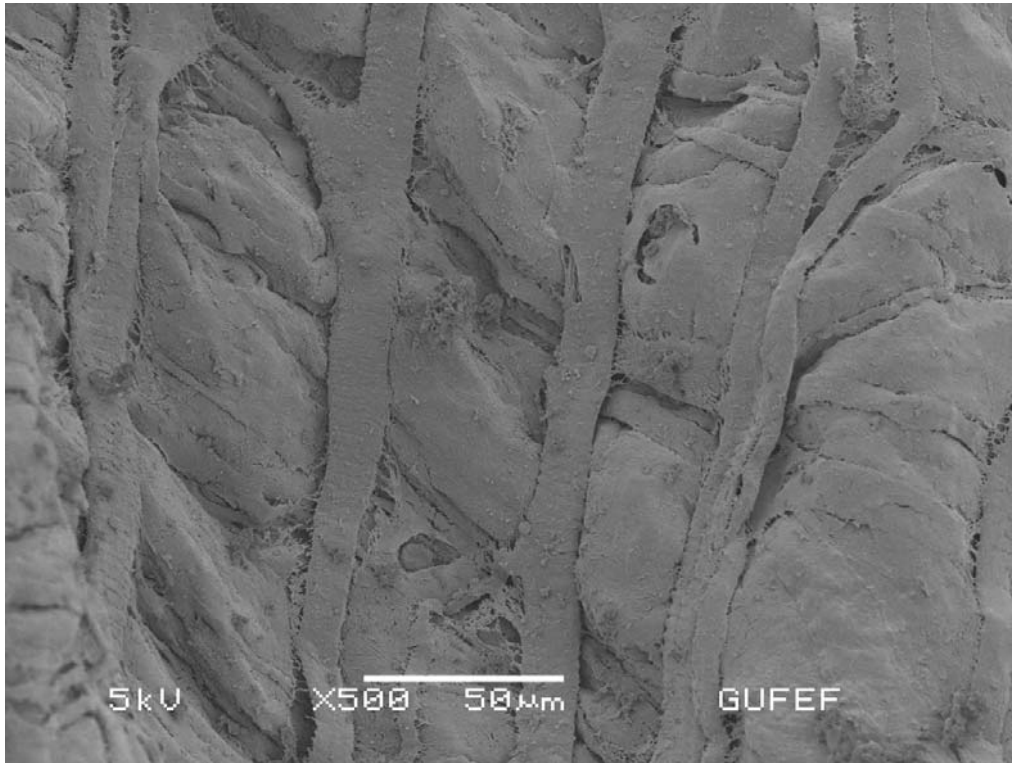
Resim 4.40. Rektumun enine kesitinin ışık mikroskop görüntüsü Mallory 3'lü Boyama 10X



Resim 4.41. Rektum yapısının genel SEM görüntüsü



Resim 4.42. Rektum dış yüzey yapısının SEM görüntüsü



Resim 4.43. Rektum dış yüzey kısmı ve kasların SEM görüntüsü

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Böceklerde sindirim sistemi ön, orta ve arka bağırsak olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Ön ve arka bağırsak kendi içinde bölmelenme gösterirken, orta bağırsakta böyle bir bölmelenme görülmemektedir. Ayrıca sindirim kanalına bağlı olarak tükrük bezleri, çekum gibi yapılar da bulunabilir (Hamner, 1936; Bursalı, 1996; Levy ve diğerleri, 2004b; Boonsriwong ve diğerleri, 2007; Çakıcı, 2008; Fialho ve diğerleri, 2009; Xie ve diğerleri, 2011).

L.equestris 'in sindirim sistemi ön barsak, orta barsak ve arka bağırsaktan meydana gelir. Buna ek olarak bir çift tükürük bezi, ve iki çift Malpighi tüpleri de sindirim kanalına bağlanır. Gastrik çekum yapısı bulunmamaktadır. Ön bağırsak ve arka bağırsak kısadır, orta bağırsak uzundur. Orta bağırsak üç kısımdan oluşur. Orta barsağın anterior bölgesi kese benzeri bir yapıdadır. Buna karşılık orta kısım daha dardır ve boru şeklini almıştır. Posterior bölge ise “bulb” adı verilen kısa genişlemiş bir bölgedir. Bu durum diğer Heteroptera türlerinde de görülür (Hamner, 1936; Harris, 1938; Barber, 1980; Postle ve Woodward, 1988; Habibi ve diğerleri, 2008; Bandani ve diğerleri, 2010).

Heteroptera tükrük bezleri ile ilgili çalışmalarda tükrük bezi sayısı, şekli vs ile ilgili türlere göre değişik bilgiler elde edilmiştir. Cecil (1930), bir Heteroptera türü olan *Philaenus leucophthalmus*'un sindirim kanalı ile ilgili yaptığı çalışmasında iki çift kanal şeklinde tükürük bezinin bulunduğunu belirtmiştir. Hamner (1936) ise, *Solubea pugnax* (Heteroptera, Pentatomidae) de bir çift tükürük bezinin yarı saydam, uzun, boru şeklinde olan özofagusa açıldığını bulmuştur. Ayrıca bu bezlerin anterior kısmının belirgin 4 adet parmak şeklinde çıkıntılı olduğunu, posteriyor kısmının ise tübüler yapıda olduğunu belirtmiştir. Hamner aynı çalışmada bu asıl tükrük bezlerinin yanında bez kanalının posteriyöründe birer yardımcı tükrük bezinin bulunduğunu belirtmiştir. Hood (1937) yaptığı çalışmada, *Oncopeltus fasciatus* (Heteroptera: Lygaeidae)'un sindirim kanalının anatomisini incelemiş ve bir çift tükürük bezinin özofagusa paralel uzandığı ve her birinin dört kısım içerdiğini görmüştür.

Barber ve diğerleri (1980) *Brochymena quadripustulata* (Hemiptera: Pentatomidae)'nın sindirim kanalının anatomisiyle ilgili yaptıkları çalışmada tükürük bezi ve tükürük bezi

kanallarını tanımlamışlardır. Tükürük bezlerinin; ana bezler, yardımcı bezler ve kanallardan oluştuğu ve iki ana tükürük bezinin eşit olmayan iki loba sahip olduğunu gözlemişlerdir. Buna karşın diğer böcek takımlarında tükürük bezleri farklı yapılarda görülmüştür.

Eberhard ve Krenn, (2003) üç Nymphalidae (Lepidoptera) türünde tükürük bezlerini incelemişler ve morfolojilerinin son kısmı hafif şişkin bir çift tüp şeklinde olduğunu bulmuşlardır.

Amutkan (2011), *Graphosoma lineatum*'ta ise diğer Heteroptera türlerine benzer olarak tükürük bezleri iki çift olarak bulunmakla beraber bu türün tükürük bezi yapısal olarak farklılık gösterir. Tükürük bezinin anterior bölgesi *S. pugnax* (Hamner (1936) da olduğu gibi parmak şeklinde çıkıntılıdır. Fakat çıkıntı sayısı ve şekilleri ise farklıdır. Ayrıca bezin posterior kısmı *S. pugnax*'da boru şeklinde olduğu halde *G. lineatum*' da kısa ve şişkin olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada incelenen *Lygaeus equestris*'te ise diğer Heteroptera türlerine benzer olarak tükürük bezleri iki çift olarak bulunmakla beraber bu türün tükürük bezi yapısal olarak farklılık gösterir. *L. equestris*'te kısa ve şişkindir. Morfolojik olarak türler arasında tükürük bezi açısından önemli farklar olduğu görülmektedir.

Ön bağırsağın proventrikulusu hakkında değişik böcek takımlarında yapılmış çalışmalara rastlanmaktadır. Hymenoptera'dan *Zacryptocerus rohweri* (Formicidae)' nin sindirim sisteminin SEM ile incelendiği bir araştırmada türün karıncalarda pek görülmeyen bir beslenme şekli olan polenle beslenmesinden dolayı farklı bir proventrikulus yapısı olduğu ve proventrikulusun içinin dikenlerle kaplı olduğu bildirilmiştir (Roche ve Wheeler, 1997).

Bution ve Caetano (2008), aynı familyadan *Cephalotes atratus*, *C. clypeatus* ve *C. pusillus*'un sindirim kanalının morfolojisini karşılaştırmalı olarak incelemiş ve SEM görüntüleri ile üç türün de proventrikuluslarındaki epitel ve kas tabakalarının farklı olduğunu göstermişlerdir.

Liu ve Hua (2009), Mecoptera'dan sekiz tane Panorpidae türü ve bir tane Bittacidae türünün sindirim kanallarının ön bağırsak bölgesinde bulunan proventrikulusunun

morfolojisini ışık ve SEM kullanarak açıklamışlardır. Proventrikulusun dışta halkasal içte boyuna kas tabakaları bulunan, sert bir intimadan oluşmuş ve epitelle çevrili özelleşmiş bir yapı olduğunu görmüşlerdir. Panorpidae proventrikulusun iç yüzeyinin yoğun, düzenli ve içi boş üçgen şeklinde yapılarla kaplı olduğu ve her bir boşluğun tabanı huni şeklinde olduğunu, Bittacidae’de ise, kalın halkasal bir kütiku bulunduğunu göstermiştir.

Serrão (2001), bir bal arısı türünü (Apini), üç yaban arısı (Bombini), ellibir iğnesiz arı türünü (Meliponini), yedi orkide arısı türünü (Euglossini) bir tür Sphecid (Sphecidae) ve iki tür Halictid arılarının sindirim kanalını SEM ile incelemiştir. Proventrikulus katlanmalarının şeklini, proventrikulusu kaplayan kütikulanın kıl gibi uzantılarını, üçgen benzeri çıkıntıları karşılaştırmalı olarak incelemiştir.

Rubio ve diğerlerinin (2008) yaptığı çalışmada ise, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)’nin diş ve erkeklerinin sindirim kanalları ESEM ile incelenmiştir. *H. hampei*’nin proventrikulusunun sekiz tane diş benzeri yapıya sahip küre şeklinde bir organ olduğunu görmüşlerdir.

Proventrikulus yapısı ile ilgili yapılan diğer bir çalışma bir Orthoptera türü olan *Melanogryllus desertus*’un sindirim kanalında gösterilmiştir. Bu türde de proventrikulusda diş benzeri yapıların olduğu belirtilmiştir. (Çakıcı, 2008).

Orthoptera’dan *Endecoeus* (Gryllidae: Phalangopsinae) cinsinin üç türünde proventrikulusun morfolojik özelliklerinin SEM ile araştırıldığı bir çalışmada morfolojik farklılıkların böceğin beslenme şekline bağlı olduğu ve proventrikulusta bulunan dişlerin sayısında farklılıkların bulunduğu bildirilmiştir (Fontanetti ve diğerleri, 2002).

Amutkan ve diğerleri (2015), yaptığı çalışmada *G. lineatum*’un proventrikulusunda diş benzeri herhangi bir yapıya rastlanmamıştır. Buna karşılık hücrelerin apikal bölgelerinin lümen içerisine doğru çıkıntı yapmış olduğu ve bu türde de diğer incelenen türlerdeki gibi hücrelerin tek katlı kübik epitelden meydana geldiği de gözlenmiştir.

Proventrikulus ile yapılan tüm bu çalışmalarla karşılaştırıldığında, *L.equestris*’in proventrikulusunda diş benzeri herhangi bir yapıya rastlanmamıştır. Buna karşılık hücrelerin apikal bölgelerinin lümen içerisine doğru çıkıntı yapmış olduğu ve bu türde de

diğer incelenen türlerdeki gibi hücrelerin tek katlı kübik epitelden meydana geldiği de gözlenmiştir

Sindirim işlevinin yapıldığı bölüm olan orta bağırsakla ilgili böcek takımlarında yapılan çalışmalarda *Erinnyis elio* (Lepidoptera: Sphingidae) ve *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)'nın orta bağırsaklarında bulunan farklı özellikteki hücreler TEM ile açıklanmıştır (Santos ve diğerleri, 1984; Brown ve diğerleri, 1985).

Hung ve diğerleri (2000), *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae)'in üç bölgeye ayrılan orta bağırsağının epitel tabakasının, bağırsak lümeni içerisine uzanan iki tabakalı peritrofik membran ve mikrovilluslarla karakterize edildiğini bulmuşlardır.

Heteroptera türlerinin orta bağırsakları boyut ve şekil olarak farklı, dört kısma ayrılmıştır. *Philaenus leucophthalmus* (Heteroptera: Aphrophoridae)'ta orta bağırsak epitelini çevreleyen bir kutikül tabakası bulunmamaktadır ve çok sayıda tek katlı kübik ve silindirik hücreler yer almıştır (Cecil, 1930).

Oncopeltus fasciatus (Heteroptera: Lygaeidae)'ta orta bağırsağı üç kısımdan oluşur ve önde geniş bir mideye, dar tübüler bir boruya ve en uçta da kese benzeri bir yapıya sahiptir. Hücreler yine tek tabakalı kübik ve silindirik olarak dizilim göstermişlerdir (Hood, 1937).

Pyrops candelaria (Hemiptera: Fulgoridae)'nın orta bağırsağın ultrastrüktürünü ve işlevsel farklılaşmasını ışık mikroskobu ve TEM kullanarak açıklamışlardır. Işık mikroskobu çalışmalarına göre; tüm orta bağırsağı anterior, orta ve posterior bölge olmak üzere üç bölgeye ayırmışlardır. Yaklaşık aynı uzunlukta olan bu bölgeler histolojik, ultrastrüktürel ve sitokimyasal özellikleri bakımından farklılıklar göstermişlerdir. Anterior bölge tek hücreli kalın bir epitelden oluşmuştur. Orta bölge uzun silindirik hücrelerden meydana gelirken posterior bölgede ise bazal laminaya yerleşmiş kısa silindirik hücreler bulunmuştur. Mikrovillusların uzunlukları da bölgelere göre farklılık göstermiştir (Cheung ve Marshall, 1982).

Boonsriwong ve diğeri (2007)'nin, *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nin sindirim kanalının yapısı ile ilgili yaptıkları çalışmada orta bağırsağın mikrovilluslara sahip, dört-beş katlı kübik epitelden oluştuğunu bulmuşlardır.

Brontocoris tabidus (Heteroptera: Pentatomidae)'nin orta bağırsağının morfolojisi ile ilgili çalışmada ise türün orta bağırsağı; kısa bir anterior bölge, posterior bölge ve posterior bölgeye açılan basit bir tüp şeklinde olan uzun bir median bölge olmak üzere üç bölgeye ayrıldığı bulunmuştur (Guedes ve diğeri, 2003).

Orta bağırsak ile ilgili yapılan bir diğeri çalışmada *Riptortus clavatus* ve *Leptocorisa chinensis* (Heteroptera: Alydidae)'in orta bağırsaklarının posterior bölgesindeki simbiyotik bakterilerin, ışık mikroskobu, TEM, in-situ hibridizasyon, PCR ve moleküler filogenetik analizlerini yapmıştır. Aynı familyada olan bu iki türde de aynı tip bakterinin olacağı düşünülmüş fakat araştırmalar sonucunda iki ayrı bakteri türü ortaya çıkmıştır (Kikuchi ve diğeri, 2005).

Lygaeus equestris'te ise çalışılan diğeri Heteroptera türlerine benzer olarak orta bağırsak mide, orta bağırsak kanalı ve "bulb" olmak üzere şekil ve boyut olarak birbirinden farklı üç bölgeye ayrılmıştır ve orta bağırsakta tek katlı kübik ve silindirik hücreler yer almaktadır.

Sindirim sisteminin bir parçası olarak görülen gastrik çekum yapısı ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Jones ve Zeve (1968)'nin yaptıkları çalışmada *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)'nin gastrik çekumunun yapısını incelemiş ve yapının içte uzunlamasına, dışta halkasal kaslardan oluştuğu görülmüştür.

Glasgow (1914), Heteroptera alt takımına ait bazı türlerin gastrik çekumları ve çekal bakteriler ile ilgili yaptığı çalışmada, bağırsağın sindirimle alakalı bölgesinin posterior sonunda bulunan çok iyi gelişmiş gastrik çekumların olduğunu ve içlerinin her zaman bakterilerle dolu olduğunu bulmuştur. Glasgow (1914) yaptığı çalışmada elde ettiği sonuçlara benzer olarak *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) ile yapılan laboratuvar çalışmalarında da, gastrik çekumda *Pantoea* sp. bakterisinin olduğu bulunmuştur (Hirose ve diğeri, 2006). *Lygaeus equestris*'te bu yapıya rastlanmamıştır.

Çeşitli böcek takımlarında incelenen Malpighi tüpleri sayıları ve kalınlıkları değişen tüpler şeklindedir. *Baetis rhodani* (Ephemeroptera: Baetidae)'de incelenen çok sayıda bulunan Malpighi tüpleri kanal şeklinde görülmüştür (Gaino ve Rebor, 2000a). *Solenopsis saevissima* (Hymenoptera: Formicidae)'nın yüzeyi düz olan Malpighi tüpleri altı tanedir ve uzunlukları farklı olan üç segmente ayrılmıştır (Arab ve Caetano, 2002).

Boonsriwong ve diğerleri (2007), *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nın sindirim kanalı ile ilgili yaptıkları çalışmada iki tane bulunan Malpighi tüplerinin kübik hücrelerden meydana geldikleri belirtilmiştir. Acar (2009), *Melanogryllus desertus* (Orthoptera: Gryllidae)'ta ışık mikroskopuyla incelediği Malpighi tüplerinde distal ve proksimal olmak üzere iki bölge olduğunu, tek katlı kübik epitelden meydana geldiğini ve kapalı uçları ile hemolenfte serbest olarak buldukları ifade edilmiştir.

Hemiptera Malpighi tüpleri ile ilgili çalışmalarda bu yapının ucu kapalı tüp şeklinde olduğu, fakat bölgesel olarak kalınlıklarının değiştiği görülmüştür (Srivastava ve Bahadur, 1961).

Tibicen (Hemiptera, Cicadidae) ve *Magicicada* (Hemiptera, Cicadidae)'da tüplerin boncuk tanesi şeklinde uzunlukları farklı segmentlerden meydana geldiği görülmüştür (Rakitov 2002).

Xie ve diğerleri (2011), *Ceroplastes japonicus* (Hemiptera: Coccidae)'un Malpighi tüpleri ile yaptıkları çalışmalarında üzerinde porlar bulunan ve lümene bakan kısımlarda çok sayıda mikrovilluslara sahip olduklarını gözlemişlerdir.

Amutkan (2011), yaptığı çalışmada *G. lineatum*'da ise iki çift olarak bulunan Malpighi tüpleri farklı uzunlukta iki bölgeye ayrılmış ve düz bir kanal şeklinde çıkan tüplerin daha sonradan boncuk tanesi şeklini aldığı ve ucu kapalı olarak vücut boşluğunda serbest olarak uzandığını görülmüştür.

Bu çalışmada incelenen *L. equestris*'te ise iki çift olarak bulunan Malpighi tüpleri farklı uzunlukta iki bölgeye ayrılmış ve düz bir kanal şeklinde çıkan tüplerin daha sonradan boncuk tanesi şeklini aldığı ve ucu kapalı olarak vücut boşluğunda serbest olarak uzandığını görülmüştür.

Arka bağırsağın yapısı ile ilgili çalışmalarda arka bağırsağın kısımları ve hücre tabakaları açıklanmıştır.

Levy ve diğerleri (2004b), *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) larvasının arka bağırsağında kitinöz bir intima tabakasının basit bir epitel tabakası ve kas tabakası ile arka bağırsak duvarını meydana getirdiği belirtilmiştir.

Boonsriwong ve diğerleri (2007), *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nın sindirim kanalı ile ilgili yaptıkları çalışmada arka bağırsağın kas tabakalarıyla çevrili tek tabakalı kübik hücrelerden oluştuğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada incelenen *L.equestris*'te dış yüzey kas tabakalarıyla çevrelenmiştir. *Ceroplastes japonicus*'e benzer olarak ileum ve rektum olmak üzere ikiye ayrılan arka bağırsakta tek katlı kübik-silindirik hücreler yer almaktadır. Bu çalışmada elde edilen verilere göre *Lygaeus equestris*'in sindirim kanalı tüm böcek grupları ile karşılaştırıldığında kendisinin de içinde bulunduğu Heteroptera familyasına ait diğer türler ile daha çok benzerlik göstermektedir. Gerek yapısal gerekse histolojik özelliklerdeki farklılıklar göz önünde bulundurulduğunda çalışılacak diğer türlerin sindirim sistemlerinin aydınlatılmasında önemli bir yer tutmaktadır.

KAYNAKLAR

- 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. (2011). *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae)'un sindirim kanalının ultrastrüktürü, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-106.
- Amutkan, D., Suludere, Z., Candan, S. (2015). Ultrastructure of Digestive Canal of *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae), **Journal of the Entomological Research Society**, 17(3), 75-96.
- Anderson, D.B., Solbreck, C. (1991). Seed bugs in trophic webs: interactions with resources, competitors and enemies. I. Life histories and habitat exploitation of two lygaeid bugs, *Lygaeus equestris* and *Tropidothorax leucopterus*, sharing the host plant *Vincetoxicum hirundinaria*. **Vaxtskyddsrapporter, Avhandlingar** (22), 1-32.
- Arab, A., 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.
- Azevedo, D.O., Neves, C.A., Santos Mallet, J.R.D., Gonçalves, T.C.M., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E. (2009). Notes on midgut ultrastructure of *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cimicidae), **Journal of Medical Entomology**, 46(3), 435-441.
- Bandani, A.R., Kazzazi, M., Allahyari, M. (2010). Gut pH and isolation and characterization of digestive α -D-glucosidase of sunn pest, **Journal of Agricultural Science and Technology**, 12, 265-274.
- Barber, D.T., Cooksey, L.M., 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.
- Boonsriwong, W., Sukontason, K., Olson, J.K., Vogtsberger, R.C., Chaithong, U., Kuntalue, B., Ngern-klun, R., Upakut, S., Sukontason, K.L. (2007). Fine structure of the alimentary canal of the larval blow fly *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae), **Parasitology Research**, 100, 561-574.
- Brown, M.R., Raikhel, A.S., Lea, A.O. (1985). Ultrastructure of midgut endocrine cells in the adult mosquito, *Aedes aegypti*, **Tissue & Cell**, 17(5), 709-721.
- Bursalı, A. (1996). *Pezodrymedusa lata* Karadağ (Orthoptera: Tettigoniidae)'nın sindirim kanalının histolojik ve histokimyasal yapısının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, **Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Tokat, 1-28.
- Bution, M.L., Caetano, F.H. (2008). Ileum of the cephalotes ants: a specialized structure to harbor symbionts microorganisms, **Micron**, 39, 897-909.

- Bution, M.L., Caetano, F.H., Britto, F.B., Tomaino Gomes, G.A. ve Zara, F.J. (2006). Histology and histochemistry of the ventriculus of *Dolichoderus* (= *Monacis*) *bispinosus* (Olivier, 1792) (Hymenoptera: Formicidae), *Micron*, 37(3), 249-254.
- Cecil, R. (1930). The alimentary canal of *Philaenus leucophthalmus* L., *The Ohio Journal of Science*, 30(2), 120-130.
- Chapman, R.F. (1998). *Alimentary canal, digestion and absorption, The Insect: Structure and Function* (4th edition). United Kingdom: **Cambridge University Press**, 38-68.
- Cheung, W.W.K., Marshall, A.T. (1982). Ultrastructural and functional differentiation of the midgut of the lantern bug, *Pyrops candelaria* Linn. (Homoptera: Fulgoridae), *Cytologia*, 47, 325-339.
- 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.
- Eberhard, S.H., Krenn, H.W. (2003). Salivary glands and salivary pumps in adult Nymphalidae (Lepidoptera), *Zoomorphology*, 122, 161-167.
- Fialho, M.D.C.Q., Zanuncio, J.C., Neands, C.A., Ramalho, F.S., Serrão, J.E. (2009). Ultrastructure of the digestive cells in the midgut of the predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera, Pentatomidae) after different feeding periods on prey and plants, *Annals of the Entomological Society of America*, 102(1), 119-127.
- Fontanetti, C.S., Zefa, E., Passetti, F., 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., Reborá, M. (2000a). Malpighian tubules of the nymph of *Baetis rhodani* (Ephemeroptera: Baetidae), *Italian Journal of Zoology*, 67, 31-38.
- Gartner, L. P. (1985). The fine structural morphology of the midgut of adult *Drosophila*: a morphometric analysis, *Tissue & Cell*, 17(6), 883-888.
- Glasgow, H. (1914). The gastric caeca and caecal bacteria of the Heteroptera, *Biological Bulletin*, 26(3), 101-170.
- Guedes, B.A.M., Serrão, J.E., Zanuncio, J.C., Neves, C.A. (2003). Morphology of the midgut in the predatory sting bug *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae), *XIX Congress of the Brazilian Society for Microscopy and Microanalysis*, Brezilya, 101-102.
- Gullan, P.J., Cranston, P.S. (2012). *The Insect an Outline of Entomology* (3th edition). Australia: **Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd. Publication**, 563.

- Habibi, J., Coudron, T.A., Backus, E.A., Brandt, S.L., Wagner, R.M., Wright, M.K., Huesing, J.E. (2008). Morphology and histology of the alimentary canal of *Lygus hesperus* (Heteroptera: 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 *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.
- Hirose, E., Panizzi, A.R., Souza, J.T., Cattelan, A.J., Aldrich, J.R. (2006). Bacteria in the gut of southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae), *Annals of the Entomological Society of America*, 99(1), 91-95.
- 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.
- Horvath, Z. (2002). Frank J. Data on the biology of the red spotted bug (*Spilostethus* (= *Lygaeus*) *equestris* L., Het., Lygaeidae) causing the achene greening of alimentary cross-bred sunflower, *Cereal Research Communications*. 30(3/4), 351-358.
- Hung, C., Lin, T., Lee, W. (2000). Morphology and ultrastructure of the alimentary canal of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) (2): the structure of the midgut, *Zoological Studies*, 39(4), 387-394.
- Jones, J.C., Zeve, V.H. (1968). The fine structure of the gastric caeca of *Aedes aegypti* larvae, *Journal of Insect Physiology*, 14(11), 1567-1570.
- Kıyak S, Öz Saraç Ö, Salur A. (2004). Nevşehir ili (Türkiye) Heteroptera faunasına katkılar, *G.Ü. Journal of Science*. 17(1), 21-29.
- Kikuchi, Y., Meng, X.Y., Fukatsu, T. (2005). Gut symbiotic bacteria of the genus *Burkholderia* in the broad-headed bugs *Riptortus clavatus* and *Leptocoris chinensis* (Heteroptera: Alydidae), *Applied and Environmental Microbiology*, 71(7), 4035-4043.
- 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., Toledo, L.A. (2004). Morphological study of the hindgut in larvae of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), *Neotropical Entomology*, 33(4), 427-431.
- Liu, S., Hua, B. (2009). Ultramorphology of the proventriculus in Panorpidae and Bittacidae (Mecoptera), *Micron*, 40, 899-905.

- Lodos N, Önder F, Pehlivan E, Atalay R, Erkin E, Karsavuran Y, Tezcan S, Aksoy S. (1999). *Faunistic studies on Lygaeidae (Heteroptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey*, İzmir: **Ege Üniversitesi Basımevi**, 58.
- Lodos, N., Önder F, Pehlivan E, Atalay R. (1978). *Ege ve Marmara Bölgesinin zararlı böcek faunasının tespiti üzerinde çalışmalar [(Curculionidae, Scarabaeidae (Coleoptera); Pentatomidae, Lygaeidae, Miridae (Heteroptera)]*, Ankara: **T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zir.Müc.Zir.Kar.Gen.Md. Yay.**, 301.
- Lodos, N. (1982). *Türkiye Entomolojisi II (Genel, Uygulamalı ve Faunistik)*, İzmir: **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay.**, 591.
- Lodos, N., Önder, F. (1986). *Heteroptera Türkiye ve Palearktik Bölge Familyaları Hakkında Genel Bilgi*, İzmir: **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları**, 111.
- Maria Esmeralda C. de Sousa, Valéria Wanderley-Teixeira, Álvaro A.C. Teixeira, Herbert A.A. de Siqueira, Fábio A.B. Santos, Luiz C. Alves. (2009). Ultrastructure of the *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) midgut, **Micron**, 40(7), 743-749.
- Martins, G.F., Neves, C.A., Campos, L.A.O., Serrão, J.E. (2006). The regenerative cells during the metamorphosis in the midgut of bees, **Micron**, 37, 161-168.
- Nardi, J.B., Bee, C.M., Miller, L.A. ve 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.
- Neves, C.A., Bhering, L.L., Serrão, J.E., Gitirana, L.B. (2002). FMRFamide-like midgut endocrine cells during the metamorphosis in *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera, Apidae), **Micron**, 33, 453-460.
- Neves, C.A., Fialho, M.C., Zanuncio, J.C., Ramalho, F.S., Serrão, J.E. (2009). Ultrastructure of the digestive cells in the midgut of the predator *Brontocoris Tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) after different feeding periods on prey and plants, **Entomological Society of America** 102(1), 119-127.
- Neves, C.A., Gitirana, L.B., Serrão, J.E. (2003a). FMRFamide-like immunoreactive midgut endocrine cells in different castes of the bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Apidae; Meliponini), **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, 20(3), 157-164.
- Neves, C.A., Gitirana, L.B., Serrão, J.E. (2003b). Ultrastructure of the midgut endocrine cells in *Melipona quadrifasciata anthidioides*, **Brazilian Journal of Biology**, 63(4), 683-690.
- Özsaraç, O., Kıyak, S. (2001). A study on the heteroptera fauna of Bozcaada (Çanakkale Province) Turkey, **Turkish Journal of Zoology**. 25(3), 313-322.

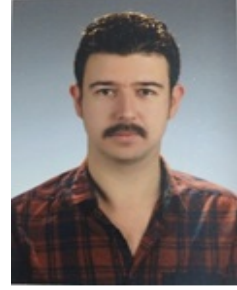
- Postle, A.C., Woodward, T.E. (1988). The digestive and male internal reproductive systems of some australian anthocoridae (Hemiptera), *Australian Journal of Entomology*, 27, 117-129.
- Prado, M.A., Montuenga, L.M., Villaro, A.C., Etayo, J.C., Polak, J.M., Sesma, M.P. (1992). A novel granular cell type of locust Malpighian tubules: ultrastructural and immunocytochemical study, *Cell and Tissue Research*, 268(1), 123-130.
- Rakitov, R.A. (2002). Structure and function of the Malpighian tubules, and related behaviors in juvenile cicadas: Evidence of homology with spittlebugs (Hemiptera: Cicadoidea & Cercopoidea), *A Journal of Comparative Zoology*, 241(2), 117-130.
- Roche, R.K., Wheeler, D.E. (1997). Morphological specializations of the digestive tract of *Zacryptocerus rohweri* (Hymenoptera: Formicidae)”, *Journal of Morphology*, 234, 253-262.
- Rost, M.M. (2006). Ultrastructural changes in the midgut epithelium in *Podura aquatica* L. (Insecta, Collembola, Arthropleona) during regeneration, *Arthropod Structure & Development*, 35, 69-76.
- 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.
- Rost-Roszkowska, M.M., Chechelska, A., Frądczak, M. ve Salitra, K. (2008). Ultrastructure of two types of endocrine cells in the midgut epithelium of *Spodoptera exiqua* Hübner, 1808 (Insecta, Lepidoptera, Noctuidae), *Zoologica Poloniae*, 53(1-4), 27-35.
- Rubio, J.D., Bustillo, A.E., Vallejo, L.F., Acuña, J.R., Benavides, P. (2008). Alimentary canal and reproductive tract of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), *Neotropical Entomology*, 37(2), 143-151.
- Santos, C.D., Ribeiro, A.F., Ferreira, C., Terra, W.R. (1984). The larval midgut of the cassava hornworm (*Erinnyis elio*) ultrastructure, fluid fluxes and the secretory activity in relation to the organization of digestion, *Cell and Tissue Research*, 237, 565-574.
- Santos, C.G., Neves, C.A., Zanuncio, J.C. ve Serrão, J.E. (2009). Postembryonic development of rectal pads in bees (Hymenoptera, Apidae), *The Anatomical Record*, 292(10), 1602-1611.
- Serrão, J.E. (2001). A comparative study of the proventricular structure in corbiculate apinae (Hymenoptera, Apidae), *Micron*, 32, 379-385.
- Serrao, J.E., Ramalho, F.S., Zanuncio, J.C., Fialho, M.C.Q., Teixeira, A.D. (2013). Degeneration and cell regeneration in the midgut of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) during post-embryonic development, *Arthropod Structure & Development*, 42(3), 237-246.

- Sillen-Tullberg, B., Solbreck, C. (1990). Population dynamics of a seed feeding bug, *Lygaeus equestris*. 2. Temporal dynamics, *Oikos*, 58 (2), 210-218.
- Silva, C.P., Ribeiro, A.F., Gulbenkian, S., 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.
- Solbreck, C., Sillen-Tullberg, B. (1990). Population dynamics of a seed feeding bug, *Lygaeus equestris*. 1. Habitat patch structure and spatial Dynamics, *Oikos*, 58 (2), 199-209.
- Solbreck, C. (1991). Unusual weather and insect population dynamics: *Lygaeus equestris* during an extinction and recovery period, *Oikos*, 60(3), 343-350.
- Srivastava, U.S., Bahadur, I. (1961). The development of the Malpighian tubules in *Dysdercus koenigi* (Hemiptera, Pyrrhocoridae), *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 102(3), 347-360.
- Sweet II M. (2000). *Seed and Chinch bugs (Lygaeoidea)*, 143-264, (Editörler: CW Schaefer, AR Panizzi. Heteroptera of Economic Importance). New York: **CRC Pres**, 828.
- Wood, A.R., Lehane, M.J. (1991). Relative contributions of apocrine and eccrine secretion to digestive enzyme release from midgut cells of *Stomoxys calcitrans* (Insecta: Diptera), *Journal of Insect Physiology*, 37(2), 161-166.
- Xie, Y., Liu, W., Zhang, Y., Xiong, Q., Xue, J., Zhang, X. (2011). Morphological and ultrastructural characterization of the alimentary canal in Japanese wax scale (*Ceroplastes japonicus* Green), *Micron*, 42(8), 898-904.
- Yanık, E., Yücel, A. (2001). The pistachio (*P. vera* L.) pests, their population development and damage state in Sanliurfa province. *XI. G.R.E.M.P.A. Meeting* (1-4 September, Şanlıurfa), 301-309.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : DEMİRKOL, Eray
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 27.05.1988, Çanakkale
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (554) 570 22 90
e-mail : eray.demirkol@os.gazi.edu.tr



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Biyoloji	Devam Ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi /Biyoloji	2006
Lise	Biga Atatürk Anadolu Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010	Gazi Üniversitesi	Stajyer

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Yüzme, Masa Tenisi



GAZİ GELECEKTİR...