



***CARPOCORIS PUDICUS* (PODA, 1761) (HETEROPTERA:
PENTATOMIDAE)'UN SİNDİRİM KANALININ ULTRASTRÜKTÜRÜ**

Hatice METİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2014

Hatice METİN tarafından hazırlanan “*Carpocoris pudicus* (Poda, 1761) (Heteroptera: Pentatomidae)’un Sindirim Kanalının 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 SULUDER

Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Prof. Dr. Nursel GÜL

Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 22/07/2014

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

.....

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

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.

Hatice METİN

CARPOCORIS PUDICUS (PODA, 1761) (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)'UN
SİNDİRİM KANALININ ULTRASTRÜKTÜRÜ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hatice METİN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2014

ÖZET

Bu çalışmada *Carpocoris pudicus*'un (Poda, 1761) (Heteroptera, Pentatomidae) sindirim kanalının yapısı ışık, taramalı (SEM) ve geçirmeli (TEM) elektron mikroskobu ile incelenmiştir. *C. pudicus*'un sindirim kanalı ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç farklı bölgeye ayrılır. Ön bağırsak; tükrük bezi, yardımcı tükürük bezi, farinks, özofagus, proventrikulus ve ventrikulus'dan oluşmaktadır. Orta bağırsakta; orta bağırsak kanalı ve bulb yapısı vardır. Arka bağırsak; ileum ve rektum'dan oluşmaktadır. İleum yapısına bağlı Malpighi tüpleri ve gastrik çekum bulunmaktadır. Yapılan elektron mikroskobu incelemesi sonucu *Carpocoris pudicus*'un sindirim kanalının diğer Heteroptera türlerinin sindirim kanallarıyla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Ön bağırsakta tükrük bezi ve mide silindirik epitelden, yardımcı tükürük bezi kübik epitelden, proventriculus ise yalancı çok tabakalı epitel meydana gelir. Mideye göre proventriculusun iç yüzeyi çok fazla girintili çıkıntılıdır. Ön bağırsağın kısımlarından olan farinks ve özofagus ise kafanın sert kitin kısmından ayrılamadığından incelenememiştir. Orta bağırsakta; orta bağırsak kanalı silindirik epitelden, “bulb” kübik ve yassı epitelden meydana gelir. Arka bağırsakta ileum silindirik epitelden, rektum kübik-silindirik epitelden oluşmaktadır. İleum yapısına bağlı Malpighi tüpleri kübik epitelden, gastrik çekum ise tek tabakalı epitle astarlı yassı keseler şeklindedir. SEM ve TEM görüntüleri sindirim kanalı yüzeyinin dışta boyuna, içte dairesel kaslarla çevrili olduğunu göstermiştir.

Bilim Kodu : 203.1.058

Anahtar Kelimeler : *Carpocoris pudicus*, Orta Bağırsak, Malpighi Tüpleri, Işık Mikroskobu, Taramalı Elektron Mikroskobu, Geçirmeli Elektron Mikroskobu

Sayfa Adedi : 113

Danışman : Prof. Dr. Selami CANDAN

ULTRASTRUCTURE OF DIGESTIVE CANAL OF *CARPOCORIS PUDICUS* (PODA,
1761) (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)

(M. Sc. Thesis)

Hatice METİN

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

July 2014

ABSTRACT

In this study, ultrastructure of digestive canal of *Carpocoris pudicus* (Poda, 1761) (Heteroptera: Pentatomidae) was examined with the use of light, scanning (SEM) and transmission (TEM) electron microscope. Digestive canal of *C. pudicus* consists of three distinct regions: Foregut, midgut and hindgut. Foregut is consists of salivary glands, pharynx, esophagus, proventriculus and ventriculus. Midgut has midgut channel and the bulb structure. Hindgut has the ileum and the rectum. There are Malpighian and gastric cecum depending on the nature ileum. As a result of the electron microscope examination it's determined that *Carpocoris pudicus*'s digestive canal shows similarity with other Heteroptera species' digestive canals. In foregut cylindrical epithelium stomach and salivary glands occurs cylindrical epithelium, helpful salivary glands occurs cubic epithelium and proventriculus occurs the pseudo-stratified epithelium. The inner surface of proventuculus has much indentation than stomach. Due to inseparable from the hard part of the kit, the pharynx and esophagus that is part of foregut has not been studied. In mid-gut; cylindrical channel of midgut occurs the cylindrical epithelium, "bulb" occurs cubic and squamous epithelium. In hindgut ileum occurs cylindrical epithelium, the rectum is consists of cubic-cylindrical epithelium. Depending on the nature of the ileum Malpighian cubic epithelium consisted of a single layer of gastric epithelium lining the cecum has the form of flat sacs. Depending on the ileum's structure of Malpighian tubules is consisted of cubic epithelium, gastric cecum has lined pouch- shaped with the single layer epithelium. According to SEM and TEM 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.

Science Code : 203.1.058

Key Words : Carpocoris pudicus, Midgut, Malpighian Tubules, Light Microscope, Scanning Electron Microscope, Transmission Electron Microscope

Page Number : 113

Supervisor : Prof. Dr. Selami CANDAN

TEŞEKKÜR

Çalışma konumun belirlenmesinde, mikroskop çalışmalarında ve tezimin her aşamasında değerli bilgilerini ve desteğini benden esirgemeyen sevgili danışman hocam Prof. Dr. Selami CANDAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Geçirmeli elektron mikroskobu (TEM) çalışmalarında bana yardımcı olan ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Zekiye SULUDERE'ye, laboratuvar çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan Uzm. Nurcan ÖZYURT, Uzm. Damla AMUTKAN ve Araş. Gör. Irmak POLAT'a ve benim bugünlere gelmemi sağlayan ve her zaman yanımda olan değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
RESİMLERİN LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE METOT.....	25
2.1. İncelenen Materyal Hakkında Genel Bilgi.....	25
2.2. Örneklerin Toplanması ve Laboratuarda Üretimi	25
2.3. Işık Mikroskobu İçin Örneklerin Hazırlanması	26
2.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İçin Örneklerin Hazırlanması	26
2.5. Geçirmeli Elektron Mikroskobu (TEM) için Örneklerin Hazırlanması.....	26
3. BÖCEKLERİN SİNDİRİM SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	39
4.1. Ön Bağırsak	40
4.1.1. Tükürük bezi	40
4.1.2. Yardımcı tükürük bezi.....	46
4.1.3. Proventriculus ve mide (Ventriculus)	50
4.2. Orta Bağırsak	62
4.2.1. Orta bağırsak kanalı	62
4.2.2. Bulb	68
4.3. Arka Bağırsak	75

	Sayfa
4.3.1. İleum	75
4.3.2. Gastrik çekum	80
4.3.3. Malpighi tüpleri.....	87
4.3.4. Rektum	95
 5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	 99
KAYNAKLAR	107
ÖZGEÇMİŞ	115

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. <i>Carpocoris pudicus</i> 'un genel şekli	25
Şekil 3.1. Böceklerdeki sindirim sistemi şekli.....	30
Şekil 3.2. Böceklerdeki sindirim sistemi şematik şekli	32
Şekil 3.3. Orta bağırsakta peritrofik membran, endo- ve ekzo-peritrofik alan	33
Şekil 3.4. Son bağırsakta atıkların ayrışmasında izlenen yolun şematik gösterimi.....	35
Şekil 3.5. Son bağırsakta bulunan kısımların şematik gösterimi.....	36
Resim 4.1. <i>Carpocoris pudicus</i> sindirim kanalının genel görünüşü	39
Resim 4.2. <i>C. pudicus</i> da tükrük bezinin genel görünümü	40
Resim 4.3. Tükrük bezinin genel görünümü.....	41
Resim 4.4. Tükrük bezinin anterior ve posterior bölgesinin bağlantı kısmı ve trakeler..	41
Resim 4.5. Tükrük bezinin posterior bölgesinin yüzey yapısı	42
Resim 4.6. Tükrük bezinin anterior kısmının yüzey ve yan yüzey yapısı	42
Resim 4.7. Tükrük bezinde salgı granülleri	43
Resim 4.8. Tükrük bezinin genel görünümü.....	43
Resim 4.9. Tükrük bezi hücresi	44
Resim 4.10. Tükrük bezi hücresinin sitoplazmasında mikrotübükçükler ve salgı granülleri	44
Resim 4.11. Tükrük bezi hücresinin sitoplazma içeriği ve salgı granülleri.....	45
Resim 4.12. Tükrük bezi hücresinin bazal zarı ve bazal zar altında trake borusunun enine kesiti	45
Resim 4.13. Tükrük bezi ve yardımcı tükrük bezinin genel görünümü.....	46
Resim 4.14. Yardımcı tükrük bezinin kanal görünümü	47
Resim 4.15. Yardımcı tükrük bezinin genel görünümü	47
Resim 4.16. Yardımcı tükrük bezi hücrelerinin görünümü	48

Resim	Sayfa
Resim 4.17. Yardımcı tükrük bezi hücrelerinin görünümü	48
Resim 4.18. Yardımcı tükrük bezi hücrelerinde yer alan çok sayıdaki salgı granülleri .	49
Resim 4.19. Yardımcı tükrük bezi hücrelerinde salgı granülleri.....	49
Resim 4.20. <i>C. pudicus</i> da poventriculus ve midenin genel görünümü	50
Resim 4.21. <i>C. pudicus</i> da proventriculus ve mide	51
Resim 4.22. Proventriculus ve midenin genel görünümü	52
Resim 4.23. Proventriculusun dış yüzey görünümü ve yüzeyi saran trakeler	52
Resim 4.24. Midenin dış yüzey görünümü	53
Resim 4.25. Midenin dış yüzey görünümü ve trake boruları.....	53
Resim 4.26. Proventriculus ve midenin dış ve iç yüzey görünümü	54
Resim 4.27. Proventriculusun iç yüzey görünümü ve trake borusu	54
Resim 4.28. Proventriculusun iç yüzey görünümü ve mikrovilluslar	55
Resim 4.29. Midenin iç yüzey görünümü	55
Resim 4.30. Midenin iç yüzey yapısı	56
Resim 4.31. Mide epitel hücrelerinin dış yüzey görünümü ve kas dokusu	56
Resim 4.32. Proventriculus kesiti	57
Resim 4.33. Mide kesiti.....	57
Resim 4.34. Proventriculus, yalancı çok tabakalı epitel hücreleri ve lümen	58
Resim 4.35. Proventriculus kesiti, epitel hücreleri ve çekirdekleri	58
Resim 4.36. Proventriculus, yalancı çok tabakalı epitel	59
Resim 4.37. Proventriculus bazal zar katlanmaları ve kas tabakası	59
Resim 4.38. Proventriculus bazal zar katlanmaları ve kas tabakası	60
Resim 4.39. Proventriculus da mikrovilluslar, çekirdek ve lümen	60
Resim 4.40. Proventriculus, grannüllü endplazmik retikulum, sferikal yapılar	61

Resim	Sayfa
Resim 4.41. Orta bağırsak kanalının genel görünümü	62
Resim 4.42. Orta bağırsak kanalının mideye bağlandığı kısım	63
Resim 4.43. Orta bağırsak kanalının bulbe bağlandığı kısım	63
Resim 4.44. Orta bağırsak kanalının dış yüzey görünümü ve trakeler	64
Resim 4.45. Orta bağırsak kanalının mısır tanesi görünümlü dış yüzeyi.....	64
Resim 4.46. Orta bağırsak kanalı.....	65
Resim 4.47. Orta bağırsak kanalındaki silindirik hücreler.....	65
Resim 4.48. Orta bağırsak kanalındaki epitel hücreleri ve mikrovilluslar.....	66
Resim 4.49. Orta bağırsak kanalındaki mikrovilluslar.....	66
Resim 4.50. Orta bağırsak kanalındaki mikrovilluslar ve lateral zar katlanmaları	67
Resim 4.51. Orta bağırsak kanalı epitel hücrelerindeki granüllü endoplazmik retikulum ve salgı granülleri	67
Resim 4.52. <i>C. pudicus</i> da bulb	68
Resim 4.53. Orta bağırsak kanalının bulb yapısına bağlandığı kısım	69
Resim 4.54. Bulb dış yüzey görünümü	69
Resim 4.55. Bulb dış yüzey görünümü ve trake	70
Resim 4.56. Bulb iç yüzey görünümü ve ileuma bağlanan kanal.....	70
Resim 4.57. Bulb dış yüzeyi ve iç kısımdaki hücrelerin görünümü.....	71
Resim 4.58. Bulb, silindirik hücre yapısı	71
Resim 4.59. Bulb, kübik hücrelerin genel görünümü, mikrovilluslar ve çekirdek	72
Resim 4.60. Bulb, kübik hücre yapısı	72
Resim 4.61. Bulb genel görünümü	73
Resim 4.62. Bulb hücrelerinin görünümü	73
Resim 4.63. Bulb hücrelerinde çekirdek ve mikrovillus.....	74
Resim 4.64. Bulb mikrovillus görüntüsü	74

Resim	Sayfa
Resim 4.65. İleumun genel görünümü	75
Resim 4.66. İleumun enine kesiti ve gastrik çekum.....	75
Resim 4.67. İleum ve gastrik çekum yapısı	76
Resim 4.68. İleum.....	76
Resim 4.69. İleum hücre yapısı	77
Resim 4.70. İleum hücre yapısı	78
Resim 4.71. İleum da mikrovillus ve çekirdek yapısı	78
Resim 4.72. İleum da mikrovilluslar ve çekirdek.....	79
Resim 4.73. <i>C. pudicus</i> da gastrik çekum	80
Resim 4.74. Gastrik çekumun ileuma bağlandığı kısım	81
Resim 4.75. Gastrik çekumun içinde yer alan bakteriler	81
Resim 4.76. Gastrik çekumdaki bakteriler	82
Resim 4.77. Gastrik çekum ve ileumun enine kesiti	82
Resim 4.78. Gastrik çekum ve ileum	83
Resim 4.79. Gastrik çekum ve ileum	83
Resim 4.80. Gastrik çekum da yer alan bakteriler.....	84
Resim 4.81. Gastrik çekum da yer alan bakteriler ve hücrenin çekirdeği	84
Resim 4.82. Gastrik çekum da yer alan bakteriler ve hücrenin çekirdeği	85
Resim 4.83. Gastrik çekum içerisindeki bakteriler	85
Resim 4.84. Gastrik çekum da yer alan bakteriler.....	86
Resim 4.85. Gastrik çekum	86
Resim 4.86. <i>C. pudicus</i> da Malpighi tüpleri	87
Resim 4.87. Malpighi tüpü.....	88
Resim 4.88. Malpighi tüpünün bağlandığı ampulla	88

Resim	Sayfa
Resim 4.89. Malpighi tüpü ve trake	89
Resim 4.90. Malpighi tüpünün boğumlu yapısı.....	89
Resim 4.91. Malpighi tüpünün kapalı uç kısmının kırılmış yapısı.....	90
Resim 4.92. Malpighi tüpündeki urat kristalleri	90
Resim 4.93. Malpighi tüpü.....	91
Resim 4.94. Malpighi tüpü kübik hücreleri	91
Resim 4.95. Malpighi tüpü kübik hücrelerdeki çekirdek ve mikrovillus.....	92
Resim 4.96. Malpighi tüpünde mikrovilluslar	92
Resim 4.97. Malpighi tüpü hücre sitoplazmasında salgı granülleri, mikrovillus ve lümen.....	93
Resim 4.98. Malpighi tüpü lateral zar katlanmaları ve mikrovillus	93
Resim 4.99. Malpighi tüpü hücrelerinin bazal zar katlanmaları.....	94
Resim 4.100. Rektumun genel görünümü.....	95
Resim 4.101. Rektumun yüzey görünümü	96
Resim 4.102. Rektumun kaslarla çevrili yüzey görünümü	96
Resim 4.103. Rektum kübik-silindirik hücre yapıları	97
Resim 4.104. Rektum hücrelerinde katlanma	97

1. GİRİŞ

Heteroptera takımı, Pterygota alt sınıfının, Exopterygota bölümünün en geniş grubunu oluşturur. Yeryüzünde 58 familyaya ait 40.000 kadar türü bilinen Heteroptera takımı türlerin büyük bir çoğunluğu tropik bölgelerde bulunmaktadır. Ancak diğer zoocoğrafik bölgelerde bulunan türleri de mevcuttur. Bu takıma ait türlerin çok az bir kısmı sucul olup genellikle karasal türleri ihtiva etmektedir. Karasal türlerin bir kısmı predatör, bir kısmı Cimex de olduğu gibi delici emici olup kan emerek beslenmekte, çoğunlukla ise bitki öz suları ile beslenmektedir [Lodos ve Önder, 1983].

Heteroptera takımı içerisinde yer alan Pentatomidae familyası tür sayısının fazla oluşu ve yeryüzünde geniş bir alanda yayılış göstermesi bakımından Heteroptera takımı içerisinde önemli bir yere sahiptir. Yeryüzünde bu familyaya ait 3400 kadar tür vardır. Ülkemizde ise yaklaşık 170 kadar türü bulunmaktadır [Lodos ve Önder, 1983].

Genel olarak Heteroptera takımı ve bu takıma ait bazı familyaların türlerinin çoğunluğu ekonomik öneme sahip olup, ülkemizde zaman zaman popülasyon yoğunluğunu artırarak tarım alanlarında zarara sebep olmakta ve ürün kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bu takıma ait böcekler dünya ve ülkemiz ekonomisi açısından son derece önemli olan tahıl bitkileri, fındık, pamuk, tütün, pirinç, baklagiller, kültür bitkileri ve meyve bahçelerinde bitkilerin meyve sap, çiçek, tohum, yaprak ve sürgünlerinin öz suyunu emerek bitkilerin kurumasına, tohumlarda çimlenme kabiliyetinin azalmasına, ürün kalitesinin düşmesine ve ürün kaybına sebep olmaktadır [Lodos, 1964, 1986; Ural, Işık ve Kurt 1973; Panizzi ve Herzog, 1984; Karsavuran, 1986, 1991, 1996; Molina-Rugama, Zanuncio, Torres ve Zanuncio 1997].

Böceklerle mücadelede çeşitli araştırmacılar tarafından denenen metodlar arasında insektisitler, parazitler, juvenoidler, kimyasal kısırlaştırıcılar ve beslenmeyi engelleyici maddeler kullanılmaktadır. Son yıllarda bu mücadele metotlarının dışında biyolojik mücadelede kullanılmaya başlanmıştır. Kullanılan bu metotlar genellikle nimf, larva ve ergin üzerinde etki yapmaktadır. Bu nedenle bu mücadelelerin yapılabilmesi için bu familyaya ait türlerin sindirim ve üreme yapılarının morfolojik, anatomik ve histolojik yapısının bilinmesi önem taşımaktadır [Crystal ve La Chance, 1963; Collier ve Downey;

1965; Borkovec, 1966; Imms, 1970; Sehnal, Metwally ve Gelbic 1976; De Bach ve Rose, 1991; Schuh ve Slater, 1995; Nation, 2002].

Canlılar hayatlarını devam ettirebilmek için besin maddelerinden gerekli enerjiyi sağlarlar. Bu enerjiyi elde etmek için de besinlerini yapı taşlarına ayırırlar [Aktümsek, 2009].

Böceklerdeki sindirim sistemi üç kısımda incelenmektedir. Ektodermal kökenli ön bağırsak (stomodeum); farinks, özofagus, kursak, proventrikulus ve mide giriş kapağından meydana gelmiştir. Endodermal kökenli orta bağırsak (mezenteron) bölmelere ayrılmaz. Ektodermal kökenli arka bağırsak (proktodeum) ise pilorus, pilorik kapak, ileum, kolon ve rektumdan meydana gelmiştir [Chapman, 1998].

Dünyada ekonomik öneme sahip böcek türlerinin sindirim sistemi ile ilgili yapılan çalışmalarda sindirim sistemleri genellikle ya bir böceğe ait tüm kısımlar ya da ayrı ayrı olarak kısımlar şeklinde yapılmıştır. Bu yapılan çalışmaların literatür özetleri ağızla başlayıp son bağırsakla sonlandırılmıştır.

Hood (1937), *Oncopeltus fasciatus* (Heteroptera: Lygaeidae)'un sindirim sisteminin anatomisini incelemiştir. Sindirim sisteminin; stomodaeum, mesenteron ve proctodaeum olmak üzere embriyolojik kökeni farklı üç ana kısımdan meydana geldiğini açıklamıştır. Stomodeumun veya ön bağırsağın (foregut) embriyonun baş kısmı olan ektodermal kökenden oluştuğu, proktodeum veya arka bağırsağın (hindgut) embriyonun son kısmından köken aldığını belirtmiştir. Mesenteron veya orta bağırsağın (midgut) ise embriyonik endodermal dokusundan oluştuğunu ifade etmiştir. Ön bağırsağın genişlemiş bölgesi olan farinksin, dar ve tübüler yapıda olan özofagusla birleştiği, özofagusa paralel uzanan bir çift tükürük bezinin olduğu ve her bezin dört bölge içerdiğini açıklamıştır. Arka bağırsağın anterior kısmında bulunan pilorus bölgesinden iki çift Malpighi tüpünün çıktığını gözlemiştir. Sindirim sisteminin histolojisinin ise tek tabakalı kübik ve silindirik hücrelerden oluştuğunu belirtmiştir. Epitel tabakasının orta bağırsakta daha ince olduğu, tüm sindirim kanalının ise halkasal ve dairesel kas tabakaları ile çevrelendiği yapılan çalışmayla gösterilmiştir.

Coronado-Gonzalez, Vijaysegaran ve Robinson (2008), *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)'nın ağız parçalarının morfolojisini ve türün beslenme mekanizmasını SEM kullanarak açıklamaya çalışmışlardır

Eberhard ve Krenn (2003), yetişkin Nymphalidae (Lepidoptera) da tükürük bezinin morfolojik yapısını incelemişlerdir. Tükürük bezi bir çift tüp şeklinde abdomenin içine kadar uzandığını ve epitelin tek tabakalı hücrelerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Tükürük bezinin anatomik ve histolojik yapısını beş farklı bölgeye ayırmışlardır. Tükürük bezinin anatomisi ve histolojik yapısı diğer Lepidoptera türleriyle benzerlik gösterdiğini görmüşlerdir.

Swart, Deaton ve Felgenhauer (2006), *Lethocerus uhleri* (Heteroptera; Belostomatidae: Lethocerinae) ve *Belostoma lutarium* (Heteroptera; Belostomatidae: Belostomatinae)'un tükürük bezi ve tükürük enzimleri ile ilgili araştırma yapmışlardır. *B. lutarium*'un tükürük bezinin iki proteolitik enzim içerdiğini ve amilaz ürettiğini, *L. uhleri*'nin ise üç proteolitik enzim içerdiğini, ancak amilaz enzimi üretmediğini gözlemişlerdir. Tükürük enzimlerinin yapısındaki bu temel farklılığın Lethocerinae ve Belostomatinae arasındaki beslenme tercihlerindeki farkla ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca, *B. lutarium*'un tükürük bezinin ultrastrüktürünü ve enzimlerin üretildiği bölümleri de incelemişlerdir. Amilaz enziminin tükürük bezinin ana lobunda üretildiğini, proteolitik enzimlerin ise yardımcı tükürük bezinde üretildiğini tespit etmişlerdir. Bu araştırma Heteroptera için proteaz üretiminin yardımcı tükürük bezinde yapıldığının ilk kanıtı olduğunu belirtmişlerdir.

Lee, Chen ve Lin (1998), *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae)'in foregut (ön bağırsak) ve kardiya yapısını ışık mikroskobu ve transmisyon elektron mikroskobu ile incelemişlerdir. Foregut bir ince tüp şeklinde, özofagus ve kursaktan oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Kursak yapısının özofagusun sonunda yer alan düz bir kanalla başladığını ve abdomenin ön kısmında kese şeklinde yer aldığını belirtmişlerdir. Özofagus ve kursak yapısının kalın bir kütikula (intima), ince ve basit epitel, bir bazal membran ve iyi gelişmiş bir dairesel kas ile çevrili olduğunu gözlemlemişlerdir. Kardiya yapısını foregut ve midgut arasında yer aldığını belirtmişler ve dış kısmında midgut epiteli, iç kısmında foregut epiteli bulunduğunu söylemişlerdir. Özofagus epitelinin boyuna ve halkasal kaslar tarafından çevrelendiğini, mide giriş kapağını oluşturmak için de kardiya içine uzanır şekilde olduğunu ve midguta besinlerin geçişini sağlamak için daralan bir şekil

aldığını belirtmişlerdir. Peritrofik membranın, kardiyanın son kısmından salgılandığını ve buradaki midgut mikrovilluslarından şekillendiğini ifade etmişlerdir.

Rost-Roszkowska, Machidab ve Fukuib (2010a), *Filientomon takanawanum* (Protura)'un midgut epitel hücrelerini araştırmışlar ve tek tük, dağınık rejeneratif hücrelerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Midgut epitel hücrelerinde organellerin dağılımının karakteristik olmadığını tespit etmişlerdir.

Rost-Roszkowska, Jansta ve Vilimova (2010b), iki Archaeognatha türünde *Lepismachilis notata* ve *Machilis hrabei*'da orta bağırsak epitel hücrelerinin dejenerasyon ve rejenerasyon süreçlerini ultrastrüktürel düzeyde karşılaştırmalı olarak tarif etmişlerdir. Her iki türün de orta bağırsak epitelinin rejeneratif hücrelerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Rejeneratif hücrelerin orta bağırsaktaki kök hücrelerin rolünü yerine getirdiğini söylemişlerdir.

Rost-Roszkowska ve diğerleri (2010c), *Epilachna cf. nylanderi* (Mulsant 1850) (Insecta, Coleoptera, Coccinellidae) yetişkin bireylerinin orta bağırsaktaki rejeneratif hücrelerin farklılaşmasını ışık mikroskobu ve elektron mikroskobu kullanarak incelemişlerdir. Tüm dejenere epitel hücrelerinin yeni farklılaşmış hücreler tarafından değiştirildiğini tespit etmişlerdir.

Rost (2006a), ilkel kanatsız böcek olan Zygentoma grubundan *Lepisma saccharina* (Thysanura: Lepismatidae) ve *Thermobia domestica* (Thysanura: Lepismatidae)'nın orta bağırsak epitelinden besinlerin geçişini ve salgı hücrelerinin verdiği zararları TEM kullanarak incelemiştir. *Thermobia domestica*'da bozulan (dejenere) hücrelerin yenileyici (rejeneratif) hücreler tarafından sürekli olarak yenilendiğini gözlemiştir. *Lepisma saccharina*'da ise zarar görmüş orta bağırsak epitelinin tamamen kaldırıldığını ve birçok yenileyici (rejeneratif) hücrenin aynı anda yeni epitelin oluşmasında görev aldığını gözlemiştir. Rejeneratif hücrelerin tüm rejeneratif mekanizmalardan sorumlu olduğunu ve orta bağırsak epitelinde primordial (ilkel) hücre rolünü de yerine getirdiğini belirtmiştir.

Rost (2006b), *Podura aquatica* (Insecta, Collembola, Arthropleona)'nın orta bağırsak epitelinde meydana gelen dejenerasyon ve rejenerasyonu ışık mikroskobu ve TEM kullanarak araştırmıştır. *Podura aquatica*'nın orta bağırsak epitelinin, epitel ve yenileyici

hücreler tarafından oluşturulduğunu tespit etmiştir. Orta bağırsak epitelinin tümünün bozulmasından sonra yenileyici hücreler tarafından yeni epitelin oluşturulduğunu gözlemiştir. Yeniden epitelin oluşturulması sırasında dejenere epitelin yavaş yavaş yeni oluşturulan bazal laminadan ayrıldığını ve ayrılan epitelde orta bağırsak lümenine taşındığını belirtmiştir. Yenileyici hücrelerin primordiyal hücreler gibi epitelin yenilenmesinde görev aldığını söylemiştir.

Rost-Roszkowska, Poprawa ve Swiatek (2007), birinci larva evresindeki *Allacma fusca* (Insecta, Collembola, Symphypleona)'nın orta bağırsak epitelinin ultrastrüktürel yapısını araştırmışlardır. Yeni yumurtadan çıkan larvanın orta bağırsak epitelinin tam gelişmiş olduğunu ve orta bağırsak lümenini çevreleyen epitelin yassı hücrelerinden oluştuğunu gözlemişlerdir. Yumurtadan yeni çıkan larvanın hemen beslenmeye başladığını ve orta bağırsak lümeninin besinle dolduğunu belirtmişlerdir. Sindirim, boşaltım ve emme kapasitesine sahip hücrelerin tamamen ilk larva aşamasında oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Rost-Roszkowska (2008), *Allacma fusca* (Insecta, Collembola, Symphypleona)'da orta bağırsak epitel hücrelerindeki apoptotik ve nekrotik değişiklikleri ultrastrüktürel düzeyinde açıklamıştır. Apoptotik sürecin başladığı hücrelerde mitokondrilerin küçüldüğü ve büzüldüğünü görmüştür. Çekirdekler loblu şekil aldıktan sonra ise hücrenin parçalandığını gözlemiştir. Apoptotik hücrelerin komşu epitel hücrelerle arasındaki interselüler bağların yavaş yavaş kaybolduğunu ve sadece peritrofik membran altından orta bağırsak lümenine boşaltıldığını tespit etmiştir. Başlangıçta tek tek lümene dağıldıklarını sonuçta tek bir tabaka oluşturduklarını gözlemiştir. Sadece genç orta bağırsak epitel hücrelerinde apoptoz meydana geldiğini söylemiştir. Hücrelerin yaşlandıkça nekrozun apoptozla beraber meydana geldiğini ve nekrozun sonunda tamamen apoptoz olmadığını gözlemlemiştir.

Pigino, Migliorini, Paccagnini, Bernini ve Leonzio (2005), *Campodea (Monocampa) quilisi* (Hexapoda, Diplura)'nin orta bağırsak yapısını ve Malpighi tüplerini araştırmışlardır. Collembola ve Diplopoda'nın orta bağırsak epitelinde bulunan sferokristallere benzer yapıları *Campodea quilisi*'de gözlemlemiştir. Enerji dağılımlı X-ışını mikroanaliz yöntemi ile sferokristallerin kimyasal bileşimlerini belirlemiştir. Granüllerin kimyasal bileşiminin dış çevredeki ağır metallerin mevcudiyetinden etkilendiğini gözlemlemiştir. Orta bağırsaktaki granüllerde Fe, Mn, Zn, Pb, Cu gibi ağır metaller biriktiğini gözlemlemiştir. Bu ağır metal içeren granüllerin orta bağırsak

epitelinin değişimi sırasında vücuttan atıldığını tespit etmişlerdir. Malpighi tübülleri eksik olan hayvanlarda ise orta bağırsakta bulunan bu hücrelerinin iyonun tutulmasında önemli bir yapı olduğunu göstermişlerdir.

Marana, Ribeiro, Terra ve Ferreira (1997), *Abracris flavolineata* (Orthoptera: Acrididae)'da orta bağırsak ultrastrüktürü ve salgı aktivitelerini ışık mikroskobu ve TEM kullanarak çalışmışlardır. Orta bağırsak yapısının anterior ve posterior bölgesinde bulunan altı adet çekumdan ve bir ventrikülden oluştuğunu belirtmişlerdir. Anterior ventrikul ve çekumdaki hücrelerde bol Golgi alanlarının ve salgı granüllerinin olduğunu tespit etmişlerdir. Ergin bireyleri bir gün aç bırakıldıktan sonra belli aralıklarla yemek verip ventriküllerindeki hücrelerine bakmışlar ve sindirim enzimlerinin aktivitesinin; ilk bir saate azaldığını, ilk üç saatte arttığını ve sonraki saatlerde ise tekrar azaldığını gözlemişlerdir. Salgı granülleri içerisindeki amilaz miktarına bağlı olarak bu değişimin gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Çekumdaki enzimlerin ise ilk bir saate azaldığını, sonraki üç saatte arttığını tespit etmişlerdir ayrıca çekum hücrelerinde sindirim enzimlerinin sentezlendiğini ve beslenmeyle beraber ekzositoz yoluyla salgılandığını tespit etmişlerdir.

Fontanetti, Zefa, Pasetti ve Mesa (2002), *Endecous* (Orthoptera: Gryllidae: Phalangopsinae) cinsinin *E. cavernicolus*, *E. betariensis* ve *E. itatibensis* türlerinde proventriculusun morfolojik özelliklerini SEM ile karşılaştırmalı incelemişlerdir. Böceklerin beslenme şekline bağlı olarak sindirim sistemlerinde morfolojik farklılıkların olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada proventriculusun genel şeklinin üç türde de benzer olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak diş adı verilen yapıların sayısında farklılık olduğunu belirtmişlerdir.

Boonsriwong ve diğerleri (2007), *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nın olgun üçüncü dönem larvasında sindirim kanalının morfolojisini ışık mikroskobu, SEM ve TEM kullanarak araştırmışlardır. Tükürük bezinde yer alan epitel hücrelerinin geniş çekirdeklere sahip, koni biçimindeki hücrelerden oluştuğunu gözlemişlerdir. Oldukça geniş olan kursağın kıvrımlı bir kütikülden (epikutikula ve endokutikuladan) oluştuğunu gözlemişlerdir. Özafagusu kütikül ile kaplı ve dıştan kas tabakalarıyla çevrili düz bir tüp olarak görmüşlerdir. Peritrofik membranın midgut lümeni içerisinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Midgut epitelinin dört-beş katlı çok sayıda salgı granülleri içeren kübik hücrelerden oluştuğunu, mikrovillus yapılarının bulunduğunu ve dört tane gastrik çekumun

yapıya bağlandığını gözlemlemişlerdir. Larvadaki hindgut yapısının ise; pilorus, Malpighi tüpleri, ileum, kolon, rektum ve anüsten meydana geldiğini belirtmişlerdir. Pilonusu kas tabakasıyla çevrili tek katlı epitel hücrelerini bulundurması ve lümeninin peritrofik membranla örtülü olmasıyla karakterize etmişlerdir. Malpighi tüplerinin kübik hücrelerden meydana geldiğini ve iki tane olduğunu gözlemlemişlerdir. İleumu ise çevresini saran çok yoğun kas lifleri ile büyük oval çekirdeklere sahip tek tabakalı kübik epitel hücrelerinin oluşturduğu yapı olarak ifade etmişlerdir.

Lehane (1997), peritrofik zarın yapısını ve işlevini araştırmıştır. Peritrofik zarın böceklerde orta bağırsak epitelinden besinleri ayıran yapı olduğunu söylemiştir. Bu yapının protein, glikoprotein, ve proteoglikandan oluştuğunu belirtmiştir. Peritrofik zarın iki şekilde oluştuğunu tespit etmiştir. Birinci şekil; orta bağırsak epitelinin incilmesi durumunda veya sadece besleme sonrasında veya besinin yutulması sonucunda oluştuğunu ifade etmiştir. İkinci şekil ise; ön bağırsağı orta bağırsaktan ayıran mide giriş kapağı tarafından sürekli olarak üretilmesi sonucu oluştuğunu belirtmiştir. Peritrofik zar yapısının orta bağırsak epitelini mekanik hasarlardan, patojenlerden ve toksinlerden koruyabileceğini ifade etmiştir. Peritrofik zarın yarı geçirgen bir yapıda olduğunu ve orta bağırsak lümenindeki sindirilmiş moleküllerin geçişini sağladığını belirtmiştir.

Schaefer, Vanderberg ve Rhodin (1967), *Anopheles quadrimaculatus* (Diptera: Culicidae)'un orta bağırsağındaki kas yapısını elektron mikroskopuyla araştırmışlardır. Kas hücrelerinde mitokondri az sayıda ve kristalleri çok gelişmemiş olduğunu ve kasların dallanmış ağ şeklindeki fibrillerden meydana geldiğini görmüşlerdir. Kaslarda miyozin miyofilamentleri on iki adet aktin filamentleriyle çevrili olduğunu tespit etmişlerdir.

Jones ve Zeve (1968), *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larvasının gastrik çekum yapısını araştırmışlardır. Gastrik çekumun içte boyuna ve dışta halkasal kaslara sahip olduğunu belirtmişlerdir. Çekum hücrelerinin bazal bölgesinde çok sayıda, düzensiz ve birbirleriyle bağlantılı kese benzeri yapılar tespit etmişlerdir. Bazal laminayı kalın ve düzensiz bir yapı olarak gözlemlemişlerdir. Hücrelerin golgi aygıtı, granüllü endoplazmik retikulum, lizozom ve salgı granüllerinden yoksun olmasından dolayı salgı yapmadıklarını ve hücrelerin çok sayıda ince-uzun mikrovilluslara sahip olduğundan dolayı sıvı emilimi yaptıklarını ifade etmişlerdir.

Brown, Raikhel ve Lea (1985), ergin *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de orta bağırsaktaki endokrin hücrelerinin ultrastrüktürünü TEM ile araştırmışlardır. Endokrin hücrelerinin sindirim hücrelerinden farkını; daha küçük olmaları ve şekli olarak silindirik değil koni biçiminde olmaları şeklinde tanımlamışlardır. Endokrin hücrelerinin en belirgin özelliğinin lateral ve bazal plazma membran boyunca çok sayıda yuvarlak salgı granülü içermesi olduğunu ifade etmişlerdir. Her hücrede salgı granüllerinin çapını 60-120 nm olarak tespit etmişlerdir. Orta bağırsak lümenine yakın bulunan bazı endokrin hücrelerin mikrovilluslarla çevrelendiğini görmüşlerdir. Yaklaşık olarak beş yüz endokrin hücresinin midgutın hem toraks hem de abdominal bölgesine dağıldığını tespit etmişlerdir. Endokrin hücrelerinin orta bağırsaktaki dağılımının salgı granüllerinin boyutu ve sitoplazmik yoğunluğuna göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Ferreira, Ribeiro ve Terra (1981), *Rhynchosciara americana* (Diptera: Sciaridae)'nın larvasındaki orta bağırsak yapısını ışık mikroskobu ve TEM kullanarak incelemişlerdir. İki gastrik çekuma sahip silindirik bir ventrikülden meydana geldiğini görmüşlerdir. Hücrelerde bazal plazma membranında katlanmalar ve çok sayıda mitokondri tespit etmişlerdir.

Gartner (1985), yetişkin *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae)'nın midgut yapısını elektron mikroskobu kullanarak incelemiş ve morfometrik analizini çalışmıştır. Bazal hücre dışında parankimal hücrelerin, aynı işlevlere sahip olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca midgut hücrelerinin çalışılmış diğer böceklerden daha küçük olduğunu da tespit etmiştir. Diğer böceklerden daha az granüllü endoplazmik retikulumu sahip olmasından dolayı az protein sentezlediğini ifade etmiştir.

Andrade-Coêlho ve diğerleri (2001), dişi *Lutzomyia intermedia* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae)'nın midgut epitelinin ultrastrüktürel özelliklerini ışık mikroskobu, SEM ve TEM kullanarak çalışmışlardır. Midgut epitel tabakası silindirik hücrelerden oluştuğunu ve altında bazal laminada bulunan dışta halkasal ve boyuna kas tabakalarından meydana geldiğini gözlemişlerdir. Dişilerin beslendikten sonra 12, 24, 48, 72 saat ve 5 gün sonraki midguttaki değişimleri aç dişilerle karşılaştırmalı olarak TEM ile araştırmışlardır. Midgutın anterior ve posterior bölgesindeki epitelde aç dişilerde granüllü endoplazmik retikulum olduğunu, posterior bölgesinde ise gelişmiş organellerden olan mitokondri gibi hücresel yapıların bulunmadığını belirtmişlerdir. Kan emdikten 48 saat sonra hücresel

yapılarda morfolojik değişiklikler ve peritrofik membranın varlığını tespit etmişlerdir. Sindirim 72 saatin sonunda neredeyse tamamlanmış, ancak birkaç atık maddenin lümeninde olduğu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, açken görünen hücresel yapılar beslendikten 5 gün sonraki hücresel yapılarla benzerlik gösterdiğini ifade etmişlerdir. Mitokondri, çekirdek ve midgutın epitel hücrelerindeki mikrovilluslar dişi böcek açken ve beslendikten sonra farklılaştığını belirtmişlerdir. Midgutın anterior ve posterior bölgesindeki epitelde mitokondrilerde benzerlikler görmüşlerdir. Posterior bölgedeki hücrelerin mikrovillusları dişi açken, tokken ki boyutuna göre iki kat daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen verilere göre *Lutzomyia intermedia*'nın dişilerinde besinin sindirim sırasında midguttaki hücresel yapılarda değişiklikler meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Farklı bir çalışmada Wu ve diğerleri (2009), *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae)'yı düşük konsantrasyonda kadmiyum ve bakıra maruz bırakılarak, Malpighi tüpleri ve midgut yapısındaki morfolojik ve ultrastrüktürel değişiklikleri, ışık mikroskobu ve TEM de incelemişlerdir. Her iki metal ile temastan sonra orta bağırsağın kontrol grubuna göre daha koyu, kısa ve kalın bir şekil aldığını ve benzer şekilde Malpighi tübüllerinin de kısa ve ince bir şekil aldığını gözlemlemişler ayrıca orta bağırsaktaki ultrastrüktürel değişikliklerde mitokondriyal yoğunlaşma, şişme ve parçalanma meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Granüllü endoplazmik retikulum da genişleme ve vezikül oluşumu görmüşlerdir. Mikrovillusların da kısaldığını ve düzensizleştiğini gözlemlemişlerdir. Depo edilen glikojenlerde artma ve lipit damlacıklarının arasında bulunan birçok mineralde de azalma görmüşlerdir. Malpighi tübüllerde gözledikleri ultrastrüktürel değişiklikler; granüllü endoplazmik retikulumda vezikül oluşumu ve krista kaybı ile mitokondrilerde şişme tespit etmişlerdir.

Raes ve Verbeke (1994a), yetişkin işçi *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)'nın orta bağırsak endokrin hücrelerini ışık mikroskobu ve TEM ile çalışmışlardır. Orta bağırsağın posterior kısmının dörtte üçü boyunca endokrin hücrelerinin yer aldığını görmüşlerdir. Bazal granüler ve veziküler olmak üzere iki tip endokrin hücresi olduğunu ifade etmişlerdir. Her iki hücre de enterosit olarak adlandırılan kök hücreler tarafından oluşturulduğunu tespit etmişlerdir.

Raes, Verbeke, Meulemans ve Coster (1994b), yetişkin *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)'nın midgut rejeneratif hücrelerinin organizasyonunu ve ultrastrüktürünü TEM ile

araştırmışlardır. Rejeneratif hücrelerin kök hücrelerden ve farklılaşan hücrelerden meydana geldiğini görmüşlerdir. Hücrelerin ilk başta salgı aktivitesi olmadığını ve açık renkte görüldüğünü, salgı aktivitesine sahip olan hücrelerin ise elektron yoğunluğuna bağlı olarak hücrenin renginde koyulaşma olduğunu tespit etmişlerdir. Rejeneratif hücrelerdeki mikrovillusların glikozaminglikan salgıladığını ve daha çok hücre dışı alanlarda salgıladığını tespit etmişlerdir.

Roche ve Wheeler (1997), *Zacryptocerus rohweri* (Hymenoptera: Formicidae)'nin sindirim sisteminin morfolojisini ve ultrastrüktürünü ışık mikroskobu, SEM ve TEM kullanarak açıklamışlardır. Proventrikulusun yoğun sert ve küçük dikenlerle kaplı olduğunu görmüşlerdir. Besinlerin proventrikulusda iyice parçalanarak 12,5 mikrondan küçük parçalara ayrıldığını tespit etmişlerdir. 12,5 mikrondan büyük olan parçaların orta bağırsağa geçmediğini görmüşlerdir. Orta bağırsak epitel hücrelerinde yaptıkları ultrastrüktürel çalışmada, orta bağırsaktaki mikrovillusların arasında bakterilerin olduğunu görmüşlerdir. Arka bağırsakta ise genişlemiş, koyu renkli keselerin içerisinde bakterileri görmüşlerdir. Araştırmacılara kalın bir halkasal kas tabakası ve epitelin derin katlanmaları, emilim için yüzey alanını arttırmak amaçlı olduğunu düşündürmüştür. Yeni ortaya çıkan bireylerin kolonideki diğer yaşlı işçilerin abdomenlerinin ucunda bulunan, içerisinde mikroorganizmaların bulunduğu, maddeyi elde etmeye çalıştıklarını görmüşlerdir.

Serrão (2001), karşılaştırmalı olarak 51 iğnesiz arı (Hymenoptera: Meliponini), 1 balarısı (Hymenoptera: Apini), 3 yaban arısı (Hymenoptera: Bombini), 7 orkide arısı (Hymenoptera: Euglossini), 1 Sphecid arı (Hymenoptera: Sphecidae) ve 2 Halictidae arı türünün proventrikulus yapısını SEM ile çalışmışlardır. Karıncalar ve eşek arısındaki proventrikular bulb yapısının Hymenopteradakine benzer morfolojik yapıda olduğunu görmüşlerdir. Proventrikular kıvrımların şekli Meliponini için sinapomorfi, Apini için otapomorfi yapıda olduğunu ifade etmişlerdir. Proventrikulusdaki kıl benzeri kütikular çıkıntıların Meliponini ve Apini için bir sinapomorfi olduğunu belirtmişlerdir. Meliponini'de proventrikulusdaki kıl benzeri kütikular çıkıntıların dallara ayrılmamış ve bu yapının o gruptaki türlerde de aynı yapıyı gösterdiğini görmüşlerdir. Apini de ise üçgen benzeri çıkıntıların ucunda kıl benzeri uzantılar bulunduğu tespit edilmiştir. Sphecidae ve Halictidae de ince ve kısa katlanmalar olmasına rağmen Bombini ve Euglossini'de ince ve uzun katlanmalar tespit etmişlerdir. Meliponini ve Apini'nin ortak monofiletik gruta yer aldığını, Bombini ve Euglossini ise diğer monofiletik grupta yer aldığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışma böceklerin iç morfolojisi kullanılarak da filogenetik çalışmaların yapılabileceğini göstermiştir.

Neves, Bhering, Serrão ve Gitirana (2002), *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera, Apidae)'in metamorfoz sırasında midgut endokrin hücrelerinde meydana gelen değişiklikleri immunofloresan tekniğini kullanarak çalışmışlardır.

Martins, Neves, Campos ve Serrão (2006), aynı türün (*M. q. anthidioides*) metamorfozu sırasında midgut epitelindeki rejeneratif hücrelerde meydana gelen değişimleri ışık mikroskobu ve TEM de incelemişlerdir.

Neves, Gitirana ve Serrão (2003a), aynı türün (*M. q. anthidioides*) midgutta yer alan immunoreaktif endokrin hücrelerinin morfoloji ve dağılımlarını immunofloresan tekniğiyle çalışmışlardır.

Neves, Gitirana ve Serrão (2003b), aynı türün (*M. q. anthidioides*) midgut endokrin hücrelerini ultrastrüktürünü araştırmışlardır. Endokrin hücrelerinin iki tip olduğunu ve midgutun posterior kısmında fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Santos, Neves, Zanuncio ve Serrão (2009), *Melipona quadrifasciata anthidioides* ve *M. scutellaris*'in beyaz, pembe, kahverengi ve siyah gözlü pupaları ve ergin bireylerde rektal püsküllerin yapısını ve gelişimini çalışmışlardır. Rektal püsküller tuzun ve suyun emilmesinde görevli olduğunu tespit etmişlerdir. Pupalardaki gelişim boyunca, nekrotik ve apoptotik hücre ölümleri, tüm rektum hücre sayısının çoğalması ve farklılaşması, ışık mikroskobu ve SEM ile tespit etmişlerdir.

Bution, Caetano, Britto, Tomaino Gomes ve Zara (2006), *Dolichoderus (=Monacis) bispinosus* (Hymenoptera: Formicidae)'un ventrikulusundaki histolojik yapı ve histokimyasını araştırmışlardır. Epitel hücrelerin iki ana hücreden meydana geldiğini, bunların; bazofilik generatif hücreler ve sindirim hücreleri olduğunu belirtmişlerdir. Hücrelerde protein, doğal polisakkarit ve asitçe zengin birden fazla sitoplazmik kese tespit etmişlerdir. Ayrıca, bu hücrelerin apokrin salgı yaptıklarını da tespit etmişlerdir. Epitel yüzeyinin lifli yapıda olduğunu da görmüşlerdir.

Bution ve Caetano (2008), *Cephalotes atratus*, *C. clypeatus* ve *C. pusillus* (Hymenoptera: Formicidae)'un sindirim kanallarının morfolojik yapısını karşılaştırmalı olarak ışık mikroskobu ve SEM kullanarak araştırmışlardır. Sindirim kanaldaki içeriğin ve duvarının histolojik, enzimatik ve morfolojik farklılıkları histolojik boyama teknikleri ve SEM ile incelenmiştir. Üç türde de proventrikulusun epitel ve kas tabakalarının farklı olduğunu, midguttaki goblet hücrelerinin, silindirik hücrelerin ve yenileyici hücrelerin şekil ve büyüklük bakımından birbirine benzemediğini ve hindguttaki bazal membranın, lümenin kalınlıklarını ve hücredeki değişiklikleri açıklamışlardır.

Liu ve Hua (2009), sekiz tane Panorpidae (Mecoptera) ve bir tane Bittacidae (Mecoptera) türündeki proventrikulusun ultramorfolojisini ışık mikroskobu ve SEM ile açıklamışlardır. Proventrikulus; dışta halkasal içte boyuna kas tabakalarıyla çevrili olduğunu, sert bir intimadan oluştuğunu ve epitelle çevrili bir yapı olarak görmüşlerdir. Proventrikulus; anterior (ön), orta (ana) ve posterior (arka) bölgeler olmak üzere üç bölgeye ayrılarak incelenmiştir. Panorpidae'da proventrikulusun anterior bölgesinde uzun ve kısa kütikullar kıl benzeri uzantılar görmüşlerdir. Proventrikulusun orta bölgesinde iç yüzeyinde yoğun, düzenli ve içi boş üçgen şeklinde yapılar olduğunu belirtmişlerdir. Bittacidae'de ise, kütikular kalınlığın halka şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Kardiyak kapak sayısı ise Panorpidae'de altı, Bittacidae'de on tane olarak tespit etmişlerdir.

Flower ve Filshie (1976), Lepidoptera larvalarında midgutta yer alan goblet hücrelerindeki zar farklılaşmasını araştırmışlardır. Goblet hücrelerinin apikalinde bulunan villus benzeri sitoplazmik çıkıntıların iç ve ara zar farklılaşmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sitoplazmik çıkıntıların bir kapak gibi hareket ettiğini de tespit etmişlerdir.

Santos, Ribeiro, Ferreira ve Terra (1984), *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae)'nın larvasının midgut ultrastrüktürünü ve salgı aktivitelerini araştırmışlardır. Midgutın posterior bölgesinde yer alan silindirik hücrelerdeki bazal zar katlanmaları çok sayıda birbirine paralel aralıklara sahipken, anterior ve mediyen bölgelerinde meydana gelen katlanmaların aralığının az sayıda olduğunu tespit etmişlerdir. Midgutın anterior ve mediyen bölgelerinde suyun emiliminin, posterior bölgede ise salgı işlevinin gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Sindirimin ise silindirik hücrelerde meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Uwo, Ui-Tei, Park ve Takeda (2002), *Galleria mellonella* (Lepidoptera)'nın orta bağırsak epitelini larva ve pupa evresinde deri değişimi sırasında incelemişlerdir. Canlının dört günlük yaşlı pupa evresindeki gelişim sürecini on bir aşamaya bölerek; genel yapısı ve goblet hücrelerinin yerleşimini incelemişlerdir. Işık mikroskobu görüntüleri orta bağırsaktaki hücre ölümlerinin ikinci larva evresinde başladığını göstermişlerdir. Hücrelerde yenilenme başlamadan önce goblet boşluklarındaki sitoplazmik çıkıntıların değiştiğini ifade etmişlerdir. Midgut epiteli pupa evresinde tamamen gelişmiş yapıda olduğunu görmüşlerdir. Geçirmeli elektron mikroskobu (TEM) görüntülerinde silindirik hücrelerde, mikrovillusların ve mitokondrilerin normal görüldüğünü, apoptotik çekirdeklere benzeyen koyu heterokromatinlere sahip çekirdekleri göstermişlerdir.

Pinheiro, Silva, Quagio-Grassiotto ve Gregório (2003), *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae)'in larvasında orta bağırsak epitelindeki morfometrik yapıyı incelemişlerdir. Orta bağırsağın son larva evresinde anterior, mediyan ve posterior olmak üzere üç bölgeden oluştuğunu, ışık mikroskobu ile gözlemişlerdir. Orta bağırsak lümenindeki epitel hücrelerinin genişliği ve uzunluğu, histolojik kesitlerle bilgisayarlı sistem kullanarak incelemişlerdir. Epitel hücrelerinin (silindirik, goblet ve yenileyici hücreler) orta bağırsağın farklı bölgelerinde bariz morfometrik değişiklik göstermediğini tespit etmişlerdir.

Levy, Falleiros, Gregório, Arrebola ve Toledo (2004a), *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae)'in larvasının midgut epitel hücrelerini ışık mikroskobu ve TEM ile incelemişlerdir. Sindirim kanalının en geniş bölgesi midgut olduğunu ve proksimal, median, distal olmak üzere üç kısımdan oluştuğunu belirtmişlerdir. Hücre duvarının, yalancı tabakalı yassı epitel doku olduğunu ve dört hücre tipinden; silindirik, goblet, rejeneratif ve endokrin hücrelerinden oluştuğunu kaydetmişlerdir. Hücre duvarında çok sayıda ve uzun silindirik hücrelerin olduğunu ve bu hücrelerin çok sayıda uzun mikrovillusa sahip olduğunu gözlemişlerdir. Goblet hücrelerinin büyük kadeh şeklinde olduğunu ve sitoplazmik çıkıntılarını mitokondrilerle dolu şekilde olduğunu gözlemlemişlerdir. Rejeneratif hücreleri sitoplazması elektronca yoğun ve birkaç organele sahip olarak görmüşlerdir. Endokrin hücrelerini elektronca yoğun salgı granülleri ile karakterize etmişlerdir ve genellikle sitoplazmasının bazal bölgede yoğunlaştığını tespit etmişlerdir.

Levy, Falleiros, Moscardi, Gregório ve Toledo (2004b), aynı türün (*Anticarsia gemmatalis*) larvalarında hindgut yapısını araştırmışlardır. Hingutın kısımlarını; pilorus, ileum, kolon ve rektum olarak ifade etmişlerdir. Hindgut duvarının ince bir kütiküler intima, basit bir epitel ve kas tabakasından oluştuğunu ifade etmişlerdir. Malpighi tübüllerinin distal uçlarından rektum duvarını aştığını ve Lepidoptera larvaları için tipik cryptonephric boşaltım sistemini meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

Perić-Mataruga, Lazarević, Vlahović, Mrdaković ve Ilijin (2006), *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantridae)'nın larval dönemdeki midgut ve peritrofik membran yapısının histolojisini araştırmışlardır. Midguttaki silindirik hücreleri, goblet hücrelerini ve peritrofik zar yapısını incelemişlerdir. *Robinia pseudoacacia* (beyaz çeçekli yalancı akasya) ile beslenen larvalarda silindirik hücrelerinin çekirdekleri küçük, kısmi hasar görmüş mikrovillus ve sitoplazma vakuolü görmüşlerdir. *Quercus cerris* (saçlı meşe) ile beslenen larvalarda *Robinia pseudoacacia* ile beslene larvalara göre goblet hücrelerinin sayısını daha fazla, yüksekliği ve çekirdeklerini ise daha büyük görmüşlerdir. *Robinia pseudoacacia* ile beslenen larvalarda ise peritrofik membranı ince bir yapı olarak midgut lümenini çevrelediğini görmüşlerdir.

Hossaina ve diğerleri (2007), *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae)'nin midgut epitel hücrelerine tutunan *Bacillus thuringiensis*'in etkisini histokimyasal analizi yöntemiyle araştırmışlardır. *Bacillus thuringiensis*'in apikal membrana tutundukları zamanki toksinlerin midgut tabanına ve bazolateral membrana da yerleşebildiğini tespit etmişlerdir.

Rost-Roszkowska, Chechelska, Frądczak ve Salitra (2008), *Spodoptera exigua* (Insecta, Lepidoptera, Noctuidae)'nın midgut epitelinin ultrastrüktürünü TEM ile araştırmışlardır. Midgut epitelinin dört tip hücreden meydana geldiğini görmüşlerdir. Bu hücrelerin; silindirik, goblet, endokrin ve rejeneratif hücreler olduğunu ifade etmişlerdir. Midgut epitelinde endokrin hücrelerinin yapısı ve rejeneratif hücrelerin farklılaşmasını da incelemişlerdir.

Pinheiro, Conte ve Gregório (2008a), *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)'in midgut epitel hücrelerinde yer alan küre biçiminde “spherite” adı verilen sitoplazmik granülleri TEM ile araştırmışlardır. Bütün midgut epitel hücrelerinde spherite bulunduğunu tespit etmişlerdir, ancak bu granüllerin hücrelerin belli bir kısmında yer almadığını

görmüşlerdir. Bu granüllerin içeriğinde magnezyum ve kalsiyum depoları bulunduğunu tespit etmişlerdir. Parazit larvalarda, parazit olmayan larvalara göre silindirik hücrelerinde daha çok spherites olduğunu tespit etmişlerdir.

Pinheiro, Quagio-Grassiotto ve Gregório (2008b), aynı türün (*Diatraea saccharalis*) larvasında yaptıkları çalışmada midgut epitel hücrelerinin bölgesel olarak morfolojilerindeki farklılıkları araştırmışlardır. Midgutın kısımlarını (anterior, orta ve posterior bölgeler) ışık mikroskobu ve SEM ile incelemişlerdir. Sonuç olarak midgut anterior ve posterior bölge olmak üzere iki farklı bölgeden oluştuğunu, orta bölgeyi ise geçiş bölgesi olarak nitelendirmişlerdir.

Correia, Wanderley-Teixeira, Teixeira, Oliveira ve Torres (2009), böceklerle karşı kullanılan *Azadirachta indica* ile beslenen *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)'nın sindirim kanalının morfolojisini araştırmışlardır. Zaman ve konsantrasyona bağlı olarak besinin midguttaki morfolojik yapıya etkisi olarak; epitel yapısında bozulduğunu, rejeneratif hücrelerin azaldığını ve bu bölgedeki salgı aktivitesinin düştüğünü tespit etmişlerdir.

Silva ve diğerleri (2004), farklı takımlardaki birçok böcek türünün orta bağırsak hücrelerindeki perimikrovillar membranların oluşumunu, işlevini ve evrimsel önemini araştırmışlardır. Hemiptera peritrofik zarın olmaması ile karakterize etmişlerdir. Araştırma perimikrovillar membranlarının bitki özsuğu ile beslenmeyle ilişkili olduğu hipotezini desteklemektedir.

Silva, Ribeiro, Gulbenkian ve Terra (1995), *Dysdercus peruvianus* (Hemiptera)'un orta bağırsak hücrelerinin yapısı ile ilgili çalışmışlardır. Bu türün orta bağırsağını üç ana bölüme ayırarak incelemişlerdir. Orta bağırsağın dördüncü kısmının arka bağırsağa bağlandığını görmüşlerdir. Orta bağırsağın üçüncü ve dördüncü kısmındaki hücrelerin bakterilerle ilişkili olduğunu da tespit etmişlerdir.

Glasgow (1914), Heteroptera sindirim kanalı ile ilgili yaptığı bu çalışma en eski çalışmalardan biridir. Heteroptera daki gastrik çekum yapısı ve çekumda bulunan bakterilerle ilgili çalışmıştır. Heteroptera türleri diğer böceklerle karşılaştırdığında gastrik çekumlarının yapısını, bağırsağın sindirimle ilgili kısmının posterior sonunda yer alan iyi

gelişmiş çekum uzantılarının varlığı görülmüştür. Çekumun daima ergin böceklerde bakterilerle dolu bir yer olduğunu belirtmiştir. Bu bakterileri embriyo gelişirken sindirim kanalında da görmüştür. Farklı canlılardaki bakterilerin yapısının dakikalar içerisinde değişebilen özellikte olduğunu ifade etmiştir. Bir kısmının kok benzeri basiller şeklinde 1 mikrondan daha küçük, bazılarının ise büyük spiroketa şeklinde 30 mikron veya daha fazla uzunlukta olduklarını tespit etmiştir.

Harris (1938), *Murgantia histrionica* (Hemiptera, Pentatomidae)'nın sindirim sisteminin anatomisi ve histolojisini araştırmıştır. Sindirim borusu dokuz ayrı bölgeye ayrılarak incelenmiştir. Bunların üçünü stomodeal, üçünü ventriküler ve üçünü de proctodeal yapı içinde ayırmıştır. Birçok fitofag türde olduğu gibi Hemipterada da ventriculus sindirim kanalının büyük kısmını oluşturduğunu ifade etmiştir. Proctodaeum ise stomodaeum gibi oldukça kısa olarak görmüştür. Sindirim kanalı dıştan halkasal ve boyuna kaslarla çevrili olduğunu ifade etmiştir. Epitel hücreleri ise bölgesel olarak kalınlığı değişen kübik ve silindirik yapıda olduğunu görmüştür.

Postle ve Woodward (1988), Anthocoridae (Hemiptera) da sindirim ve erkek üreme sistemini on bir tür kullanarak araştırmışlardır. Sindirim kanalı ve tükürük bezlerinde bazı farklılıklar görmüşlerdir. Üreme sisteminin de familya düzeyinde farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Ghanim ve diğerleri (2001), yetişkin *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)'nin sindirim, tükürük ve üreme sisteminin morfolojisi ve ultrastrüktürünü ışık mikroskobu, SEM ve TEM ile araştırmışlardır. Tükürük bezlerinin morfolojik olarak benzer dört hücreden oluştuğunu, her tükürük bezinin morfolojisinin değişmiş ve farklı şekilde boyama ile en az on üç hücreden oluştuğu görülmüştür.

Rakitov (2002), Tibicen (Hemiptera: Cicadoidea) ve Magicicada (Hemiptera: Cicadoidea) cinslerinin Malpighi tüplerinin anatomik ve histolojik çalışmasında nimf aşamasındayken, tükürükböceklerinin (Cercopoidea) nimfi gibi salgı bezinin köpük üretiminde yer alan benzer değişiklikleri göstermiştir. Tübüllerin proksimal bölümleri, kısa düzgün şişkin segmenti asit mukopolisakkarid granül ürettiğini ifade etmiştir. Tübüllerdeki salgı ürünlerinin üretimi yetişkin aşamada sona erdiğini tespit etmiştir. Sonuç olarak nimf

Cicadoidea ve Cercopoidea'nın ayırt edici adaptasyonunun ortak bir kökene sahip olduklarını göstermiştir.

Kikuchi, Meng ve Fukatsu (2005), *Riptortus clavatus* ve *Leptocorisa chinensis* (Heteroptera: Alydidae)'in bağırsaklarında bulunan simbiyotik bakterileri araştırmışlardır. Araştırmalarında ışık mikroskobu, TEM, in-situ hibridizasyon, PCR ve moleküler filogenetik analiz yöntemlerini de kullanmışlardır. Gastrik çekum lümenin tek morfotipteki çubuksu bakterilerle dolu olduğunu elektron mikroskobu ile tespit etmişlerdir.

Hirose, Panizzi, Souza, Cattelan ve Aldrich (2006), *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae)'nın bağırsaklarında bulunan bakterileri araştırmışlardır. Bağırsakta *Klebsiella pneumoniae* (Schroeter) ve *Enterococcus faecalis* (Andrewes ve Horder) bakterilerini görmüşlerdir. Bakteriler ventrikulus 1 ve ventrikulus 3 de çok sayıda iken ventrikulus 4 de azalmış şekilde tespit edilmiştir. Bağırsaktaki bakterilerin varlığını farklı pH değerlerinin etkilemediğini de tespit etmişlerdir.

Pires, Ferreira, Guedes ve Serrão (2007), *Platyscytus decempunctatus* (Heteroptera: Miridae)'nın sindirim sisteminin ve dişi ve erkek bireylerin üreme sistemlerinin morfolojisini incelemişlerdir. Bağırsaklarında klorofil pigmentleri gözlemlemişlerdir, bununda canlının bitkiyle beslenmesinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmada tükürük bezleri ve Malpighi tüplerini de incelemişlerdir.

Martini, Nascimento ve Morales (2007), kanla ile beslenen *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae)'un Malpighi tüplerini ve tüplerdeki sıvı iletiminin hormonal düzenlenmesinin nasıl meydana geldiğini çalışmışlardır. Albuquerque-Cunha ve ark. (2009), bu türün posterior midgut epitelindeki mikrovilluslar ve perimikrovillar membranın sitokimyasal özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışma yapmışlardır.

Habibi ve diğerleri (2008), *Lygus hesperus* (Heteroptera: Cimicomorpha: Miridae)'un sindirim kanalının histoloji ve morfolojisini ışık mikroskobu kullanarak araştırmışlardır. Heteropteranın diğer türleri ile karşılaştırıldığında sindirim kanalı düz bir tüpten meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bağırsak epitelinin ise oldukça karmaşık yapıda olduğunu görmüşlerdir.

Azevedo ve diğerleri (2009), kan ile beslenen *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cimicidae)'un midgut hücrelerinin ultrastrüktürünü araştırmışlardır. Ergin böcek kan emdikten sonra farklı günlerdeki midgut yapısını analiz etmişler ve farklı sindirim işlevleri gösteren üç anatomik bölge tespit etmişlerdir. Midgutın anterior kısmındaki sindirim hücrelerinde; çok sayıda sferokristaller, lipid kalıntıları ve glikojen depoları görmüşlerdir. Bunların; yağların depolanmasında, sindirimde, iyon düzenlenmesinde ve su emiliminde görev aldığını düşünmüşlerdir. Midgutın orta kısmındaki sindirim hücreleri aktif olan çok sayıda granüllü endoplazmik retikulum, lizozom ve apikal sitoplazmada salgı granüllerini içermekte olduğunu görmüşlerdir. Midgutın posterior kısmında sferokristaller, granüllü endoplazmik retikulum, lizozom ve salgı granüllerine sahip sindirim hücrelerinin olduğunu ve bu kısmın sindirim ve su-iyon emiliminin gerçekleştiği yer olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, midgutın posterior kısmı besin emiliminin de önemli bölgesi olduğunu belirtmişlerdir.

Nardi, Bee, Miller ve Taylor (2009), *Mezira granulata* (Heteroptera: Aradidae)'nın bağırsak epitelinin ayırt edici özelliklerini bu çalışmada incelemişlerdir. Bu familyanın türleri birçok Hemiptera gibi bitkisel veya hayvansal besin yerine mantarla beslenmekte olduğunu ve midgut lümeninin birçok böcekte foregut ve midgut arasında peritrofik membran yerine perimikrovillar membran ile kaplı olduğunu belirtmişlerdir. Bazı midgut epitel hücrelerinin salgı için özelleşmiş olan bu bölgede yerleştiğini tespit etmişlerdir.

Fialho, Zanuncio, Neves, Ramalho ve Serrão (2009), *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) ile yaptıkları çalışmada türün farklı beslenme dönemlerinden sonra midguttaki sindirim hücrelerinin ultrastrüktürünü ışık mikroskobu ve TEM ile incelemişlerdir. Sindirim sisteminin anterior, orta ve posterior bölümlerden oluştuğu ifade etmişlerdir. Orta bağırsaktaki mikrovillusların anterior ve posterior orta bağırsağa göre daha uzun olduğunu görmüşlerdir. Ortabağırsağın anterior, orta ve posterior bölgelerinde sindirim hücrelerinin ultrastrüktürel özellikleri, onların sindirim enzimi sentezi, iyon ve besin emilimini, depolama ve maddelerin atılımında görev aldığını göstermişlerdir.

Amutkan (2012), *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae)'un sindirim sistemini ışık mikroskobu ve SEM ile incelemiştir. Sindirim kanalının ön, orta ve son bağırsak olmak üzere üç kısımdan oluştuğunu görmüştür. Ön ve arka bağırsağın orta bağırsağa göre

daha kısa olduğunu tespit etmiştir. Ön bağırsağa bağlı iki çift tükürük bezinin olduğunu ifade etmiştir.

Çetin (2014), *Dolycoris baccarum* (Heteroptera: Pentatomidae)'un sistemini ışık mikroskobu ve SEM ile araştırmıştır. Sindirim kanalının üç kısımdan oluştuğunu belirtmiştir. Ön bağırsağın proventrikulus ve orta bağırsağın anterior kısmından meydana geldiğini ve birbirlerinden yapı itibarıyla ayırt edilemediklerini ifade etmiştir. Ön bağırsak kanalına bir çift tükürük bezinin bağlandığını belirtmiştir. Orta bağırsağın orta bağırsak kanalı ve orta bağırsağın posteriyor kısımdan (bulb) oluştuğunu ifade etmiştir. Son bağırsak yapılarının ileum ve rektum olduğunu belirtmiş, ileuma bağlanan 4 adet gastrik çekum, ileum ve rektumun bağlandığı bölgeye 2 çift Malpighi tüpünün bağlandığını ifade etmiştir.

Rocha, Neves, Zanuncio ve Serrão (2010), *Triatoma vitticeps* (Hemiptera, Reduviidae)'in farklı açlık dönemlerinde midgut sindirim hücrelerinin histolojisini ve ultrastruktürünü araştırmışlardır. Midgut hücrelerinde beslenme sonrası farklılık görmüşlerdir ve uzun süren açlık sonrası içinde enzim depoladığını düşündükleri koful miktarlarında artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Sindirim sistemi üzerine yapılan farklı bir çalışma da; Bandani, Kazzazi ve Allahyari (2010), *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae)'in bağırsak pH'ı ve α -D-glukosidaz sindirim enziminin izolasyonu ve özelliği ile ilgili araştırma yapmışlardır. Midgut dört bölgeye ayrılarak incelenmiştir. İlk üç bölge çok asidik (pH= 5-5.2), son bölge kısmen asidik (pH= 6.2-6.4), hindut ise az miktarda asidik (pH= 6.5-6.8) olduğu tespit edilmiştir. Yetişkin *E. integriceps* de midgut ve tükürük bezlerinde enzim tayini ile α -glukosidaz aktivitesinin olduğu tespit edilmiştir. Bu aktivitenin midgutta daha fazla olduğu da tespit edilmiştir. α -D-glukosidaz enzimin optimum 40-45°C sıcaklıkta ve pH:5'te daha etkili olduğu görülmüştür. α -D-glukosidaz enzimine farklı iyon konsantrasyonlarının etkili olduğunu, Na^+ , K^+ , Mg^{2+} ve Ca^{2+} iyonları enzim aktivitesi üzerinde olumlu etkileri tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada Mehrabadi, Bandani, Saadati ve Ravan (2009), *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae)'in α -amilaz, α -glukozidaz ve β -glukozidaz sindirim enzimlerini araştırmışlardır. Bu çalışmada bağırsağın; morfolojisi, pH ve karbonhidrat hidrolize edici

enzim aktiviteleri de incelenmiştir. Orta bağırsak dört kısma ayrılmıştır. Ortabağırsağın ilk üç bölgesini asidik (pH 5,0-5,2), dördüncü bölgesini ve rektumu ise orta derecede asidik (sırasıyla pH 6,2-6,4 ve pH 6,5-6,8) olduğu tespit edilmiştir. Ortabağırsakta α -amilaz aktivitesi pH 6 ila 7 iken en yüksek olduğu belirtilmiştir. Optimum pH α -glukozidaz ve β -glukozidaz için sırasıyla 4-6 ve 6-5 olarak tespit etmişlerdir.

Coast, Nachman ve Lopez (2011), *Podisus maculiventris* (Heteroptera, Pentatomidae)'in Malpighi tüplerindeki salgı kontrolünü araştırmışlardır. Malpighi tübüllerinin serotonin, diüretik ve antidiüretik peptitlere tepkisini araştırmışlardır. *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae) ve *Acrosternum hilare* (Hemiptera: Pentatomidae)'nin Malpighi tüpleriyle karşılaştırmışlardır.

Cunha ve diğerleri (2011), *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae)'un parazit canlılarla beslendiğini, parazit canlılarda bulunan Bt (*Bacillus thuringiensis*) proteininin toksit etkisini açıklayabilmek için sindirim hücrelerinin ultrastrüktürünü ve histokimyasını araştırmışlardır. Sonuç olarak; sindirim hücrelerinde; mikrovilluslarda uzama, sferokristallerin ve farklı elektron yoğunluğundaki granüllerin artışın yanı sıra midgutun medyan bölgesindeki hücrelerin glikojen, lipid ve kalsiyum dağılımlarında değişiklikleri de tespit etmişlerdir.

Godoy (2004), Tauritermes (Isoptera: Kalotermitidae) cinsine ait iki türünün (*T. taurocephalus* ve *T. triceromegas*) bağırsak yapısını araştırmıştır. Daha önceki çalışmalara benzer sonuçlar elde etmiş ancak bu cins ve diğer Kalotermitidae'ler arasında bazı farklılıklarda bulmuştur. Bu farklılıklar; orta bağırsağın uzunluğu, birinci ve ikinci proktodeal segmentin kas tabakaları ve yapısı, üçüncü ve dördüncü proktodeal segmentin birleşim yeri ve rektal kapaktaki farklılık olarak gözlemiştir. Bu farklılıkların termitlerin sistematiği ve filogenisi için kullanılabileceğini düşünmüştür.

Xie ve diğerleri (2011), yetişkin dişi *Ceroplastes japonicus* (Hemiptera: Coccidae)'un sindirim kanalının morfolojisini ve ultrastrüktürünü ışık mikroskobu, SEM ve TEM kullanarak araştırmışlardır. Ön bağırsağın farinks ve özofagustan meydana geldiğini ve ortasına bir çift tükürük bezinin bağlandığını belirtmiştir. İlmek şeklindeki orta bağırsağın dar olduğunu ve ön bağırsağın daha uzun olduğunu ve iç duvarının kalın epitel tabaka ile kaplı olduğunu belirtmiştir. Arka bağırsağı dar bir ileum ve daha geniş bir rektuma

ayırmışlardır. Malpighi tüplerinin üzerlerinde por bulunduğunu ve kahverengimsi-sarı renkte olduğunu açıklamışlardır. Tübüllerin iç ve dış yüzeyi üzerinde çok sayıda yaklaşık bir mikron çapında küresel kristallerin dağıldığını ifade etmişlerdir.

Bursalı (1996), *Pezodrymedusa lata* Karabağ (Orthoptera: Tettigoniidae)'nın sindirim kanalının histolojik ve histokimyasal yapısı ışık mikroskobu ve SEM kullanılarak araştırmıştır. Sindirim kanalını ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç bölgeye ayırmıştır. Sindirim kanalında en kısa bölgesinin ön bağırsak olduğu ifade etmiştir. Ön bağırsağın dışta bağ doku, halkasal ve boyuna kas tabakasıyla çevrili tek tabakalı bir epitel olduğunu görmüştür. Ön bağırsak farinks, özofagus, kursak ve mideden oluştuğunu söylemiştir. Mide ve kursakta diken benzeri yapılar olduğunu ancak midede kursaktakinden farklı olarak daha uzun ve sık dikenlerin yer aldığını tespit etmiştir. Orta bağırsak ise dışta halka içte boyuna kas tabakalarıyla çevrili ve bağırsak sistemin en uzun bölgesi olarak ifade etmiştir. Arka bağırsak; ileum, kolon ve rektumdan meydana geldiğini belirtmiştir. Malpighi tüpleri altı adet olduğunu ve kolon ve rektumun birleştiği yerden sindirim kanalına açıldığını belirtmiştir. Bu bölgede daha ince bir epitel ve kas tabakası görmüştür.

Çakıcı (2008), *Melanogryllus desertus* (Orthoptera: Gryllidae)'un sindirim sisteminde histolojik ve ultrastrüktürel araştırmalar yapmıştır. Türün sindirim sisteminin diğer böcek türleriyle benzerlik gösterdiğini ifade etmiştir. Sindirim kanalını üç bölgeye ayırmıştır. Ön bağırsağı tübüler yapıda bir farinks ve özofagus, kese şeklinde bir kursak ve dış benzeri yapılara sahip bir proventriculustan oluştuğunu belirtmiştir. Epitel tabakası silindirik olan özofagus hariç epitelin tek tabakalı kübik olduğunu söylemiştir. Orta bağırsak epiteli basit silindirik tipte olduğunu ve iki büyük gastrik çekumun orta bağırsağa bağlandığını görmüştür. Arka bağırsağın ileum, kolon ve rektumdan oluştuğunu ve epitel tabakası basit silindirik yapıda olduğunu tespit etmiştir. Sindirim sisteminin dış yüzeyinin ise kas tabakasıyla çevrili olduğunu açıklamıştır.

Tsai ve Perrier (1993), *Peregrinus maidis* (Homoptera: Delphacidae)'in üreme ve sindirim sistemini ışık mikroskobu kullanarak araştırmışlardır. Mezotoraks içinde yer alan iki tane tükürük bezi ve yardımcı bezleri içerdiğini görmüşlerdir. Özofagusun kasla çevrili olduğunu, orta bağırsak yapısının da düzgün tüp biçiminde ve posterior ucundan iki çift

Malpighi tüpünün olduğunu ifade etmişlerdir. Arka bağırsağında rektum ve rektal keseden oluştuğunu açıklamışlardır.

Rubio, Bustillo, Vallejo, Acuña ve Benavides (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)'nın dişi ve erkek sindirim kanalını ve üreme sistemini çevresel taramalı mikroskobu (ESEM) ile araştırmışlardır. Proventrikulus da sekiz tane diş benzeri yapı görmüşlerdir. Orta bağırsağın anterior ve posterior midgut olmak üzere iki kısımdan oluştuğunu ve aynı uzunlukta olduklarını tespit etmişlerdir. Ancak, posterior midgutun çapının anterior midguta göre üçte bir oranında az olduğunu da belirtmişlerdir. Midgutun posterior bölgesinde iki tane gastrik çekumun bulunduğunu görmüşlerdir. Midgutı çevreleyen epitel hücrelerinin tek katmanlı olduğunu ve içerisindeki besinin peritrofik membran ile çevrili olduğunu belirtmişlerdir. Arka bağırsağın pilorik kapakla başlayıp rektumla sonlandığını ve arka bağırsağa altı adet Malpighi tüpü bağlandığını görmüşlerdir. Kolonun peristaltik hareketi yardımcı kas yapısıyla sağladığını ifade etmişlerdir.

Cecil (1930), *Philaenus leucophthalmus* (Homoptera, Cercopidae)'un sindirim kanalının morfolojik ve histolojik yapısını araştırmıştır. İki çift tükürük bezinin özofagusa paralel uzandığını, birinin özofagusun üstünde ve diğerinin ise özofagusun altında yerleştiğini tespit etmiştir. Altta bulunan tükürük bezinin hücrelerini diğer bezdeki hücrelere oranla daha geniş olduğunu görmüştür. Ön bağırsağın en geniş bölgesi olan farinksin baklava dilimi şeklinde olduğunu görmüştür. Farinks ile bağlantılı olan özofagusun uzun bir boru şeklinde ve silindirik hücrelerden meydana geldiğini belirtmiştir. Midgutun anterior ucunun iki büyük kese şeklinde olduğunu ve midgutı çevreleyen kütikül tabakanın olmadığını, epitel hücrelerinin şekil ve boyut olarak farklı olan kübik ve silindirik hücrelerden oluştuğunu tespit etmiştir. Midgutun hindguta bağlanmadan önceki kısmına ise iki çift Malpighi tüpünün bağlandığını ve tek katlı kübik epitelden oluştuğunu belirtmiştir. Boru şeklindeki hindgutın sindirim kanalının en geniş hücrelerine sahip olan, rektuma bağlı ve kitinle çevrili olduğunu görmüştür.

Hamner (1936), *Solubea pugnax* (Heteroptera, Pentatomidae)'in sindirim kanalının anatomisini araştırmıştır. Özofagusu boru şeklinde ve özofagusa açılan bir çift tükürük bezini ince ve uzun olduğunu ifade etmiştir. Özofagusu midgutın mide olarak adlandırılan bölgesine bağlı olarak görmüştür. Mideyi ince bir boru şeklinde ve midenin gastrik çekumla bağlantı kurduğu kısmı kese benzeri bir yapı olarak görmüştür. İleumu rektumun

anterior ucunda küçük torba benzeri bir yapı olarak tespit etmiştir. Oldukça büyük olan bir çift Malpighi tüpünü ileumun her iki tarafına bağlanmış olarak görmüştür. Rektumun zarsı geniş bir organ olduğunu ve anüse doğru daraldığını ifade etmiştir.

Yapılan literatür çalışmalarından da anlaşılacağı gibi bugüne kadar Heteroptera takımına ait pek çok türün sindirim sistemi yapısı incelenmiş ve sindirim sistemine ait yapılar ortaya konmuştur. Bu çalışmada daha önceden çalışılmamış olan ve ekonomik açıdan önemli bir tarım zararlısı olan *Carpocoris pudicus* seçilmiş ve bu türün sindirim sistemi ultrastrüktür yapısı ortaya konmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. İncelenen Materyal Hakkında Genel Bilgi



Resim 2.1. *Carpocoris pudicus*'un genel şekli [<http://aramel.free.fr/Carpocoris-pudicus-4.jpg>] (17.06.2014)]

Carpocoris pudicus; Heteroptera alttakımı, Hemiptera takımı, Pentatomidae üst familyası ve Pentatomidae familyasına ait bir türdür. Transkafkasya, Kafkaslar ve Türkiye’de yayılış göstermektedir. *C. pudicus*’da pronotum yuvarlak, siyah noktalı; pronotumdan abdomen genellikle dardır; scutellum dışbükey, çöküntü yoktur. Asteraceae (Compositae) ve Fabaceae familyasındaki çeşitli bitkilerle beslenmektedir. Delici-emici ağız yapısına sahip olan *C. pudicus*, bitkilerle beslenirken onlara sokup emerek zarar vermektedir. Her dişi genellikle bir kitle halinde 14 yumurta bırakmaktadır (Lodos ve Önder, 1983).

2.2. Örneklerin Toplanması ve Laboratuarda Üretimi

Carpocoris pudicus (Heteroptera: Pentatomidae)’un erginleri kullanılarak bu çalışma yapılmıştır. Bu türün erginleri; Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında Ankara civarındaki çeşitli tarım alanları, araziler, kültür bitkileri ve yabani bitkilerin bulunduğu alanlardan toplanmıştır.

2.3. Işık Mikroskobu İçin Örneklerin Hazırlanması

Canlı ergin *Carpocoris pudicus* örnekleri cam kaplarda etil asetat buharında tutulmuştur. *C. pudicus*'un sindirim kanalı %70'lik alkol ortamında stereomikroskopu altında disekte edilmiştir. Çıkarılan sindirim sisteminin yapısı fotoğraflandıktan sonra Bouin tespit sıvısında 3 gün bekletilmiştir. Tespit edilen örnekler %70'lik alkol içerisinde her gün değiştirilerek 21 gün boyunca yıkanmıştır. Daha sonra dehidrasyon işlemi için %80, %90 ve %96'lık etil alkol serilerinde 1'er saat, %100 (1) ve %100 (2) etil alkol ortamında 30'er dakika bekletilmiştir. Dehidrasyon işleminin ardından gömme ortamı olan parafin blokların içerisine sindirim sistemi aktarılmıştır. Parafin bloklardan mikrotom kullanılarak yaklaşık 5-7 µm kalınlığında kesitler albumin mayer sürülen lama alınmıştır. Kesitlerin Hemotoksilen-Eozin ve Mallory 3'lü boyaması yapıp entellan ile kapatılarak daimi preparat haline getirilmiştir. Sindirim sisteminin kısımlarına ait kesitler Olympus BX51 marka ışık mikroskopunda 4X, 10X, 20X, 40X ve 100X (immersion yağı ile) büyütmelerinde incelenmiştir. İncelendikten sonra fotoğrafları çekilmiştir.

2.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) İçin Örneklerin Hazırlanması

0,1M fosfat tamponu (pH: 7,2) ile hazırlanmış %2,5'luk Glutaraldehitte en az 1 gün tespit edilen örnekler 15 dakikalık iki değişme yapılarak pH: 7,2'lik fosfat tamponuyla yıkanmıştır. Ardından 15'er dakikalık %70, %80, %96, %100 ve %100'lük alkol serilerinden geçirilmiştir. Amil asetat 2 kez 15 dakika tutulan örnekler kritik noktada kurutma yapıldıktan sonra bütün haliyle veya çeşitli bölgelerinden kırıldıktan sonra çift taraflı yapışkan bantlarla staplara yapıştırılmıştır. Polaron SC 502 kaplama cihazında altınla kaplanan sindirim kanalları JEOL JSM6060 marka taramalı elektron mikroskopunda (SEM) 5-10 KV'de incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

2.5. Geçirmeli Elektron Mikroskobu (TEM) için Örneklerin Hazırlanması

C. pudicus'un sindirim sistemini geçirmeli elektron mikroskobu (TEM) için preparat haline getirmek amacıyla küçük penisilin şişeleri içindeki gluteraldehite (%2,5, pH 7,2, fosfat tamponlu) alınarak +4°C sıcaklıkta 24 saat tespit edilmiştir. Dokular ikinci tespit işlemi için fosfat tamponunda yıkandıktan sonra % 1'lik ozmiyum tetroksitte (pH 7,2, fosfat tamponlu) +4°C'de 1,5 saat bekletilmiştir. Örnekler soydum fosfat tamponuyla

tekrar yıkandıktan sonra yükselen alkol serilerinde dehidre edilip suyu alındıktan sonra propilen oksitten geçirilmiştir. Glauert'in Araldit gömme ortamında [Glauert ve Glauert, 1958] bloklanmıştır. Hazırlanan bloklardan Leica Reichart Supernova ultramikrotomda cam bıçaklarla yarı ince ve ince kesitler alınmıştır. Yarı ince kesitler lam üzerine alınmış ve Toluidin blue ile boyanmıştır. Yarı ince kesitler Olympus BX51 marka ışık mikroskopuyla incelenmiş ve bu mikroskoba bağlı Olympus E330 marka fotoğraf makinesiyle fotoğraflanmıştır. İnce kesitler ise bakır gritler üzerine alındıktan sonra Reynolds'un kurşun sitrat boyası [Reynolds, 1963] ve uranil asetat ile boyanmıştır [Hayat, 1970]. İnce kesitler Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünde bulunan JEOL JEM-1400 Elektron mikroskopunun TEM kısmında 80 KV' de incelenmiştir. Elde edilen görüntüler dijital ortama kaydedilmiştir. Büyütme ve ölçekler çekim sırasında TEM görüntülerinin üzerinde otomatik olarak kaydedilmiştir.

3. BÖCEKLERİN SİNDİRİM SİSTEMİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

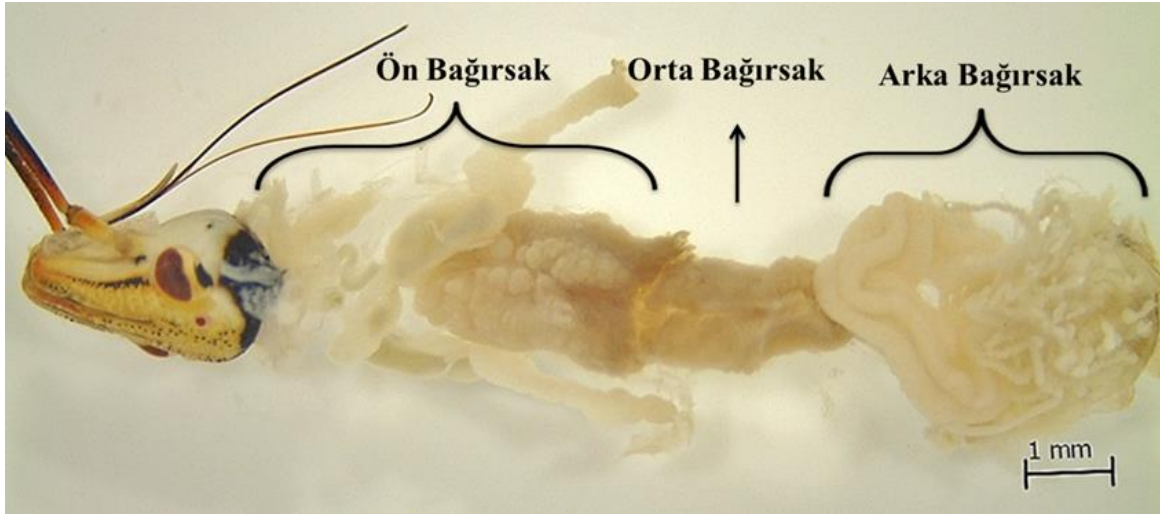
Böceklerde ağız tipleri farklılık göstermektedir. Ağız tiplerinin çeşitliliği farklı beslenme tipleri ile ilişkilidir, ancak bağırsak yapısı ve işlevi yenilen besinin mekanik özelliklerini ve besinlerinin bileşimlerini de yansıtmaktadır (Gullan ve Cranstons, 2012).

Bağırsak morfolojisi ve fizyolojisinin beslenme farklılıklarıyla ilişkili olduğu bilinmektedir. Katı besinlerle beslenen böcekler geniş, düz, aşınmaya karşı koruyan güçlü kaslarla donatılmış kısa bir bağırsağa sahiptir. Bu yapılar bitki ile beslenen tırtıllardaki gibi besinlerini hızlı tüketen ve katı besinlerle beslenenlerde çok belirgindir. Bu durumun aksine, kan, bitki özü veya nektarı gibi sıvı besinlerle beslenen böceklerde, bağırsak genellikle sıvı besinle maksimum teması sağlayacak şekilde uzun, dar ve kıvrılmış yapıdadır ve bu beslenme tipinde bağırsağın aşınmadan korunmasına gerek yoktur.

Sıvı ile beslenen böceklerde en belirgin bağırsak özelleşmesi hemipterlerde görülür. Bu özelleşmede sindirim öncesinde besin maddelerini koyulaştırmak için fazla suyu uzaklaştıran bir mekanizma bulunur. Beslenme bakımından, bitkilerin yaprak ve gövdelerinin besin düzeylerinin düşük olmasından dolayı bitki ile beslenen böceklerin büyük bir çoğunluğunun çok fazla miktarda besini işlemesi gerekmektedir. Bu böceklerin bağırsakları genellikle kısadır ve besinlerin depo edileceği bir alan bulunmaz, çünkü besin sürekli olarak alınmaktadır. Diğer taraftan bir hayvansal doku bitki dokusuna göre, en azından avcılar için, besin içeriği bakımından daha zengin ve iyi dengelenmiştir. Bununla birlikte, besin sadece aralıklı olarak elde edilebilir (bir avcı avını yakaladığında veya kan ile beslenildiğinde) ve bağırsak normalde geniş bir depolama kapasitesine sahiptir (Gullan ve Cranstons, 2012).

Böcek bağırsağı (veya sindirim kanalı) üç ana bölgeye sahiptir (Şekil 3.1) ve bu bölgeler arasında sıvı/besin geçişini kontrol eden sfinkterler (kapaklar) bulunmaktadır. Ön bağırsak

(stomodeum) besinin alınması, depolanması, öğütülmesi ve bir sonraki bölüm olan orta bağırsağa (mezenteron) aktarılmasını sağlar. Orta bağırsakta sindirim enzimleri üretilir, salgılanır ve emilim gerçekleşir. Bağırsak lümeninde kalan materyaller, Malpigi tüplerinden gelen idrar ile birlikte arka bağırsağa (proktodeum) geçer, burada anüse doğru ilerleyen dışkıdan suyun, tuzların ve diğer değerli moleküllerin geri emilimleri gerçekleşir. Bağırsak epitelı tek hücre tabakası kalınlığında, kanal boyunca uzanan bir yapıdır ve çeşitli şekillerde oluşan bir kas tabakası ile çevrelenmiş bazal membrana bağlıdır. Orta bağırsakta herhangi bir kütikular astar bulunmazken ön bağırsak ve arka bağırsağın her ikisinde de kütikular astar mevcuttur (Gullan ve Cranstons, 2012).



Şekil 3.1. Böceklerdeki sindirim sistemi şekli

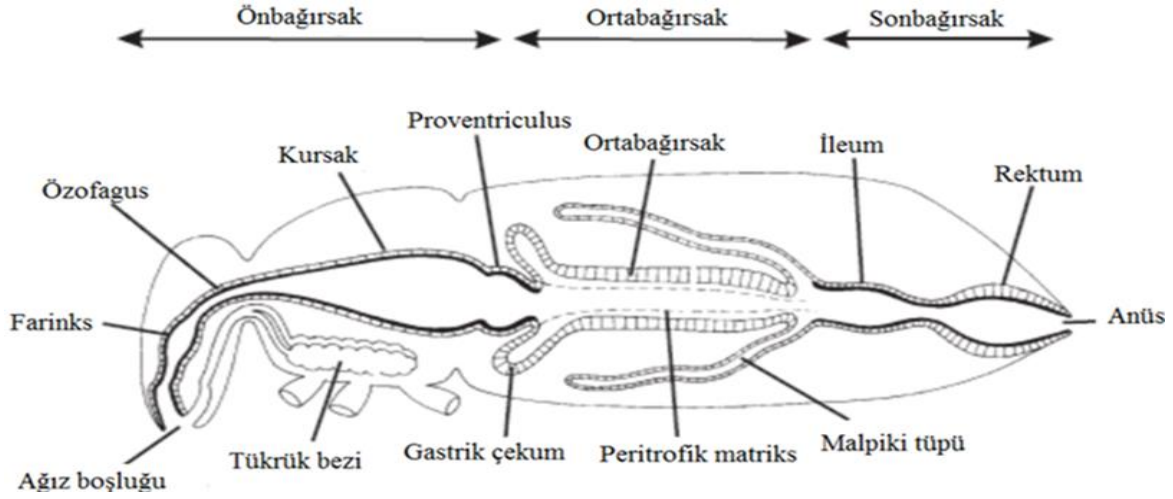
Bağırsak bölgelerinin her biri, farklı böceklerde beslenmeye bağlı olarak çeşitli şekillerde gelişmiş bazı lokal özelleşmeler gösterirler. Ön bağırsak tipik olarak, yutak, özofagus, kursak (besin depolama alanı) ve çoğunlukla katı besinlerin öğütüldüğü çiğneyici mide olan proventrikulus (taşlık ya da katı) bölümlerinden oluşur. Proventrikulus özellikle termitler, hamamböcekleri ve cırcırböcekleri gibi orthopteroid böceklerde iyi gelişmiştir ve epitel tabaka diken ve dişlerle donatılmış, kütikula üzerine çıkıntılar oluşturacak şekilde uzunlamasına katlanmıştır. Ağız, ön bağırsağın anterior ucuna doğru ağız parçaları tarafından sınırlandırılmış bir ön ağız boşluğuna açılır ve genellikle bu bölümün üst kısmı sibaryum alt kısmı ise tükürük haznesi olarak ikiye ayrılır (Şekil 3.2). Çift olarak bulunan labial ve tükürük bezleri büyüklükleri bakımından çeşitlilik gösterirler ve genel yapıları

basit, uzun bir tüp şeklinde olabildiği gibi karmaşık, dallanmış veya loblu bir yapıda da olabilir.

Hemipterlerin çoğunda iki tip tükürük üreten karmaşık bezler bulunmaktadır. Lepidoptera'da, mandibular bezler tükürük salgılayan labial bezler ipek üretirler. Bir böceğin tükürük bezlerinde birkaç tip salgı hücresi bulunabilir. Bu hücrelerde yapılan salgılar kütikular kanallar boyunca taşınır ve ön ağız boşluğunun ventral kısmına boşaltılır. Ön bağırsaklarında besin depo eden böceklerde, kursak besinlerin büyük bir kısmını tutar ve besinleri tutmayı kontrol eden posterior bir sfinkter sayesinde aşırı derecede şişebilir. Kursak, tübüler bağırsağın genişlemiş bir parçası veya yanal bir uzantısı olabilir.

Orta bağırsak genel olarak iki ana bölüme sahiptir. Bu bölümler, tübüler ventrikulus ve körbağırsak (çekum) olarak adlandırılan tek tarafı kapalı yanal bir uzantıdır. Orta bağırsaktaki çoğu hücre yapısal olarak benzerdir ve bağırsağın iç yüzeyini kaplayan mikroviluslarla (parmak benzeri çıkıntılar) sütunsu bir yapı oluştururlar(Gullan ve Cranstons, 2012).

Orta bağırsağın kalınlaşmış epiteli ile hemen hemen hiç ayırt edilemeyen ön bağırsağın epiteli arasındaki fark sadece histolojik kesitlerde görülebilir. Orta bağırsağın epitel hücreleri, çoğunlukla bir protein-glikoprotein matriksi içinde ağsı kitin fibrilleri içeren peritrofik zar (Şekil 3.2) olarak adlandırılan ince bir kılıf ile besinlerden ayrılır. Bu zar, protein-glikoprotein matriksi içerisinde ağsı kitin fibrillerden meydana gelir. Peritrofin olarak adlandırılan bu proteinler kitin bağlama yeteneği kazanmış gastrointestinal mukus proteinlerinden evrimleşmiş olabilirler. Peritrofik zar, orta bağırsağın ön kısmında yer alan hücreler tarafından üretilir ve tüm orta bağırsaktan ince bir tabaka halinde ayrılır. Hemiptera ve Thysanoptera üyelerinde ve bazı takımların sadece erginlerinde peritrofik zar yoktur.



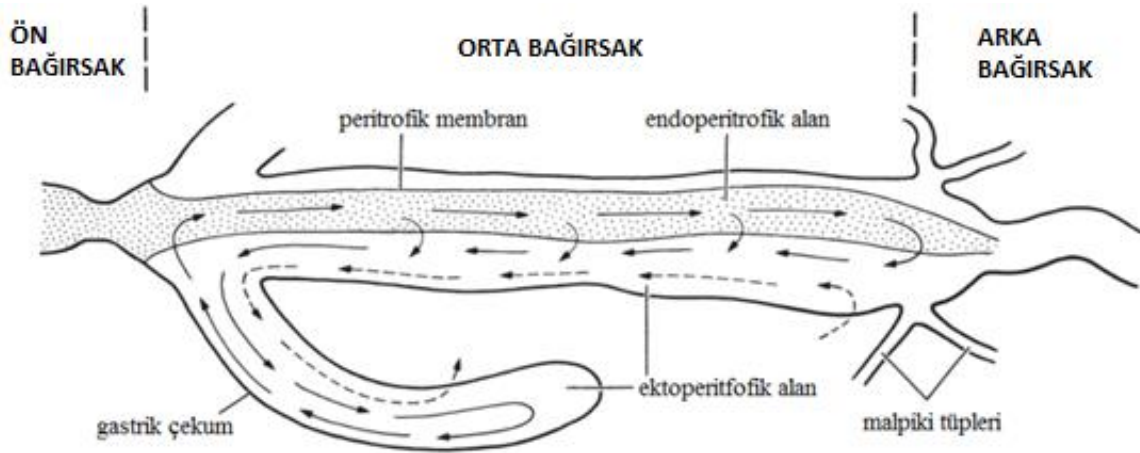
Şekil 3.2. Böceklerdeki sindirim sistemi şematik şekli (Gullan ve Cranstons, 2012-Değiştirilmiştir)

Tipik olarak, arka bağırsağın başlangıcında kaslı bir pilorik sfinkter yapıdan oluşan pilorus, Malpigi tüplerinin giriş noktası olarak bilinir ve bu bölgeyi ileum, kolon ve rektum takip eder. Arka bağırsağın temel işlevi suyun, tuzların ve dışkı ile idrarda bulunan diğer yararlı maddelerin emilmesidir.

Sindirimin büyük kısmı, epitel hücrelerinin sindirim enzimlerini üretip salgıladığı ve ayrıca besinin yıkımı sonucu ortaya çıkan ürünlerin emildiği orta bağırsakta gerçekleşir. Böceklerin temel besin kaynakları enzimatik olarak küçük monomerlere ayrılan karbonhidrat ve proteinlerdir (Gullan ve Cranstons, 2012).

Böceklerin çoğunda orta bağırsak epiteli, oldukça etkili bir hızlı-akış süzgeci oluşturan peritrofik zar ile besin parçalarından ayrılmaktadır. Peritrofik zar, porlu bir yüzeye sahiptir ve bu porlardan küçük moleküller geçerken, büyük moleküller, bakteriler ve besin parçalarının orta bağırsak hücreleri tarafından doğrudan alımını kısıtlanır. Ayrıca bu zar herbivor böcekleri tanen gibi alınan allelokimyasallardan da koruyabilmektedir. Bazı böceklerde, orta bağırsak sindiriminin çoğu veya tamamı endoperitrofik boşlukta yer alan peritrofik zar içerisinde gerçekleşir.

Bazı böceklerde ise, bu alanda sadece sindirimin başlangıcı gerçekleşir ve küçük besin molekülleri sindirimin devam edeceği ektoperitrofik (Şekil 3.3) boşluk içerisine yayılır. Sindirimin son evresi, genellikle belirli enzimlerin ya bir mukopolisakkarit örtü içerisinde tutulduğu ya da hücre zarına bağlandığı yer olan orta bağırsağın mikrovilluslarının yüzeylerinde gerçekleşir. Bu yüzden, peritrofik zar bir geçirgenlik engeli oluşturur ve sindirimin farklı aşamalarının farklı bölmelerde gerçekleşmesine yardımcı olur, ayrıca bir zamanlar öncelikli işlevi olduğuna inanılan orta bağırsak hücrelerinin mekaniksel korunmasını da sağlar. Özellikle sindirilmiş besin molekülleri ve sindirim enzimleri içeren sıvı, orta bağırsak boyunca endoperitrofik boşlukta arkaya doğru, ektoperitrofik boşlukta ise ileri doğru giderek devridaim olmaktadır. Bu endo-ektoperitrofik devridaim, besin moleküllerini sindiriminin ve emilimin son bulduğu alanlara hareket ettirerek ve/veya besin kitlesi son bağırsağa ulaşmadan önce besin kitlesinden sindirim enzimlerini uzaklaştırıp bu enzimleri koruyarak sindirime yardımcı olur (Gullan ve Cranstons, 2012).



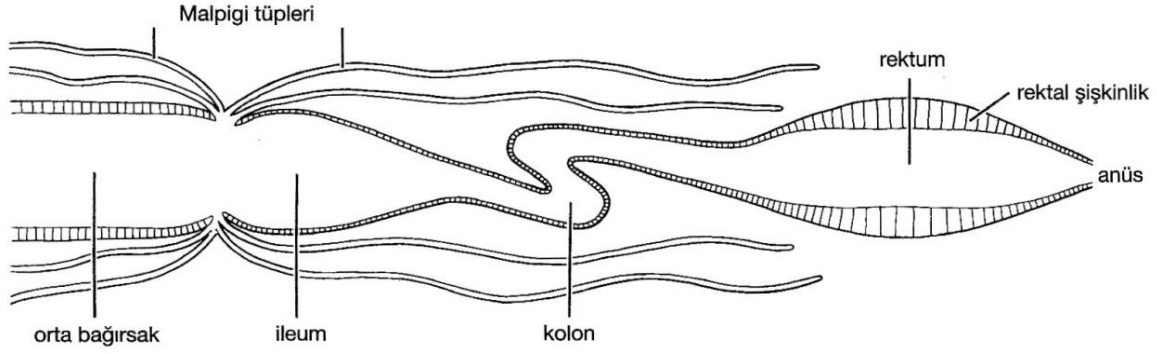
Şekil 3.3. Orta bağırsakta peritrofik membran, endo- ve ekzo-peritrofik alan (Gullan ve Cranstons, 2012- Değiştirilmiştir)

Alışılmadık şekilde, peritrofik membranı bulunmayan Hemiptera ve Thysanoptera'da perimikrovillar membran (PMM) adı verilen hücre dışı bir lipoprotein membran bulunmaktadır. Bu membran orta bağırsak hücrelerinin mikrovilluslarını kaplayarak kapalı bir boşluk oluşturur. PMM ve ilişkili olduğu perimikrovillar boşluk, bağırsak lümeninin sıvı içeriği ve orta bağırsak hücrelerine komşu bulunan perimikrovillar boşluktaki sıvı arasında konsantrasyon farkı yaratarak, aminoasitler gibi organik moleküllerin emilimini

arttırmada işlev görmektedir. Alınan bitki özsuğunda bulunan sükröz PMM'ye bağılı olarak bulunan a-glukozidaz enzimi tarafından yıkılmaktadır (Gullan ve Cranstons, 2012).

Boşaltım, metabolizmanın atık ürünlerinden olan özellikle azotlu bileşiklerin vücuttan uzaklaştırılması işlemidir. Vücut hücrelerinin metabolizması sonucu oluşan boşaltım atıkları, basitçe ağızdan anüse doğrudan geçen (bazen temel kimyasal yapı değişmeden kalır) dışkılamadan farklıdır. Böcek dışkısında (frass), ister sıvı halde ister topak şeklinde paketlenmiş olsun, hem sindirilmemiş besinler hem de metabolik atıklar bulunmaktadır. Sucul böcekler seyreltik dışkılarını anüslerinden doğrudan suya bırakırlar. Karasal böcekler ise genellikle vücutlarındaki suyu korumak zorundadır. Bu durum, atıkların etkin bir şekilde, yoğunlaştırılmış ve hatta tamamen kurutulmuş olarak atılmasını, aynı zamanda da azotun potansiyel toksik etkisinden korunmayı gerektirir. Üstelik hem karasal hem de sucul böcekler, besinlerinde sınırlı miktarda bulunabilen veya sucul böceklerde difüzyonla kaybedilebilen sodyum (Na^+), potasyum (K^+) ve klorür (Cl^-) gibi iyonları da korumalıdır. Böcek idrarı veya pellet şeklindeki dışkısı birbiriyle yakından ilişkili iki süreç sonunda üretilir. Bu süreçler; boşaltım ve vücut sıvısı bileşiminin (ozmotik ve iyonik homeostazi) korunduğı ozmoregülasyondur. Atıkların uzaklaştırılması ve ozmoregülasyondan sorumlu sistem genel olarak boşaltım sistemi olarak adlandırılmaktadır ve aşağıda belirtildiğı gibi sistemin faaliyetleri büyük ölçüde Malpigi tüpleri ve arka bağırsak tarafından yapılmaktadır. Ancak, tatlı su böceklerinde hemolenf kompozisyonu ortamdaki suya sürekli kaybedilen tuzlara (iyonlar gibi) karşı cevap olarak düzenlenmeli ve iyonik düzenleme hem tipik boşaltım sistemini hem de genellikle arka bağırsak ile ilişkili olan klorid hücreleri olarak adlandırılan özel hücreleri içermektedir.

Böceklerde boşaltım ve ozmoregülasyonun temel organları rektum ve/veya ileum ile birlikte aktivite gösteren Malpigi tüpleridir (Şekil 3.4). Malpigi tüpleri bir ucu kapalı, etrafı tek bir hücre tabakasından oluşmuş, uzun ince tübüler yapıda olan sindirim kanalının uzantılarıdır. 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 bağırsağı ait olduğı



Şekil 3.5. Son bağırsakta bulunan kısımların şematik gösterimi(Gullan ve Cranstons, 2012-Değiştirilmiştir)

Malpigi tüpleri izoozmotik 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. Şekerler 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 lümeninden geri emilir ve hemolenfe geri gönderilir. Her bir Malpigi tübülünün aralıksız salgılama aktivitesi birincil idrarın lümeninden 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 asetatin emilimi sağlanır.

Birçok avcı, kan ile hatta bitki ile beslenen böcekler, azotu ve özellikle de belirli aminoasitleri ihtiyaç duyduklarından çok daha fazla alır. Bazı azotlu bileşikler bazı böceklerde hemolenfte protein olarak veya yağ cisimciğinde depo edilmiş olmasına rağmen, böceklerin çoğu yaşamlarının belli dönemlerinde veya tamamında azotlu metabolik atıklar oluşturur. Birçok sucul böcek ve bazı etçil sinekler çok fazla miktarlarda

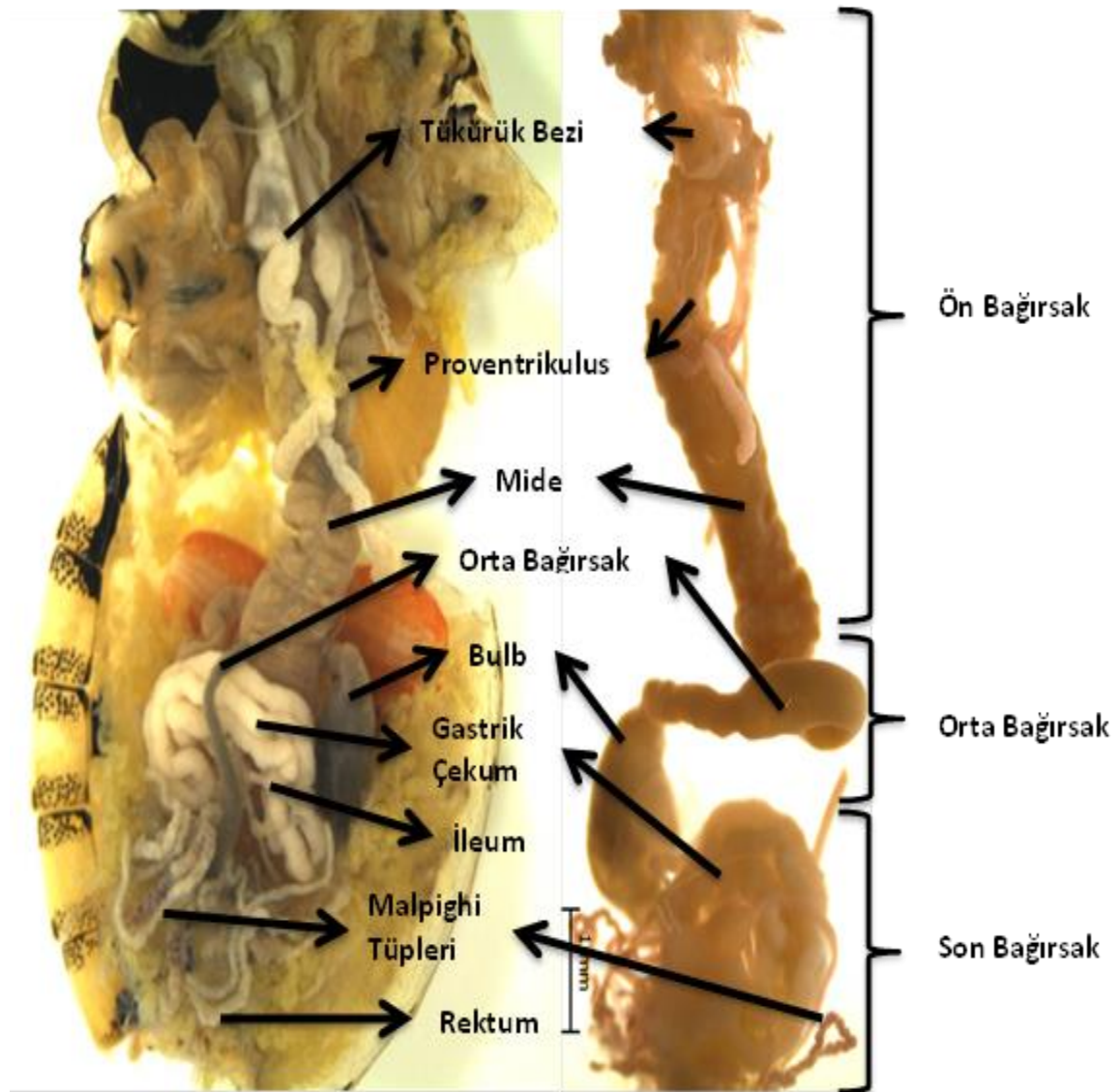
amonyak salgırlarlar. Oysa karasal böceklerde boşaltılan atıklar genellikle ürik asit ve/veya çeşitli tuzlar şeklindedir (ürat). Bu tuzlar genellikle üre, pteridin, bazı aminoasitler ve/veya hipoksantin, allantoin ve allantoik asit gibi ürik asit türevleri ile kombinasyon halindedir. Tüm bu atık bileşikler arasında amonyak nispeten toksiktir ve seyreltilmiş bir şekilde atılmalı veya ayrıca kütikula veya dışkıdan hızla buharlaştırılmalıdır (hamamböceklerinde olduğu gibi). Üre daha az toksik ve daha çözünür bir bileşendir ve uzaklaştırılması için daha fazla su gerekmektedir. Ürik asit ve üratların sentezinde amonyak veya ürenin sentezi için gerekenden daha az suya ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca toksik değildirler, suda çözünürlükleri daha azdır (en azından asidik koşullarda) ve ozmotik sorun yaratmaksızın kuru olarak vücuttan atılabilmektedirler. Atıkların seyreltilmesi sucul böceklerde kolayca sağlanmaktadır, fakat karasal böcekler için suyun korunması zorunludur ve ürik asit boşaltımı (ürikotelizm) oldukça avantajlıdır (Gullan ve Cranstons, 2012).

Yağ cisimciğinin özelleşmiş hücrelerinde ürik asit tuzlarının biriktirilmesi ürik asit depolanması yoluyla "boşaltım" olarak düşünülmüştür. Bununla birlikte, bu depolama böcek tarafından geri dönüşüm için kullanılan metabolik bir depo da oluşturabilir. Muhtemelen bu geri dönüşüm, yağ dokusunda bakteri barındıran hamamböceklerinde olduğu gibi, simbiyotik mikroorganizmaların yardımıyla gerçekleşir. Hamamböcekleri yüksek azot içerikli diyetle beslenseler bile dışkılarında ürik asit bulunmamaktadır, fakat vücutlarında büyük miktarlarda ürat depolarlar.

Beslenme ve metabolizma yan ürünleri mümkün olduğunca değerlendirilir ve bu nedenle atık olarak boşaltılmalarına gerek duyulmaz. Örneğin, bitkilerin yenilmeyi engelleyici savunma bileşikleri doğrudan saklanabilir veya uyarı ve savunma gibi iletişimde kullanılan kimyasalların biyokimyasal sentezi için temel oluşturabilir. Bazı böceklerin epidermisinde, beyaz pigmentli ürik asit türevleri bazı keleklerin (Lepidoptera: Pieridae) kanat pullarındaki beyaz renklerin oluşumunu sağlar (Gullan ve Cranstons, 2012).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Carpocoris pudicus'un sindirim sistemi ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsak olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Ön bağırsakta tükürük bezi, yardımcı tükürük bezi, farinks ve özofagus, proventrikulus ve ventrikulus (mide)'dan oluşmaktadır. Farinks ve özofagus kısmı kafanın sert kitin kısmından ayrılamadığı için incelenememiştir. Orta bağırsakta; orta bağırsak kanalı ve bu kanalın devamı olan bulb yapısı vardır. Arka bağırsağa bağlı Malpighi tüpleri, gastrik çekum, ileum ve rektum bulunmaktadır (Resim 4.1).



Resim 4.1. *Carpocoris pudicus* sindirim kanalının genel görünüşü

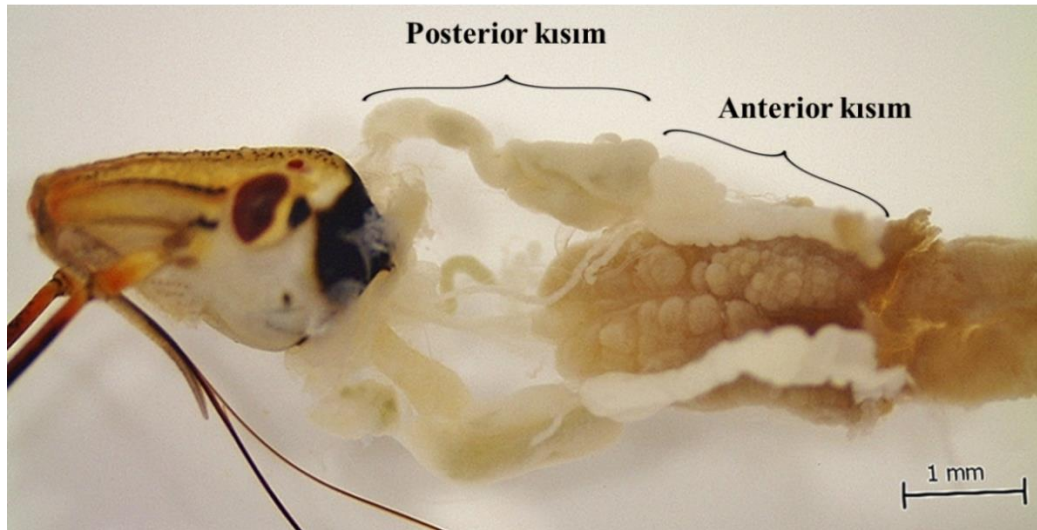
4.1. Ön Bağırsak

4.1.1. Tükürük bezi

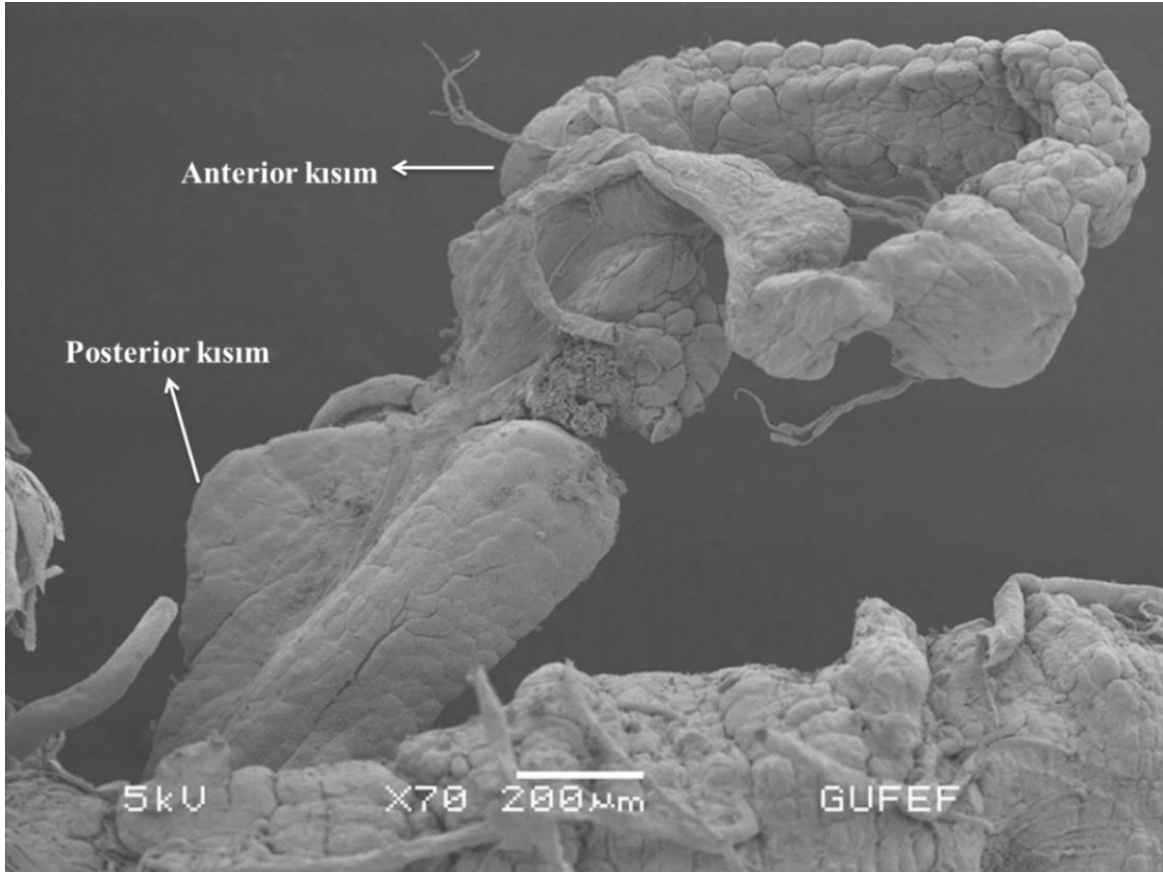
Carpocoris pudicus, ön bağırsağa bağlı her iki tarafta dorsa-lateral uzanan bir çift tükürük bezi içerir (Resim 4.2). Her bir tükürük bezide posterior ve anterior olmak üzere iki kısımdan meydana gelir (Resim 4.2- 4.3). Posterior kısmın anterior kısma bağlandığı bölgede incelmeye görülür (Resim 4.4). SEM görüntülerinde ön bağırsağa bağlanan posterior kısmın yüzeyinde bulunan katlanmalar, anterior kısma göre daha azdır (Resim 4.5). Anterior kısmında ise yüzey kısmına göre en az katlanmanın yan yüzey kısmında olduğu görülür (Resim 4.6).

Tükürük bezi her iki bölgede de dıştan ince tek tabakalı bir epitelle çevrili olup silindirik hücrelerden meydana gelir (Resim 4.8). Hücrelerin çekirdekleri hücrenin lümenine yakındır (Resim 4.8- 4.9). Tükürük bezi hücrelerinin içerisinde çok sayıda salgı granülleri ve mikrotübüller vardır (Resim 4.7, 4.10, 4.11). Tükürük bezinden gelen tükürük salgısı özofagusla kanal aracılığıyla iletilir ve besin üzerine aktarılır. Tükürük salgısı besin ve diğer maddeler için çözücü etki sağlar. Ayrıca tükürük salgısının bir diğer görevi de ağız parçalarını nemlendirmektir.

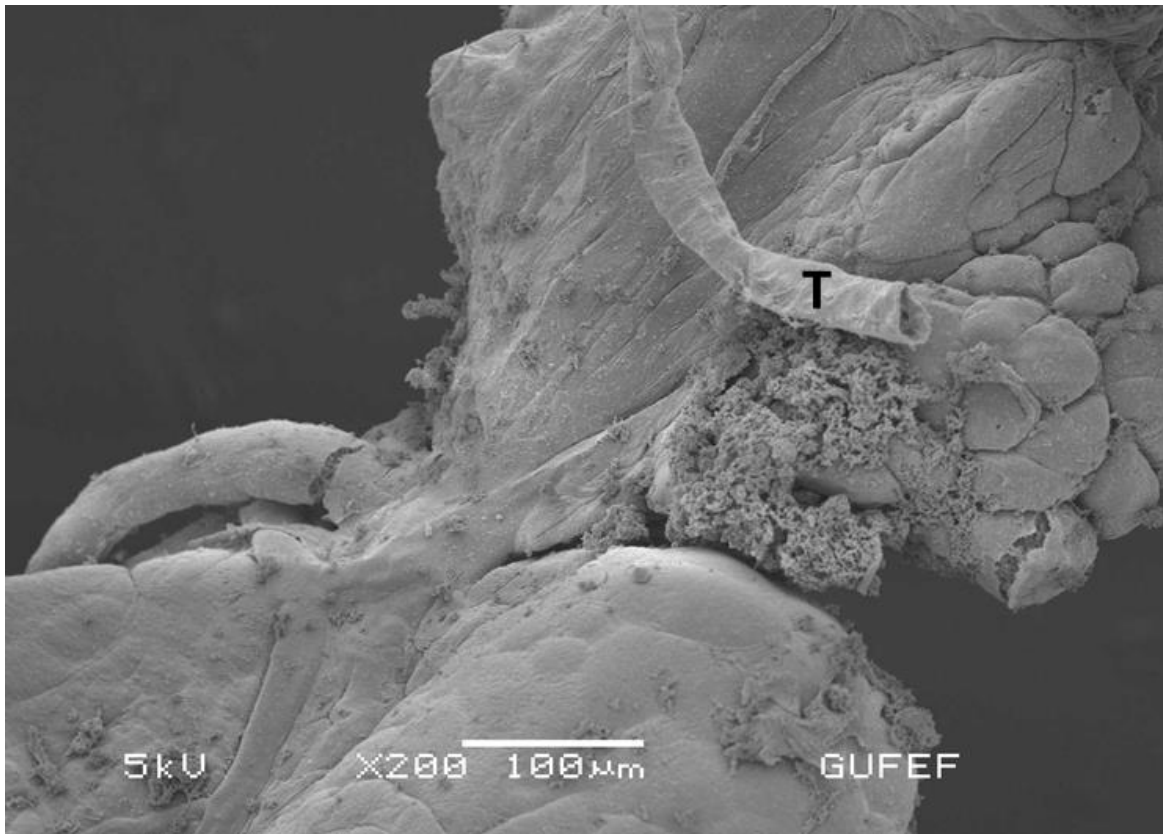
Tükürük bezinin yüzeyinde ve kesitlerinde trake yapıları gözlenmiştir (Resim 4.4, 4.12).



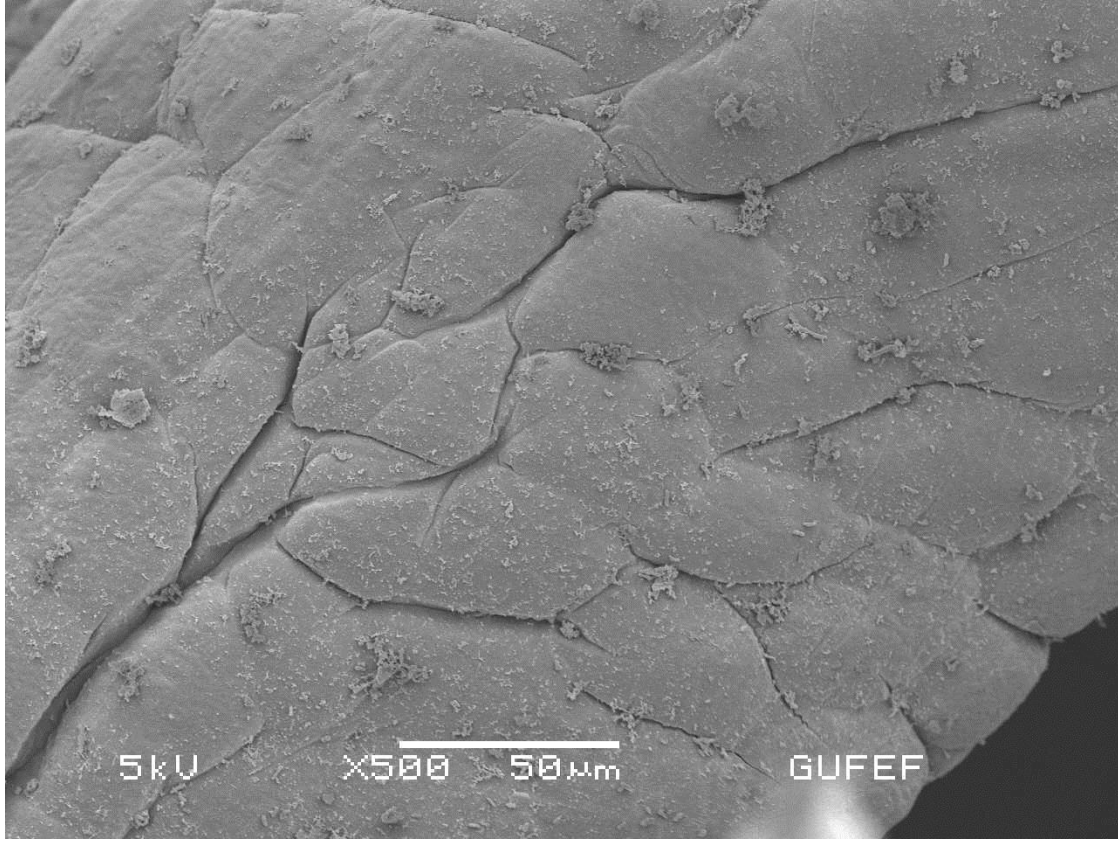
Resim 4.2. *Carpocoris pudicus* da tükürük bezinin genel görünümü-Stereo Mikroskop



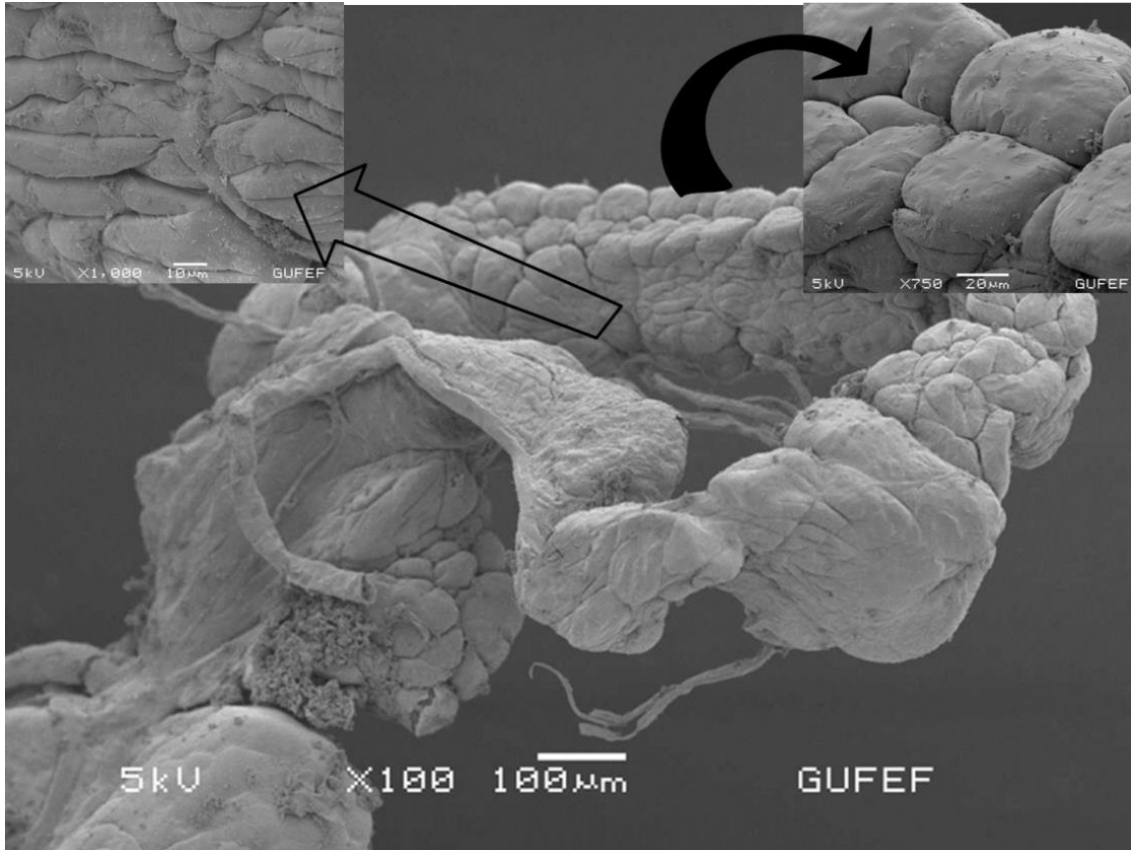
Resim 4.3. Tükrük bezinin genel görünümü-SEM



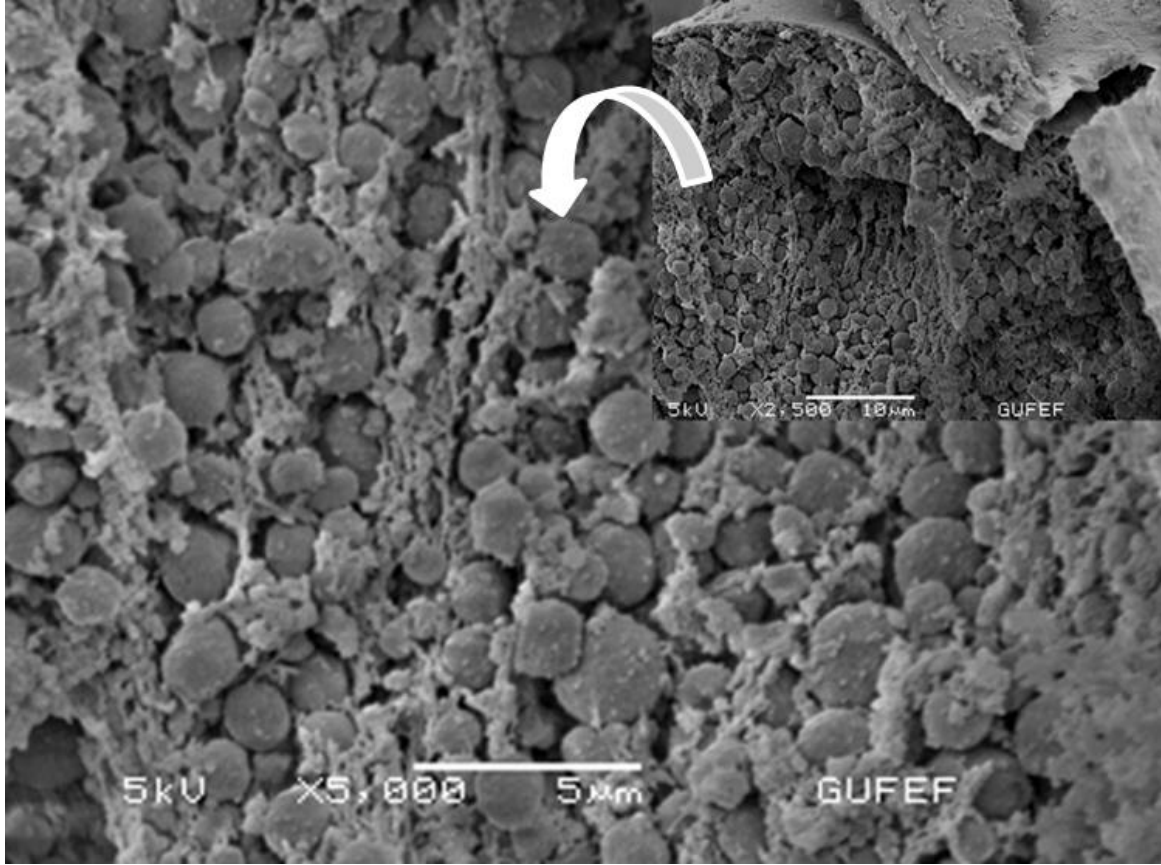
Resim 4.4. Tükrük bezinin anterior ve posterior bölgesinin bağlantı kısmı ve trakeler (T)-SEM



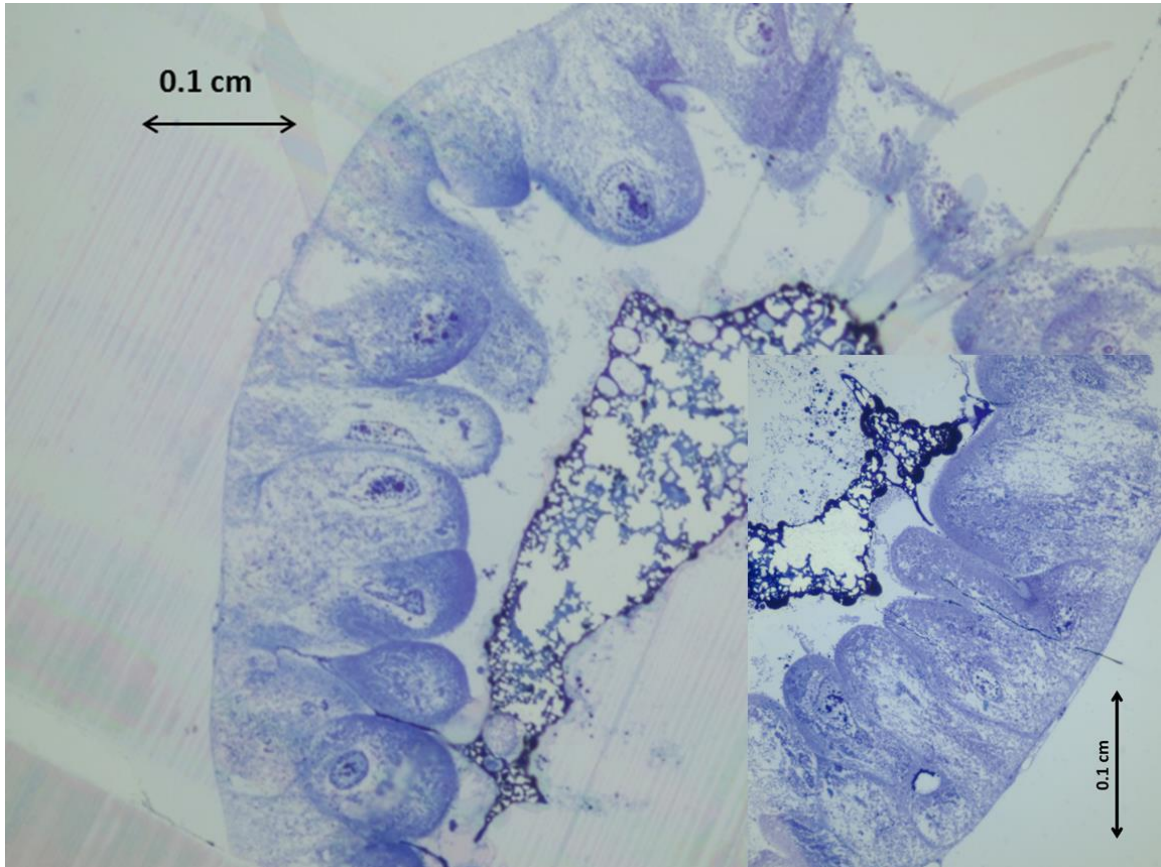
Resim 4.5. Tükrük bezinin posterior bölgesinin yüzey yapısı -SEM



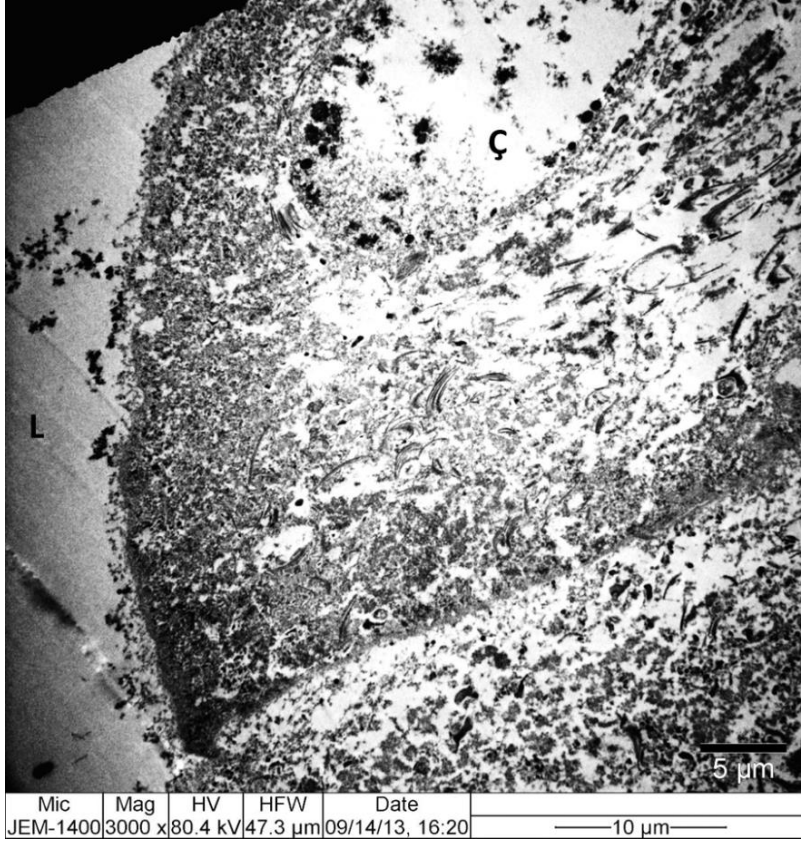
Resim 4.6. Tükrük bezinin anterior kısmının yüzey (içi boş ok) ve yan yüzey yapısı (içi dolu ok)-SEM



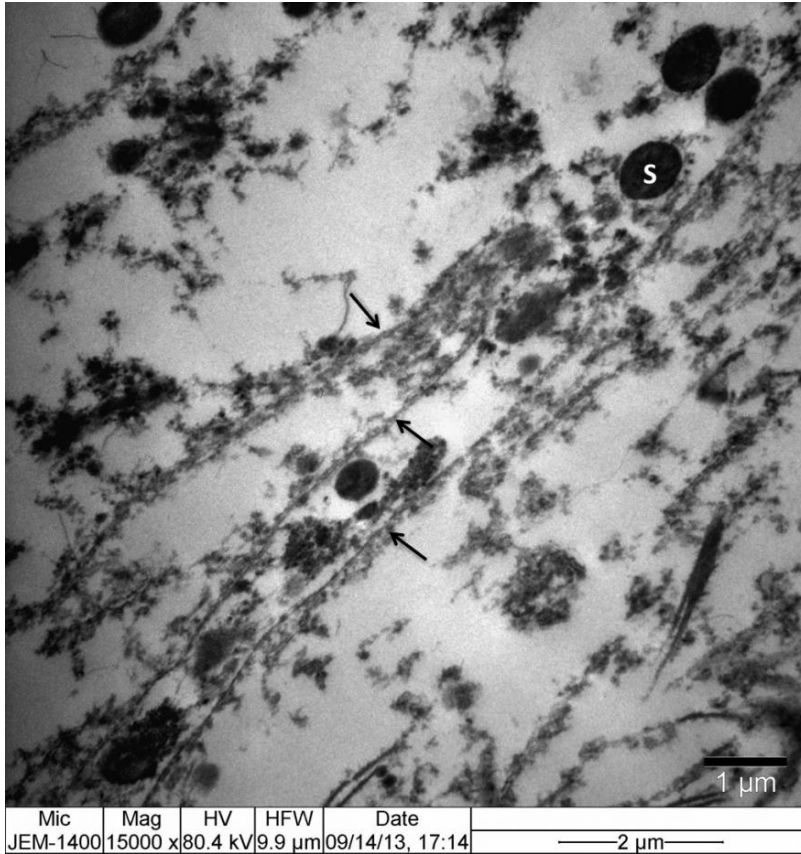
Resim 4.7. Tükrük bezinde salgı granülleri –SEM



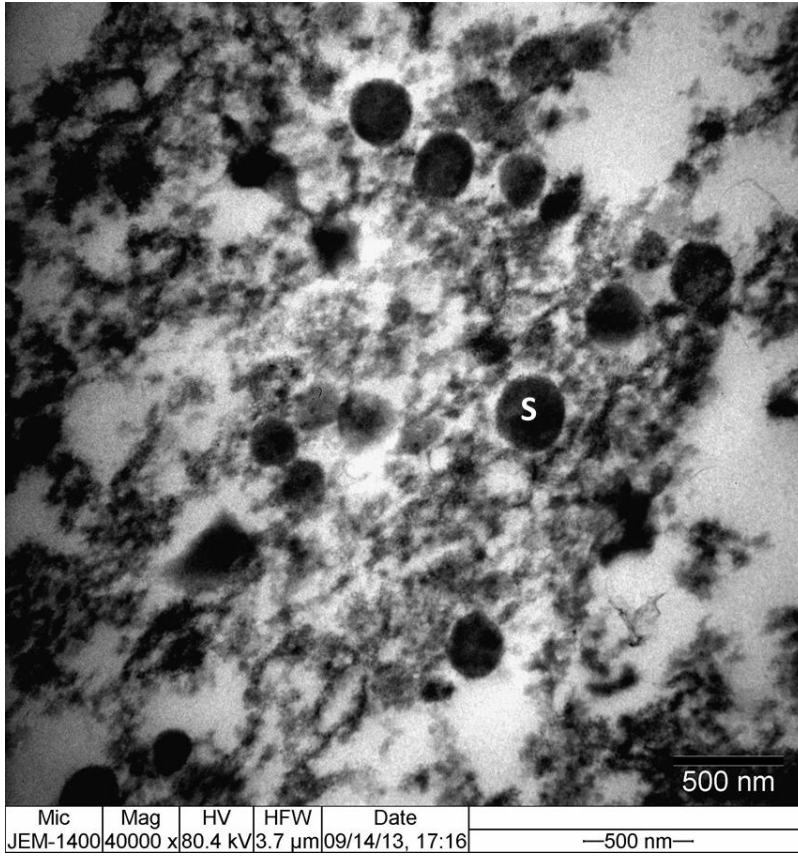
Resim 4.8. Tükrük bezinin genel görünümü (Yarı ince kesit)



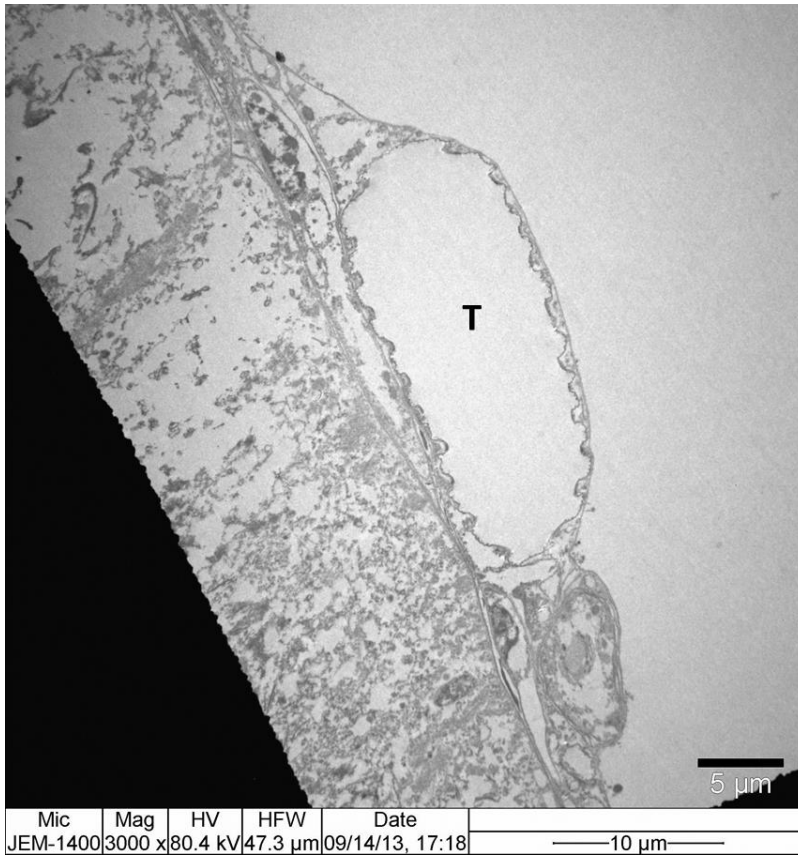
Resim 4.9. Tükürük bezi hücresi (Ç.Çekirdek, L.Lümen)-TEM



Resim 4.10. Tükürük bezi hücresinin sitoplazmasında mikrotübükçükler (OK) ve salgı granülleri (S) -TEM



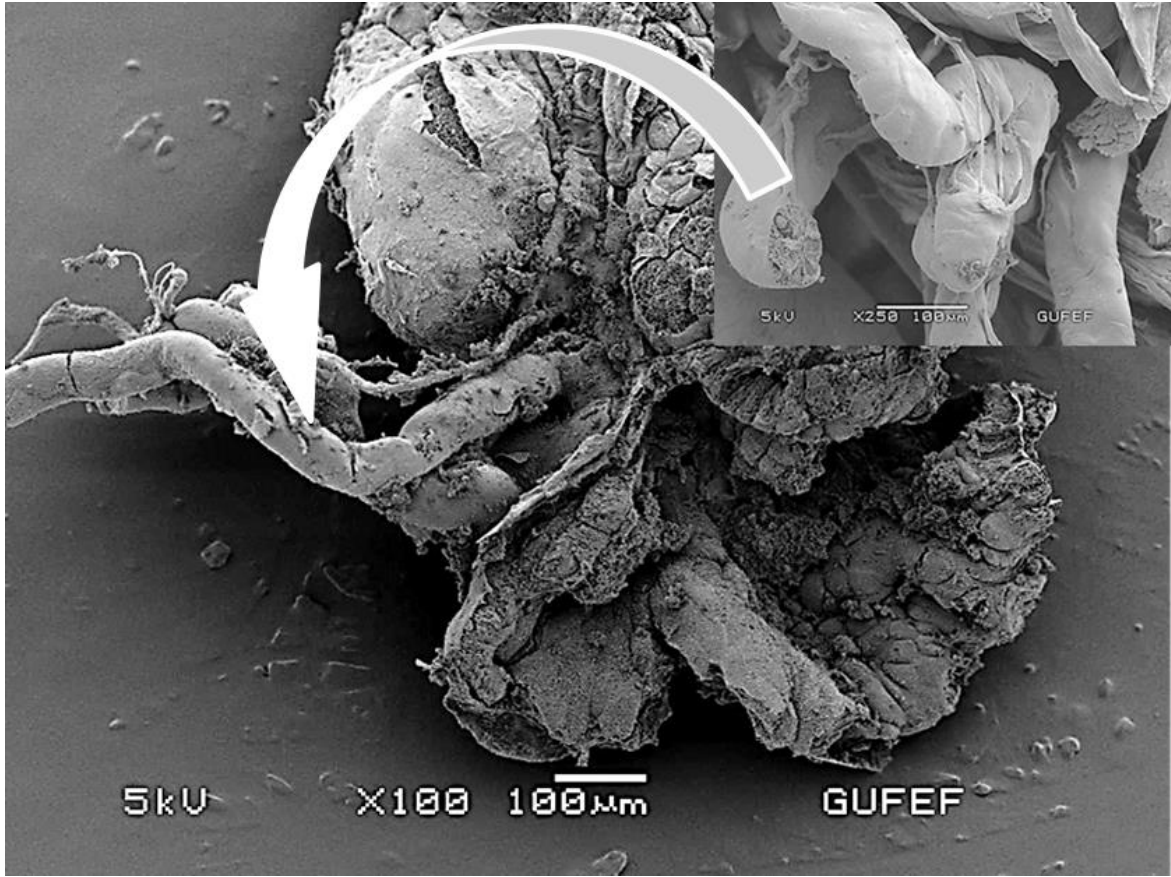
Resim 4.11. Tükrük bezi hücresinin sitoplazma içeriği ve salgı granülleri (S)-TEM



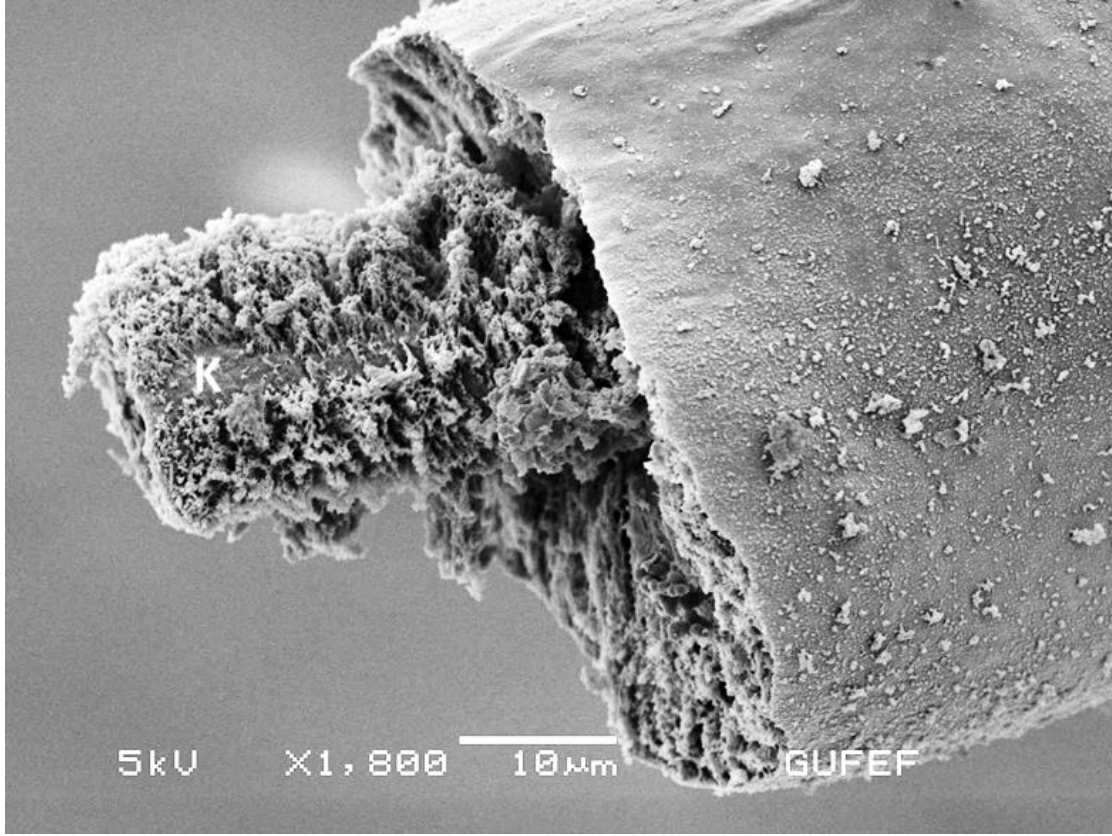
Resim 4.12. Tükrük bezi hücresinin bazal zarı ve bazal zar altında trake borusunun (T) enine kesiti-TEM

4.1.2. Yardımcı tükrük bezi

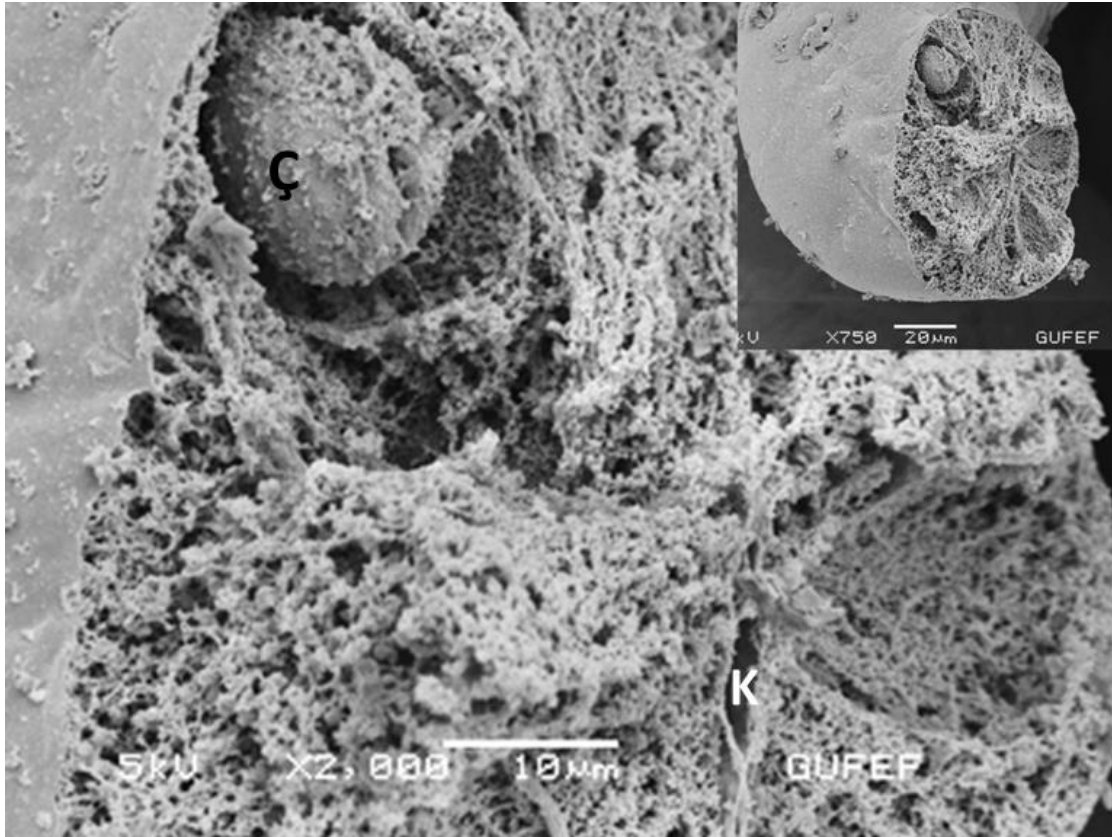
Carpocoris pudicus da ön bağırsağa bağlanmış iki tükrük bezinin her birine bağlı birer yardımcı tükrük bezi vardır (Resim 4.13). Yardımcı tükrük bezi tek tabakalı kübik epitelden oluşur (Resim 4.15, 4.16, 4.17). Epitel hücrelerinin içerisinde çok sayıda salgı granülleri bulunmaktadır (4.18- 4.19). Salgı lümenine bırakılmaktadır (Resim 4.14, 4.18, 4.19).



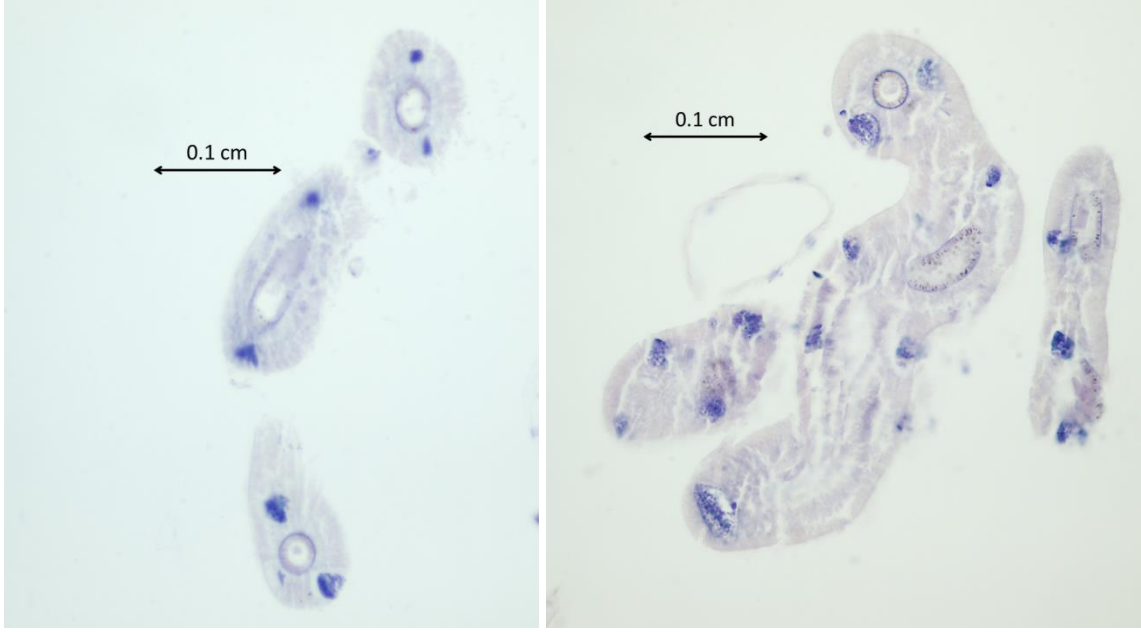
Resim 4.13. Tükrük bezi ve yardımcı tükrük bezinin genel görünümü -SEM



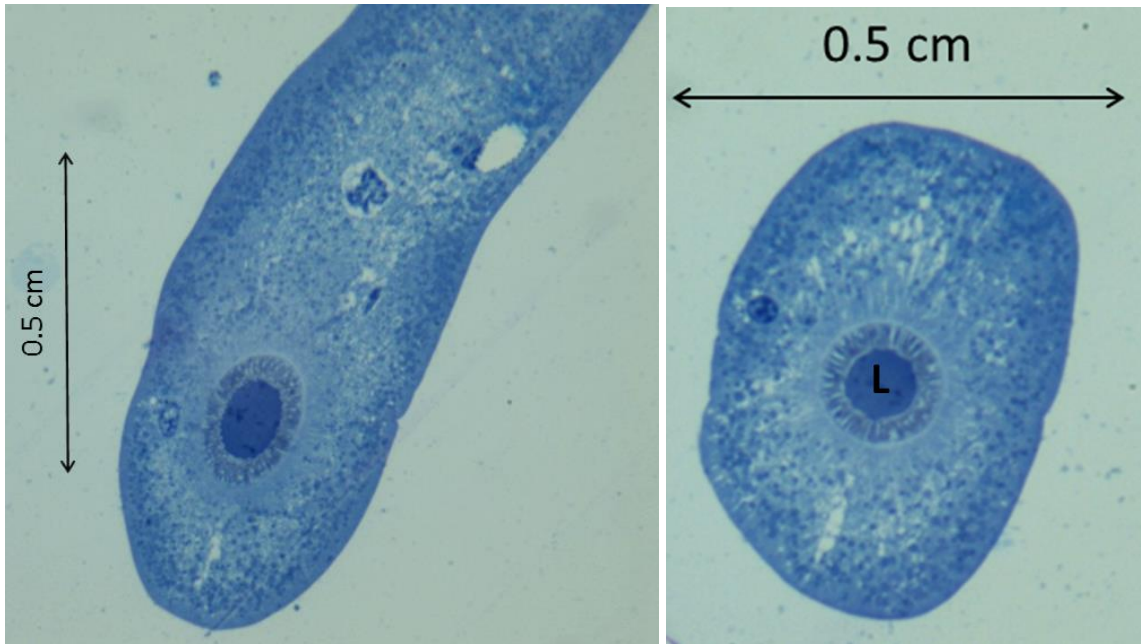
Resim 4.14. Yardımcı tükrük bezinin kanal (K) görünümü –SEM



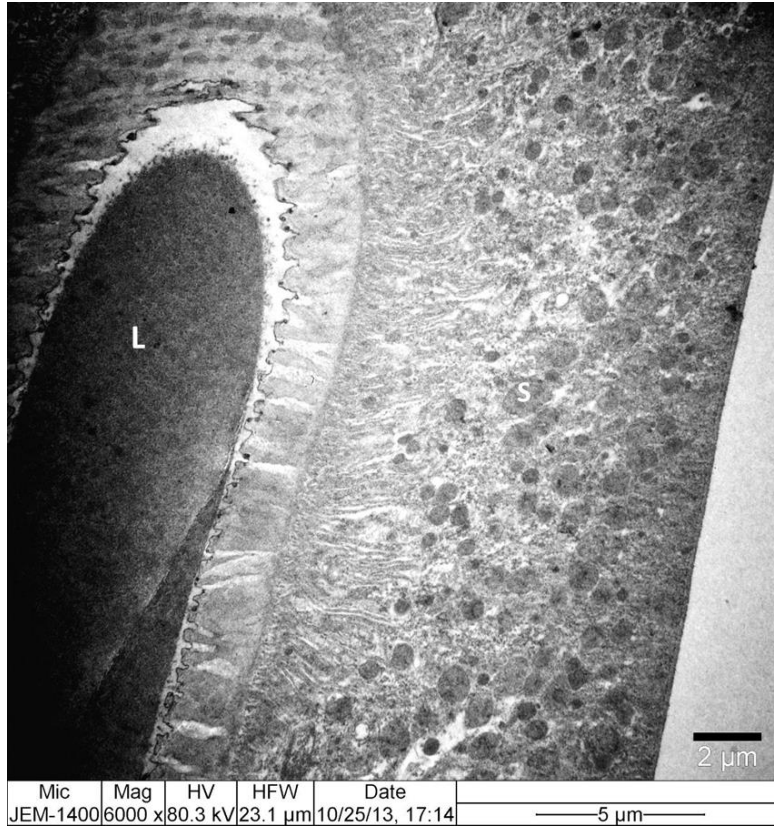
Resim 4.15. Yardımcı tükrük bezinin (Küçük resim) genel görünümü (Büyük resim) (Ç.Çekirdek, K.Kanal)–SEM



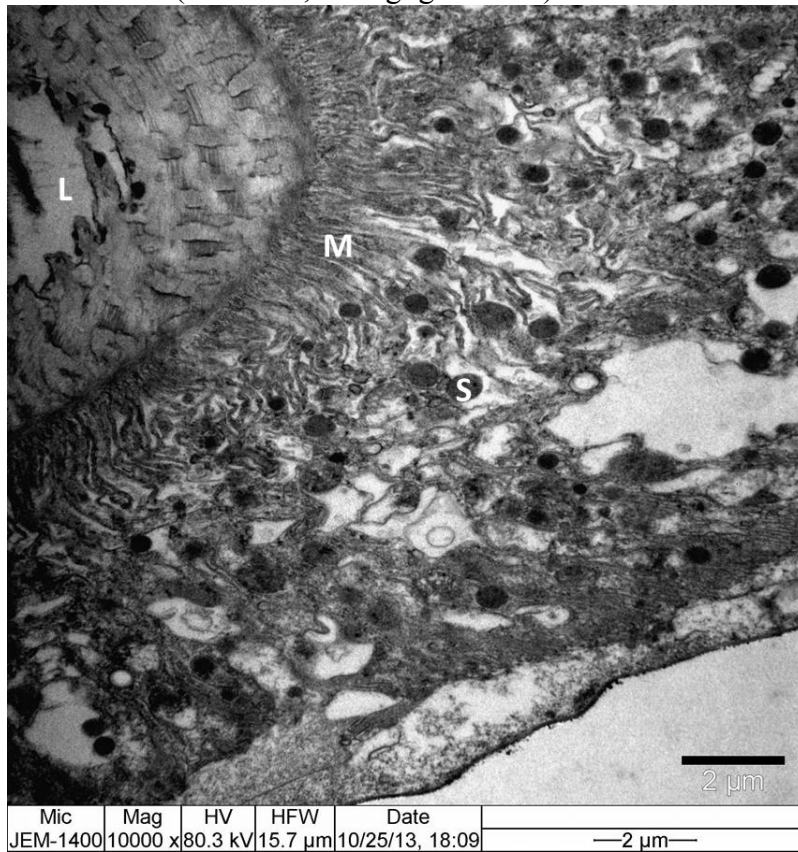
Resim 4.16. Yardımcı tükürük bezi hücrelerinin görünümü (Enine Kesit; HE)



Resim 4.17. Yardımcı tükürük bezi hücrelerinin görünümü (L.Lümen) (Yarı ince kesit)



Resim 4.18. Yardımcı tükrük bezi hücrelerinde yer alan çok sayıdaki salgı granülleri (L.Lümen, S.Salgı granülleri)-TEM



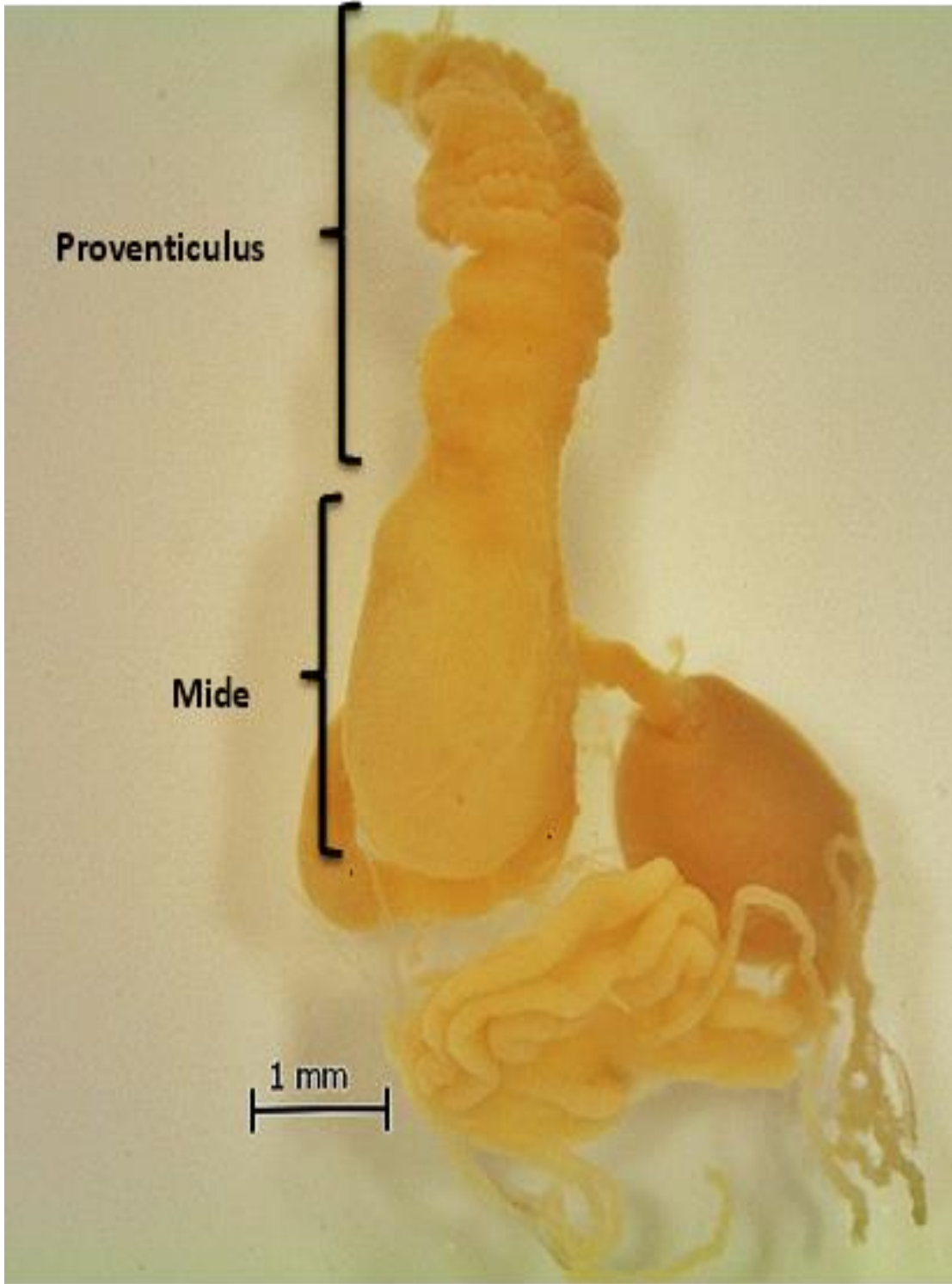
Resim 4.19. Yardımcı tükrük bezi hücrelerinde salgı granülleri (L.Lümen, M.Mikrovillüsler, S.Salgı granülleri)-TEM

4.1.3. Proventriculus ve mide (Ventriculus)

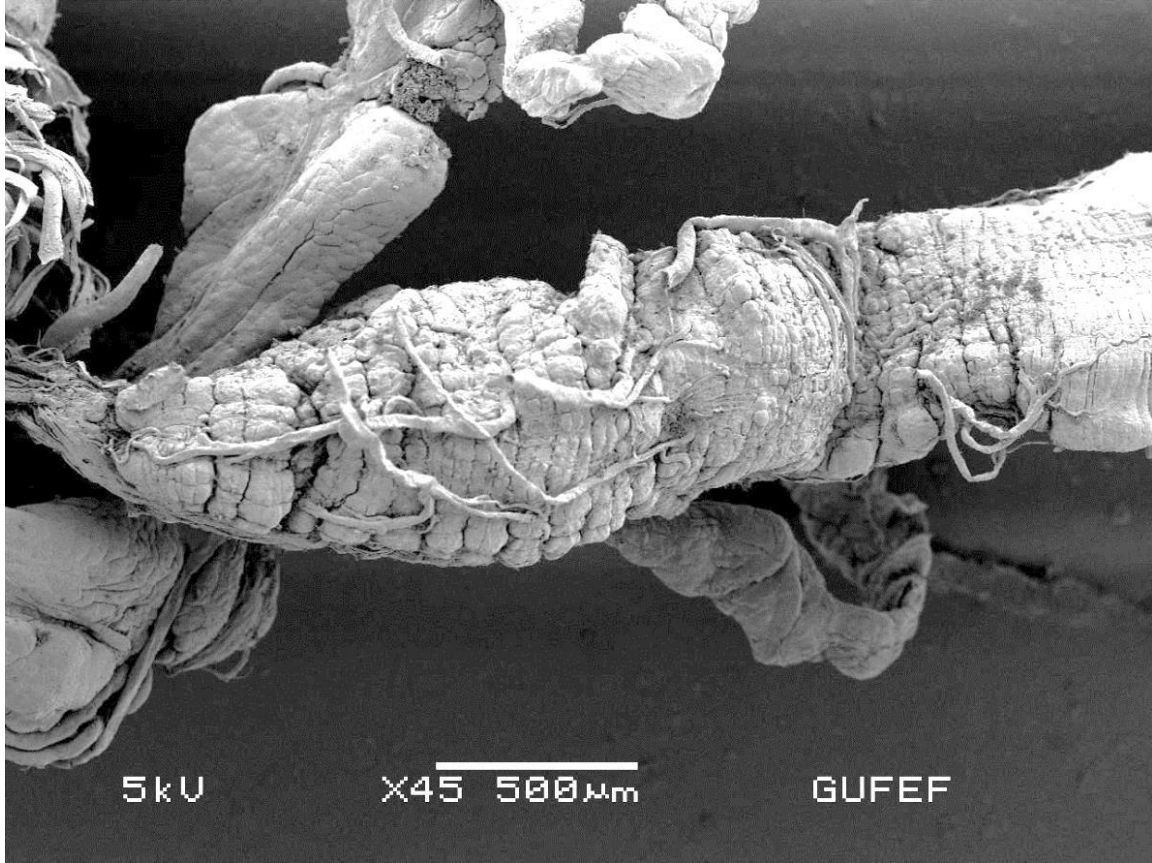
Besinlerin parçalanmasına yardımcı olan proventriculus ve mide (Resim 4.20, 4.21) dıştan yoğun bir trake ağı ve boyuna kaslarla çevrilidir (Resim 4.22, 4.23, 4.24, 4.25). Proventriculusun iç yüzeyi çok fazla girintili çıkıntılıdır (Resim 4.26, 4.27, 4.28). Bu girinti çıkıntı tek tabakalı hücrelerin birleşme yerlerinin çukurda, merkezi kısımlarının apiklade yükselmiş olmasıdır (Resim 4.27). Midenin iç yüzeyindeki girinti çıkıntı proventriculusa göre daha azdır (4.29, 4.30, 3.31). Proventriculus da hücreler yalancı çok tabakalı epitel (Resim 4.27, 4.32, 4.34, 4.35, 4.36), mide de ise silindirik epitel şeklindedir (Resim 4.31, 4.33). Proventriculus ve midenin epitel tabakasındaki hücrelerin apikal zarları bol mikrovilluslu (Resim 4.28, 4.39), bazal kısımları ise katlanmaların çok fazla olduğu kasla çevrili yapıdadır (Resim 4.37, 4.38). Proventriculus ve midenin hücre içerisinde granüllü endoplazmik retikulum bulunmaktadır (Resim 4.40).



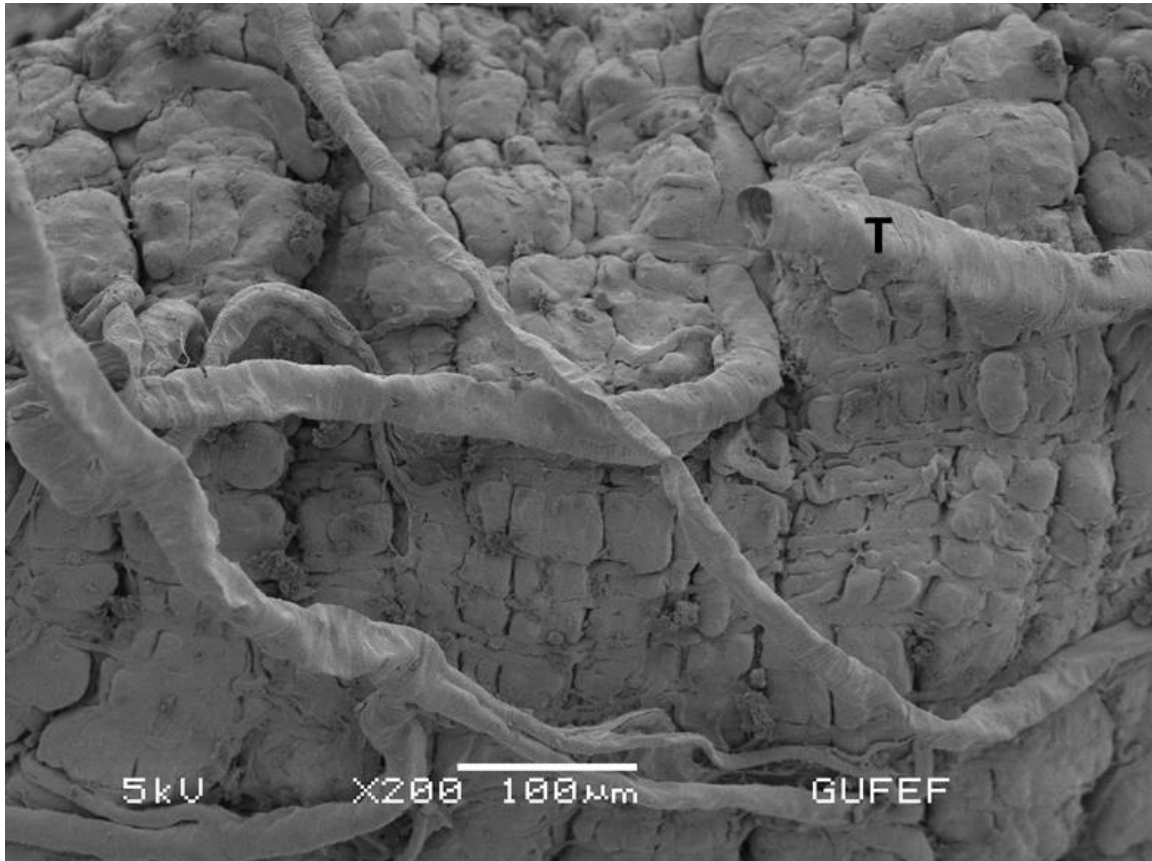
Resim 4.20. *Carpacoris pudicus* da proventriculus ve midenin genel görünümü- Stereo Mikroskop



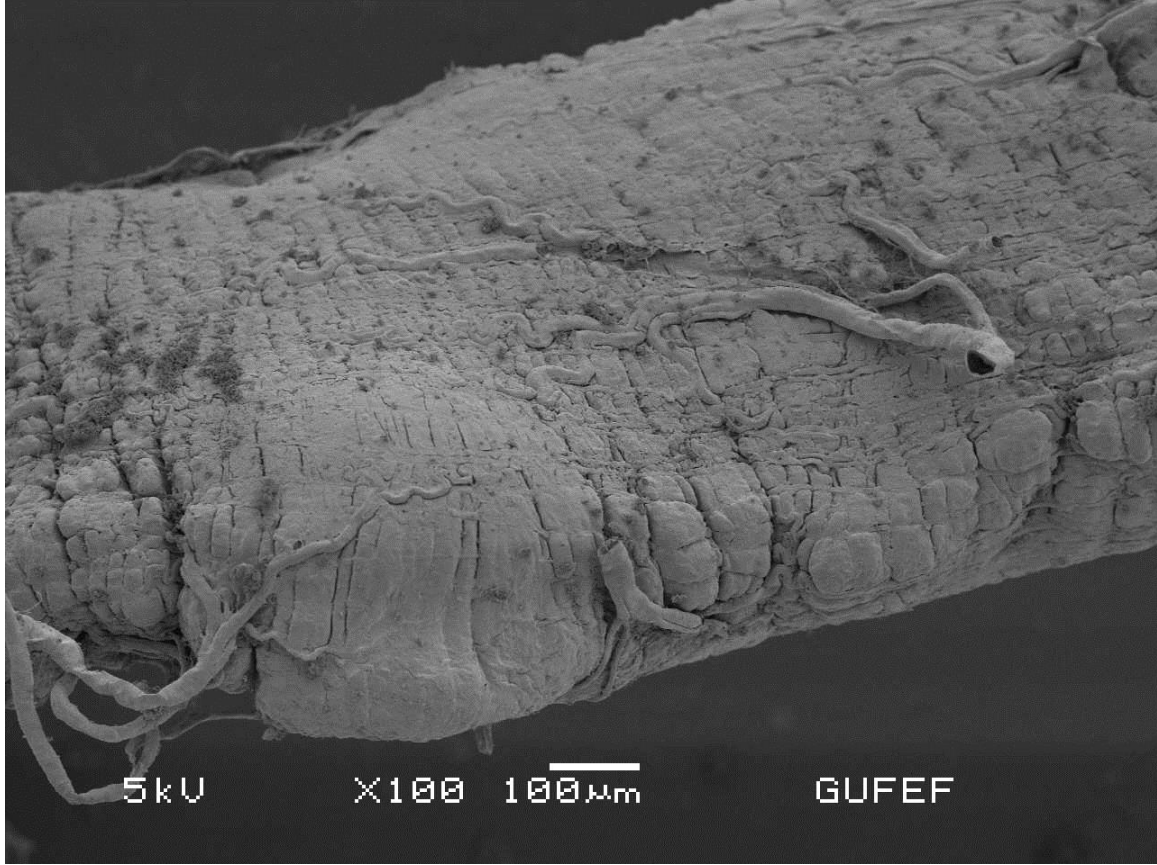
Resim 4.21. *Carpacoris pudicus* da proventriculus ve mide-Stereo Mikroskop



Resim 4.22. Proventriculus ve midenin genel görünümü-SEM



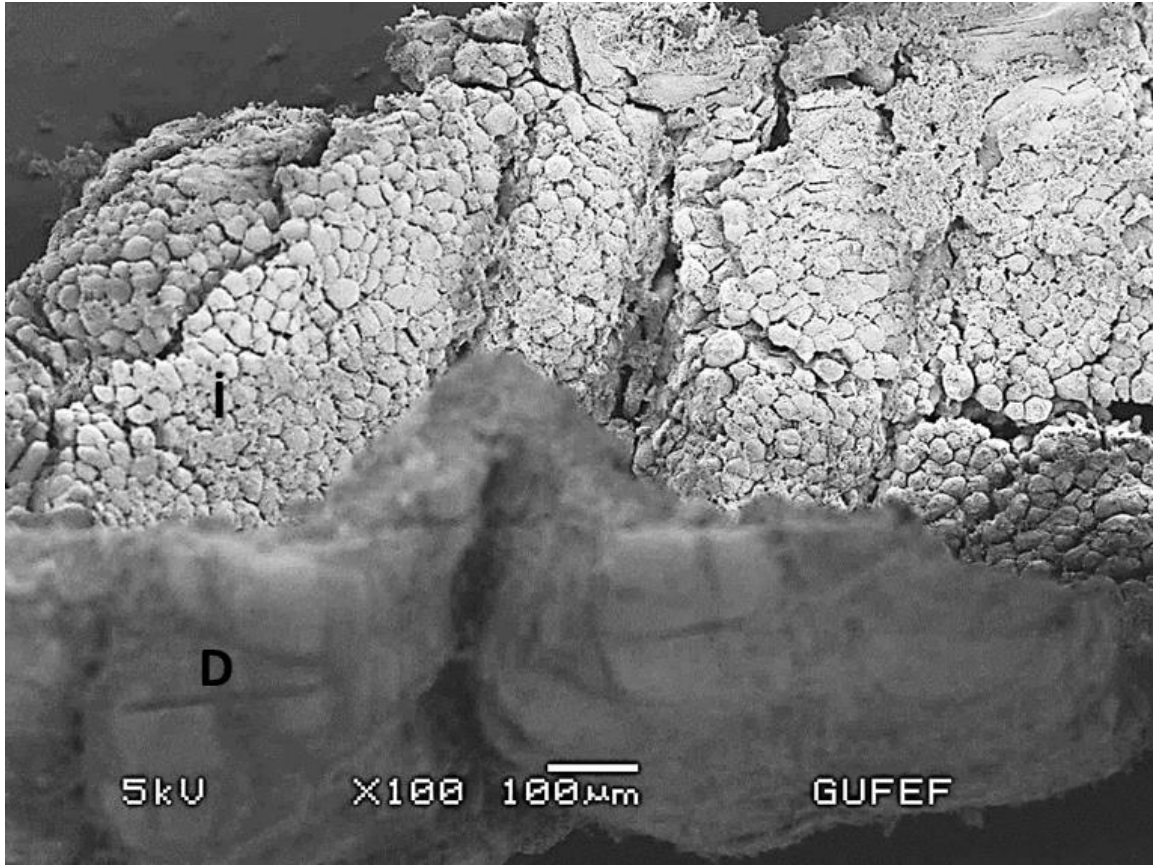
Resim 4.23. Proventriculusun dış yüzey görünümü ve yüzeyi saran trakeler (T) -SEM



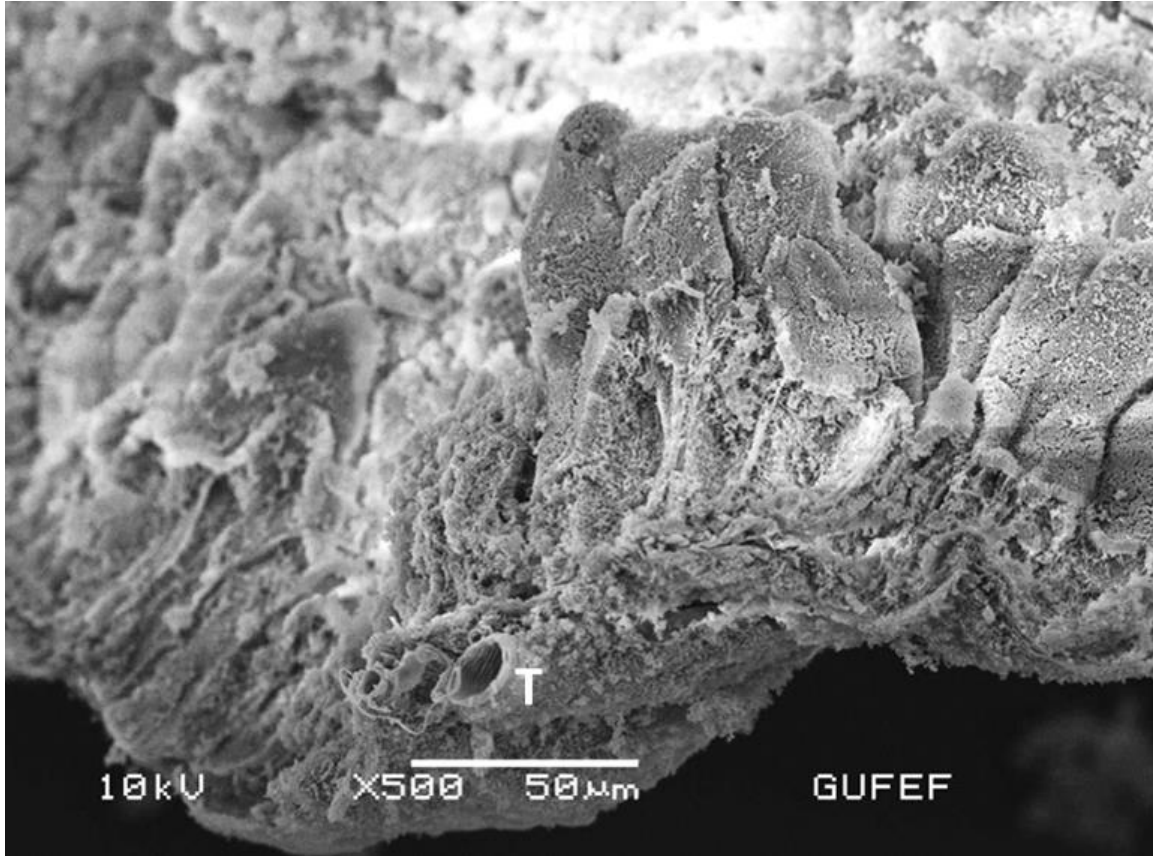
Resim 4.24. Midenin dış yüzey görünümü-SEM



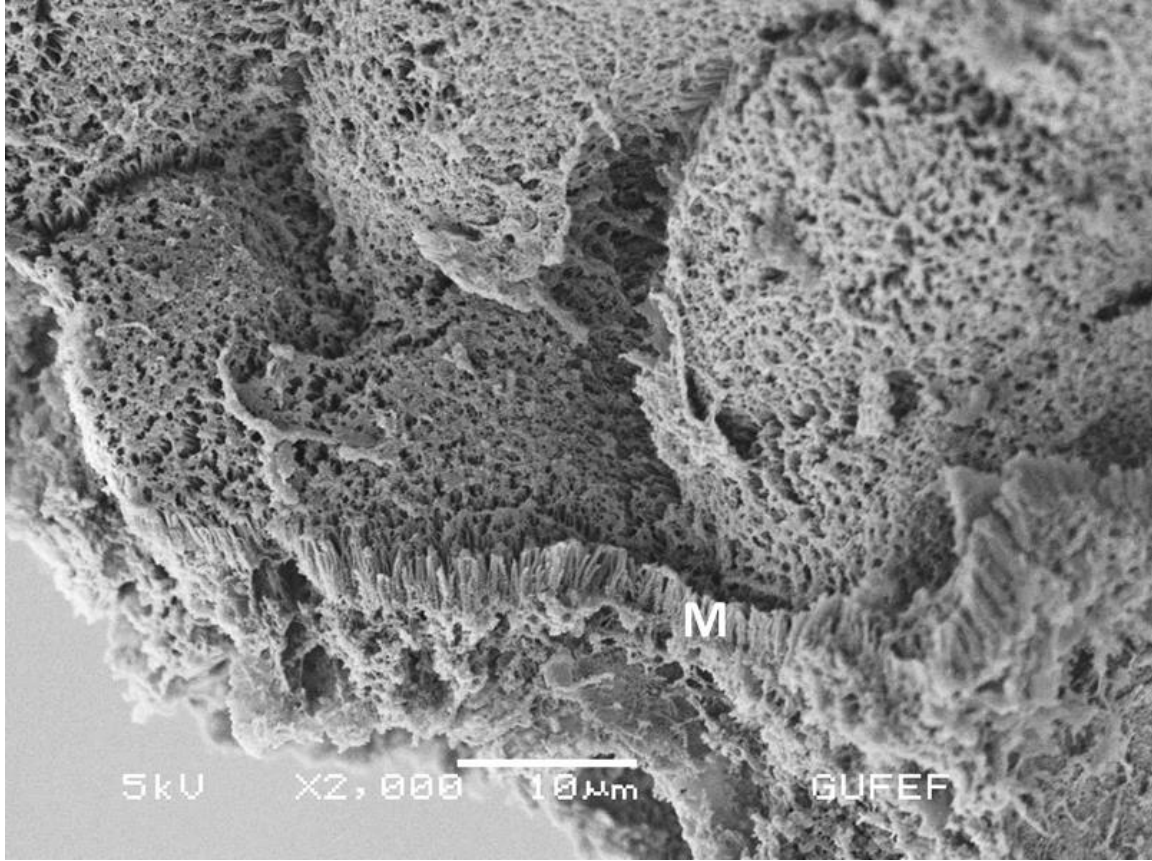
Resim 4.25. Midenin dış yüzey görünümü ve trake boruları (T)-SEM



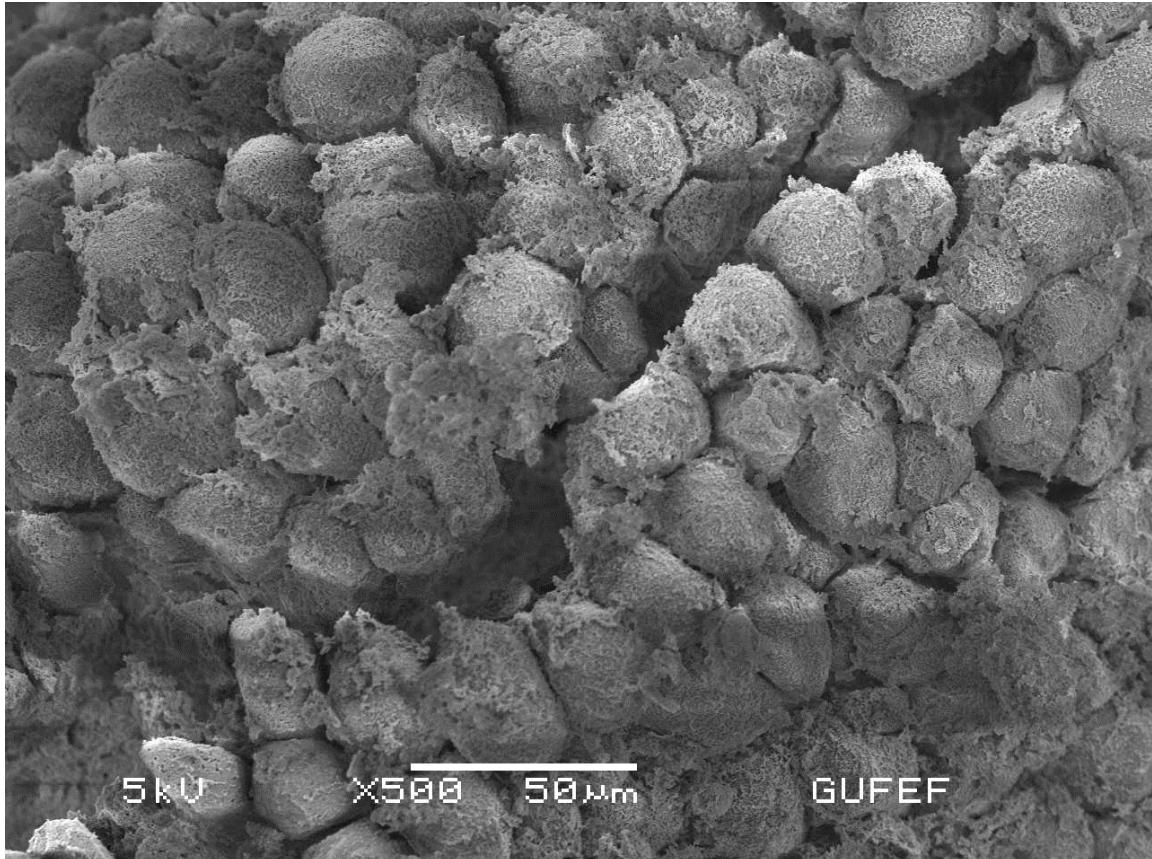
Resim 4.26. Proventriculus ve midenin dış (D) ve iç (İ) yüzey görünümü-SEM



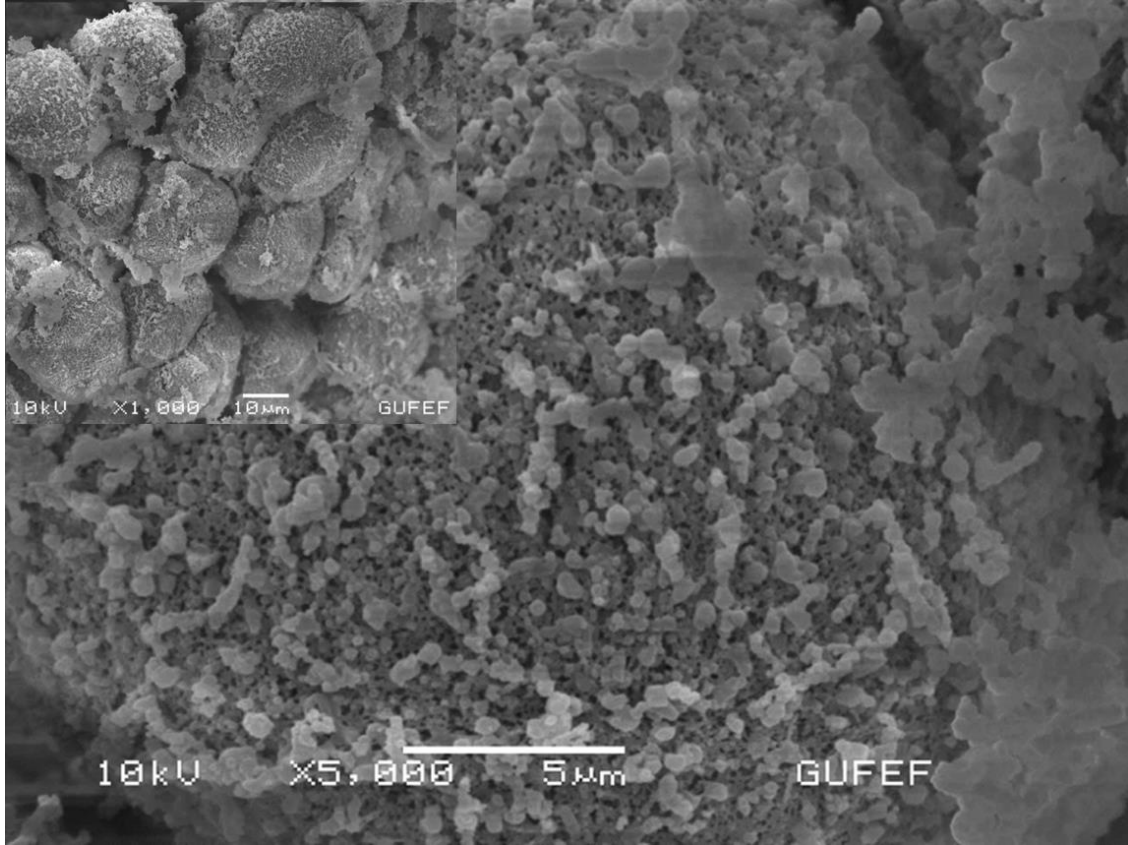
Resim 4.27. Proventriculusun iç yüzey görünümü ve trake borusu (T) -SEM



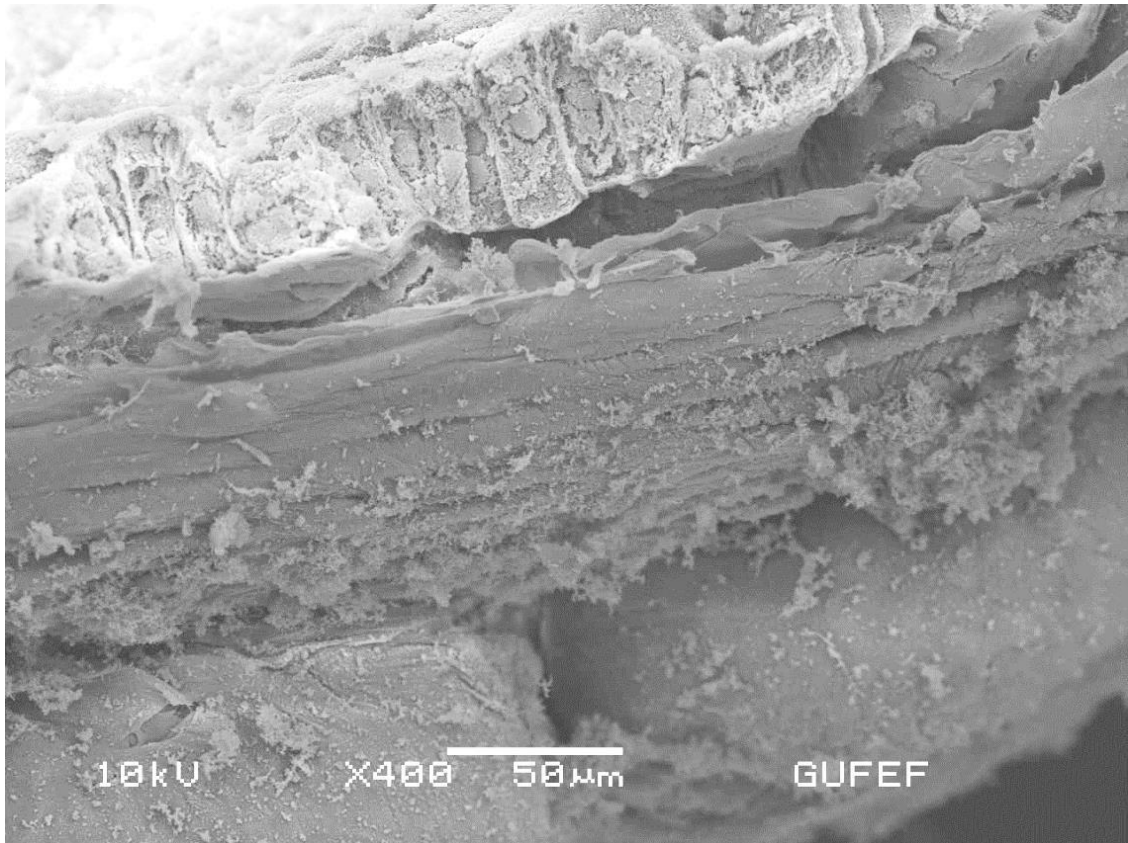
Resim 4.28. Proventriculusun iç yüzey görünümü ve mikrovilluslar (M)-SEM



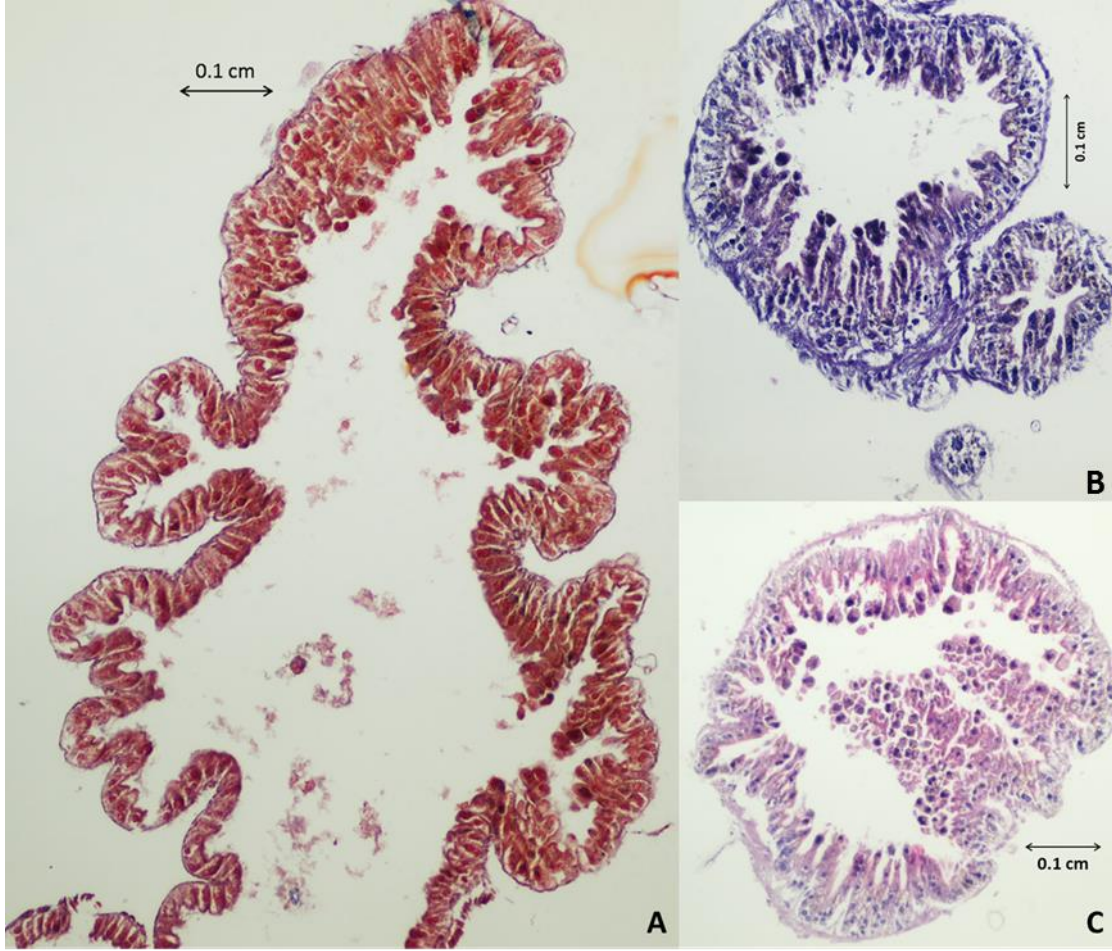
Resim 4.29. Midenin iç yüzey görünümü-SEM



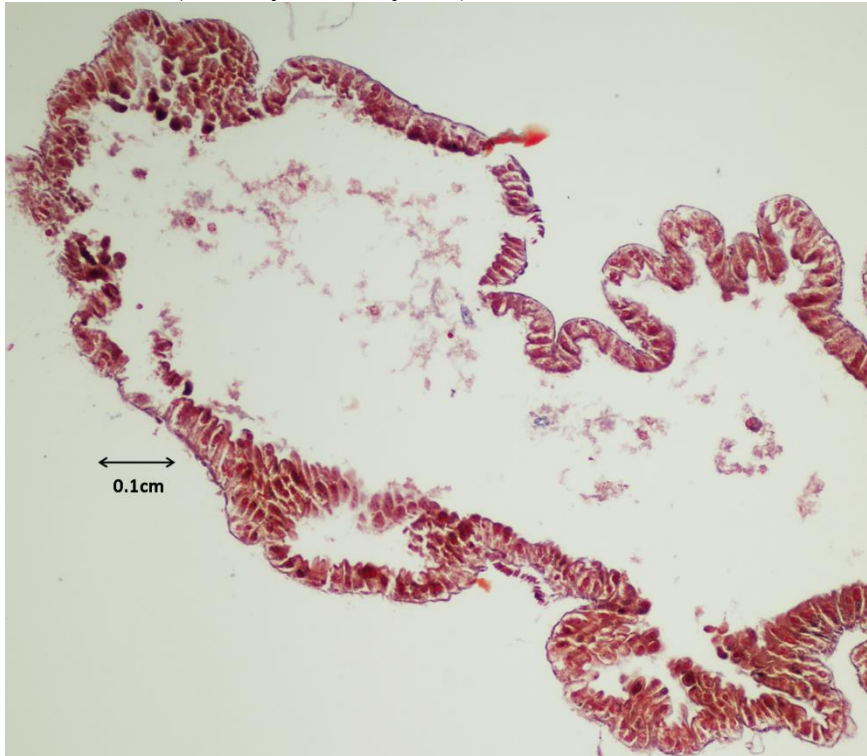
Resim 4.30. Midenin iç yüzey yapısı-SEM



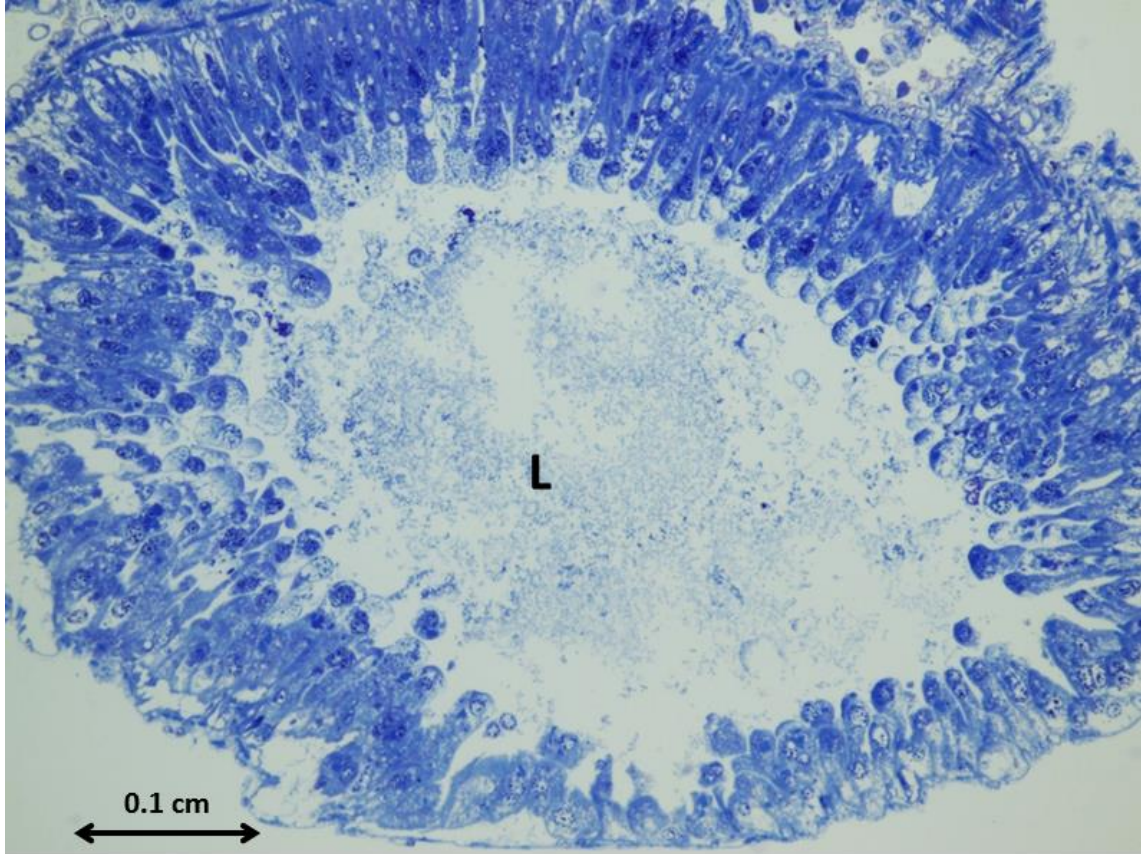
Resim 4.31. Mide epitel hücrelerinin dış yüzey görünümü ve kas dokusu -SEM



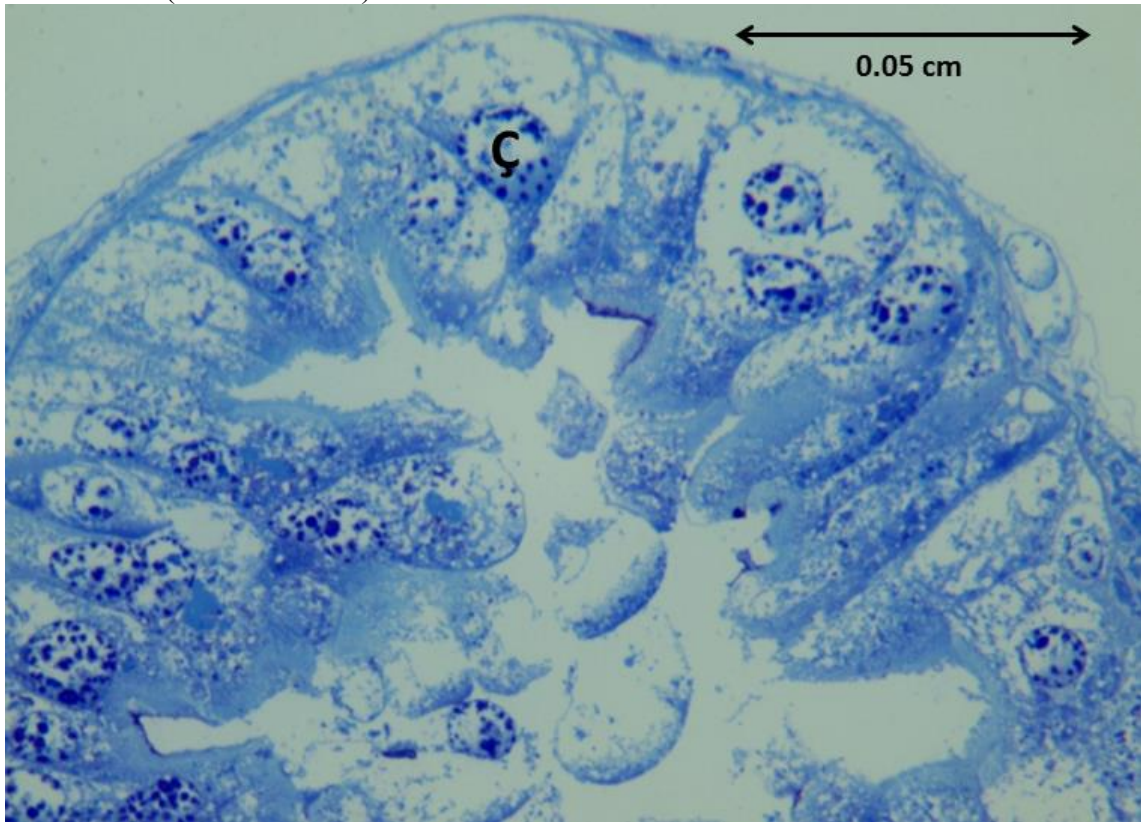
Resim 4.32. Proventriculus kesiti (A.Boyuna Kesit; B-C.Enine kesit)
(Mallory 3'lü Boyama)



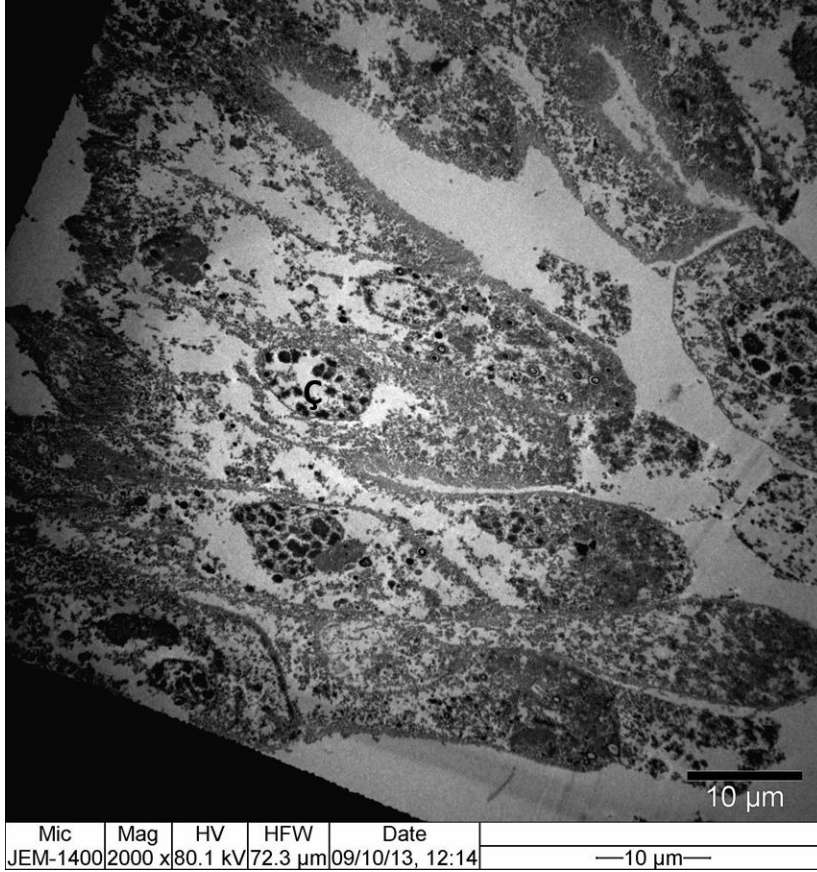
Resim 4.33. Mide kesiti (Boyuna Kesit; Mallory 3'lü Boyama)



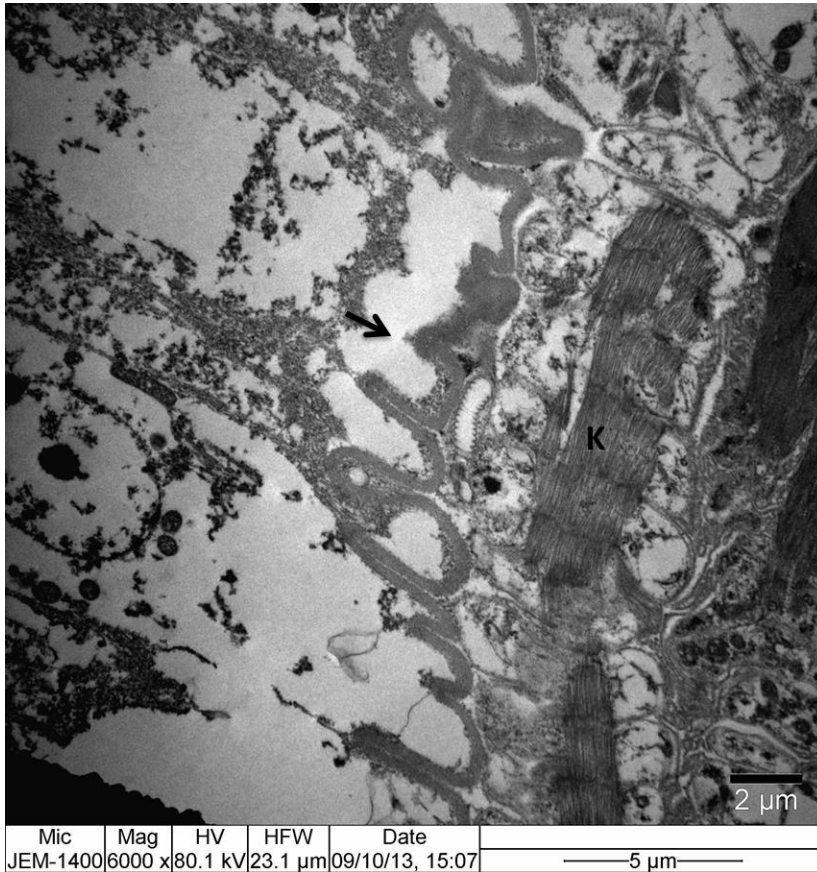
Resim 4.34. Proventriculus, yalancı çok tabakalı epitel hücreleri ve lümen (L)
(Yarı ince kesit)



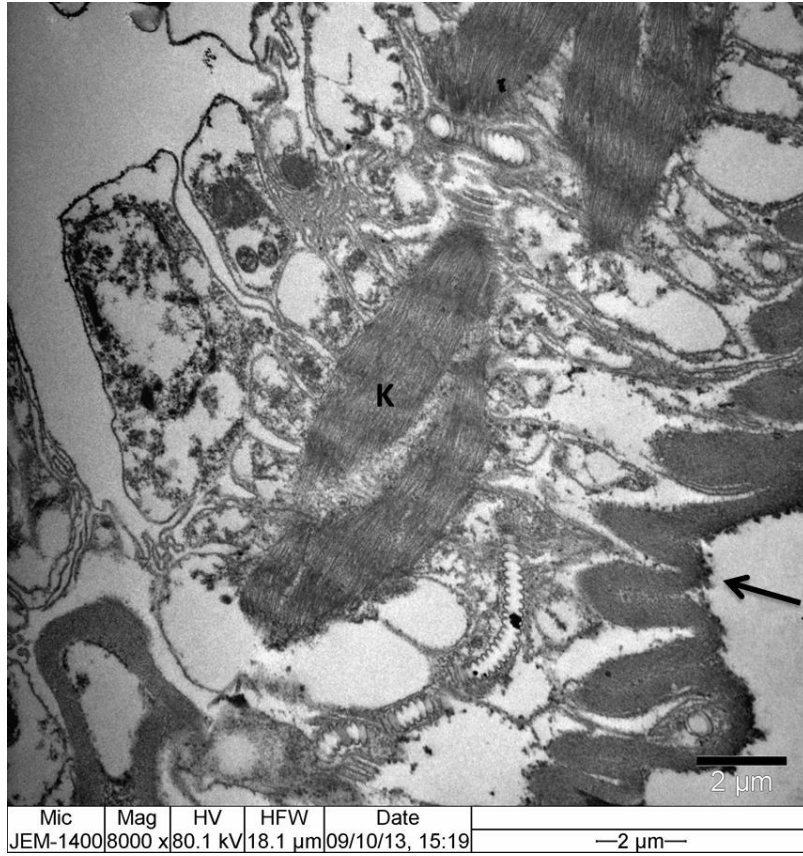
Resim 4.35. Proventriculus kesiti, epitel hücreleri ve çekirdekleri (Ç) (Yarı ince kesit)



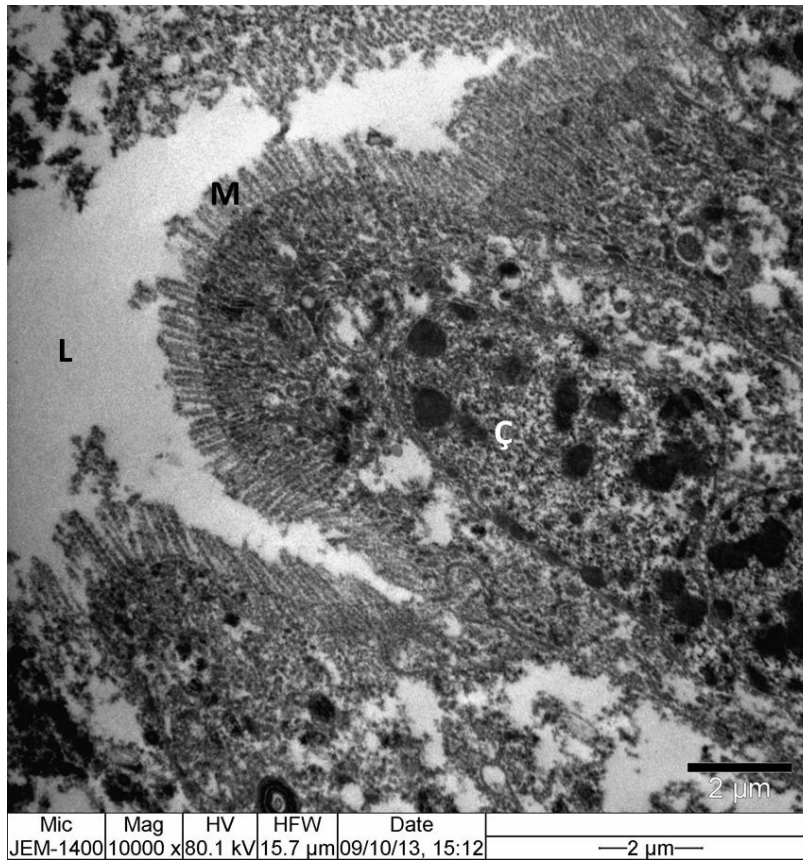
Resim 4.36. Proventriculus, yalancı çok tabakalı epitel (Ç.Çekirdek) -TEM



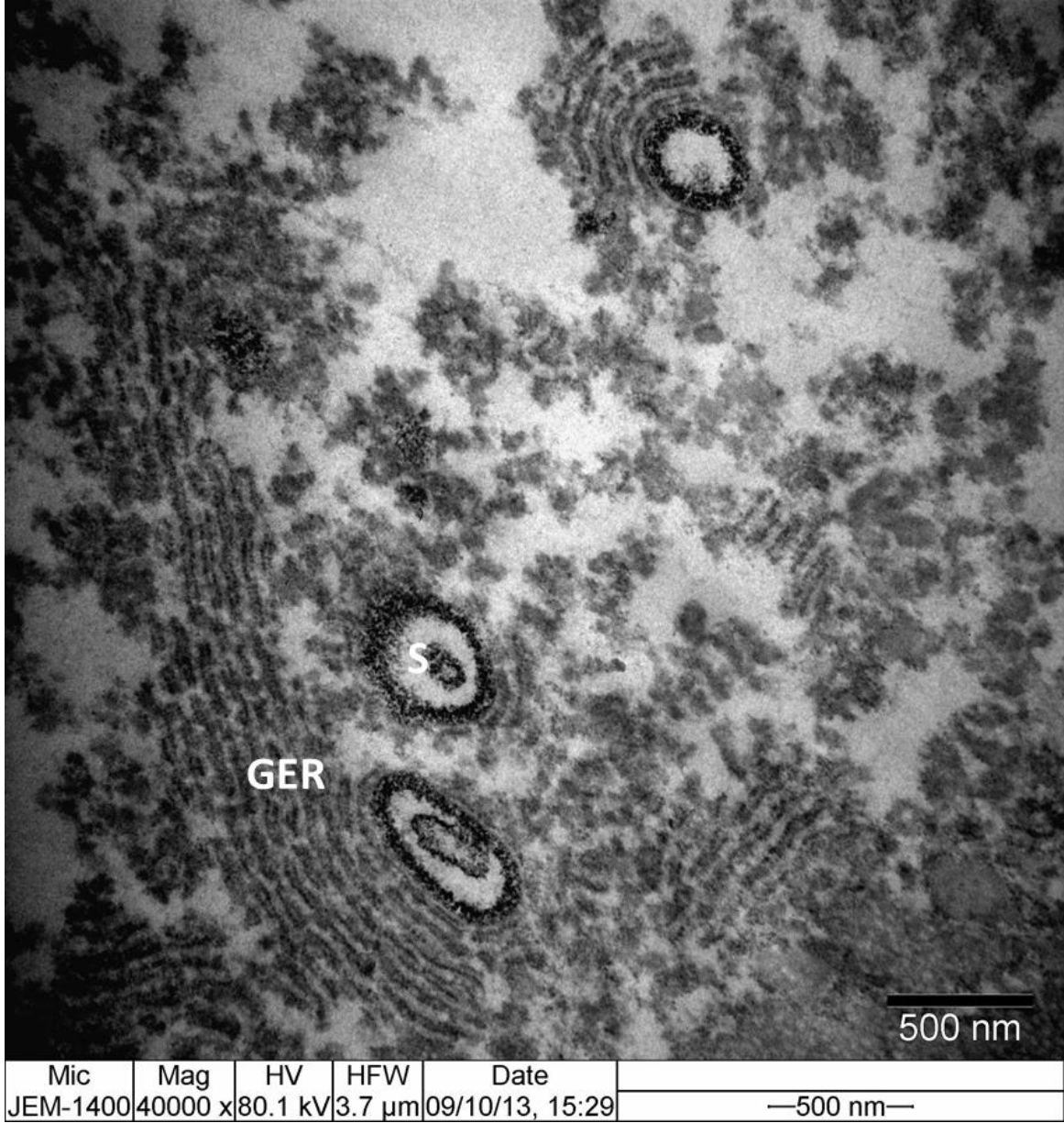
Resim 4.37. Proventriculus bazal zar katlanmaları (OK) ve kas tabakası (K)-TEM



Resim 4.38. Proventriculus bazal zar katlanmaları (OK) ve kas tabakası (K) -TEM



Resim 4.39. Proventriculus da mikrovillluslar (M), çekirdek (Ç) ve lümen (L) -TEM

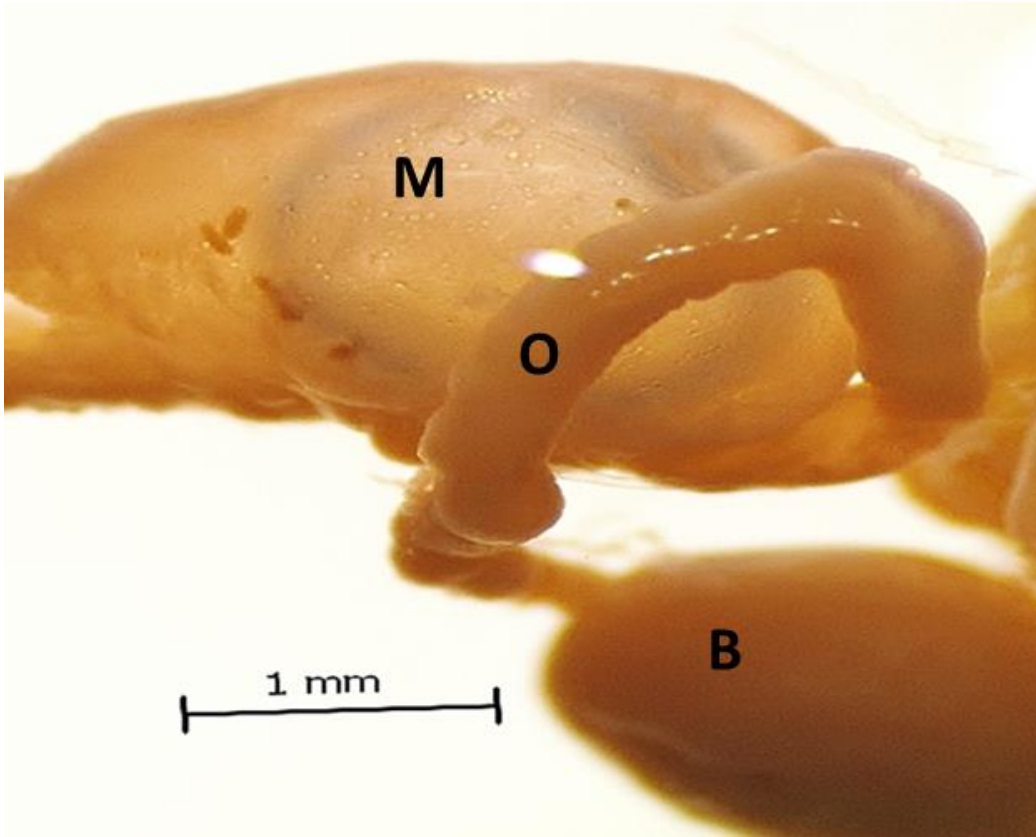


Resim 4.40. Proventriculus, grannüllü endoplazmik retikulum (GER), sferikal yapılar (S) - TEM

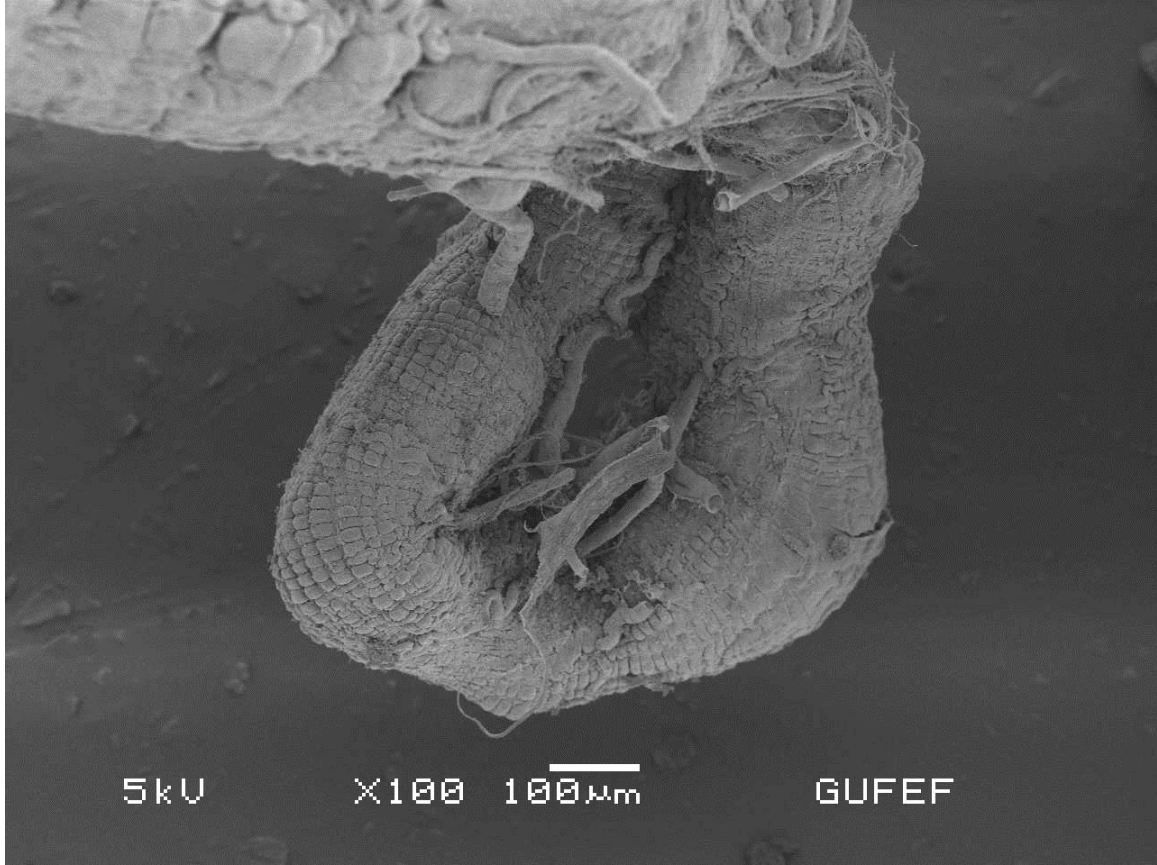
4.2. Orta Bağırsak

4.2.1. Orta bağırsak kanalı

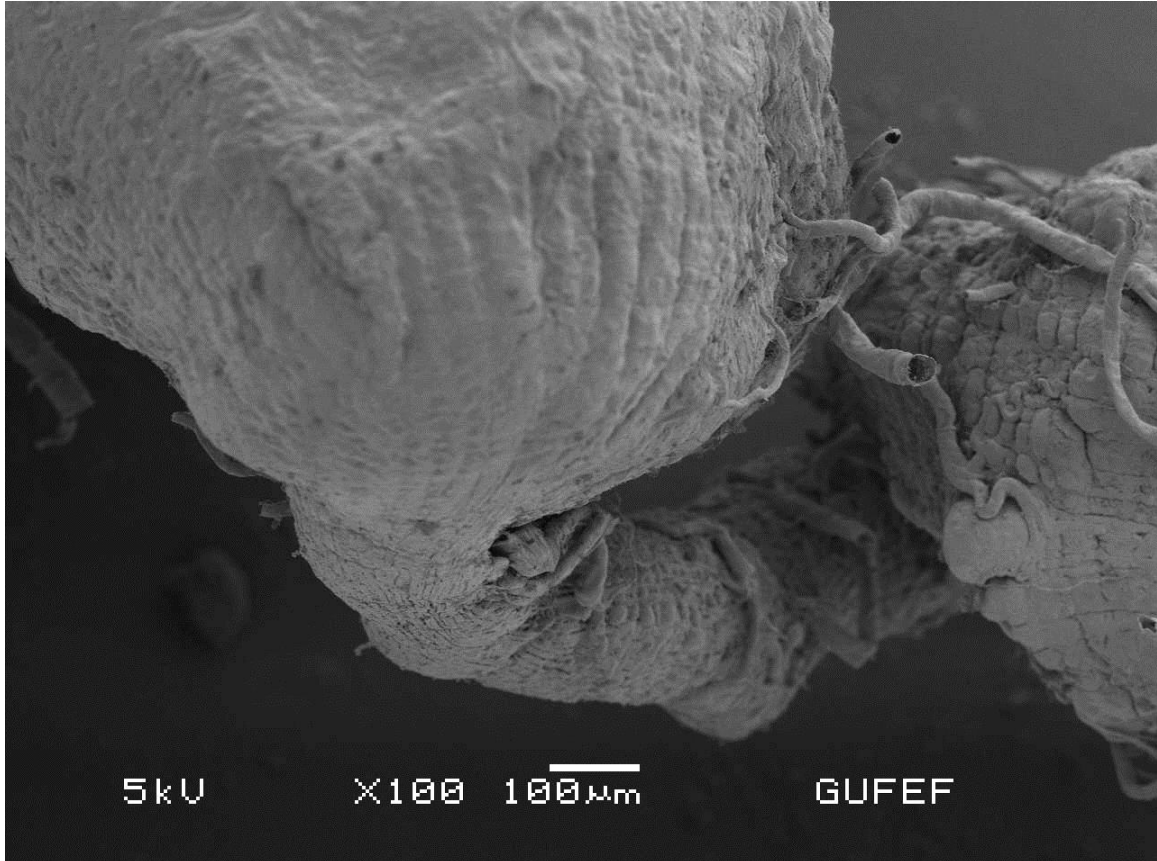
Orta bağırsak kanalı, bir ucu mideye diğer ucu bulbe bağlı, uzun tüp şeklindedir (Resim 4.41, 4.42, 4.43). Sindirim bu kanalda gerçekleşir. Kanalin dış yüzeyini kas tabakasının kıvrımlarından kaynaklanan mısır görünümünde, küçük kıvrımlarla doludur (Resim 4.44, 4.45). Orta bağırsak kanalının yüzeyi bol trake ağı ile çevrilidir (Resim 4.44). Orta bağırsak kanalında tek tabakalı silindirik epitel bulunur (Resim 4.46, 4.47). Epitel hücrelerinin lümene bakan kısmında mikrovilluslar vardır (Resim 4.48, 4.49, 4.50). Epitel hücrelerinde çok sayıda granüllü endoplazmik retikulum ve salgı granülü bulunmaktadır (Resim 4.51).



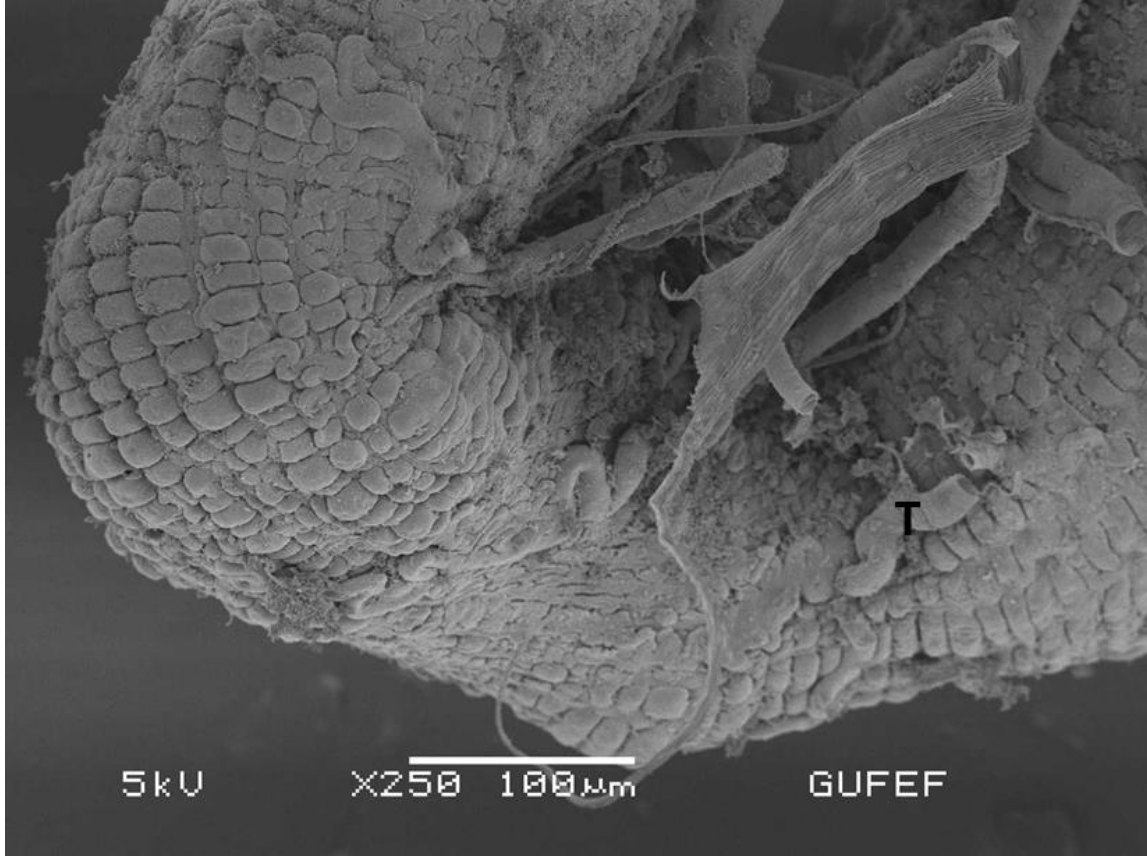
Resim 4.41. Orta bağırsak kanalının genel görünümü (B.Bulb, M.Mide, O.Orta bağırsak kanalı)-Stereo Mikroskop



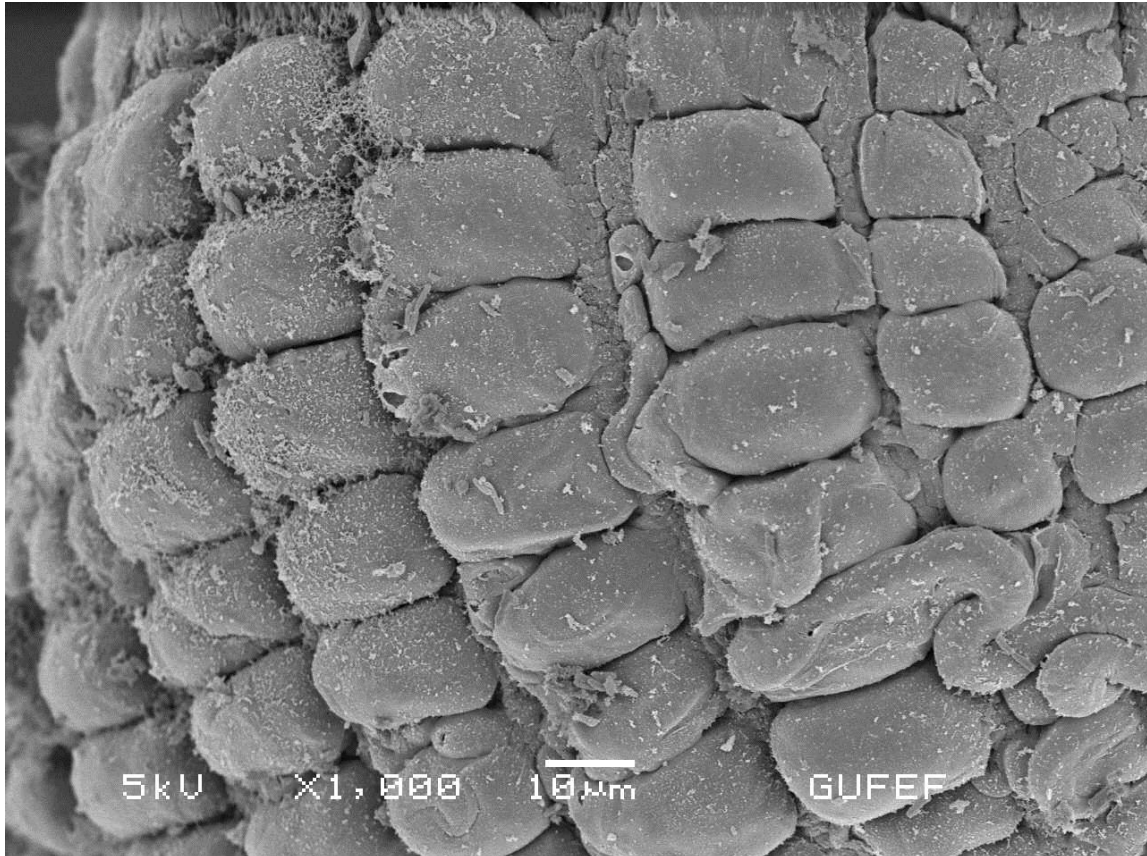
Resim 4.42. Orta bağırsak kanalının mideye bağlandığı kısım -SEM



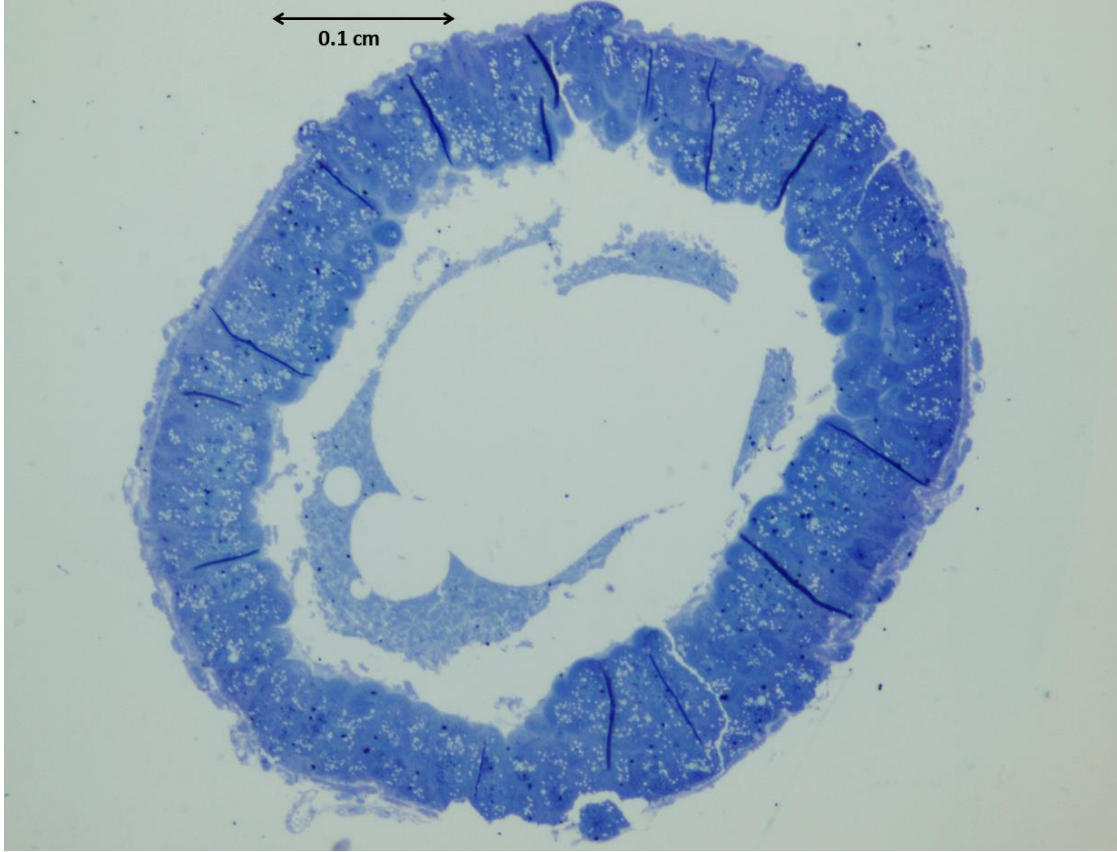
Resim 4.43. Orta bağırsak kanalının bulbe bağlandığı kısım-SEM



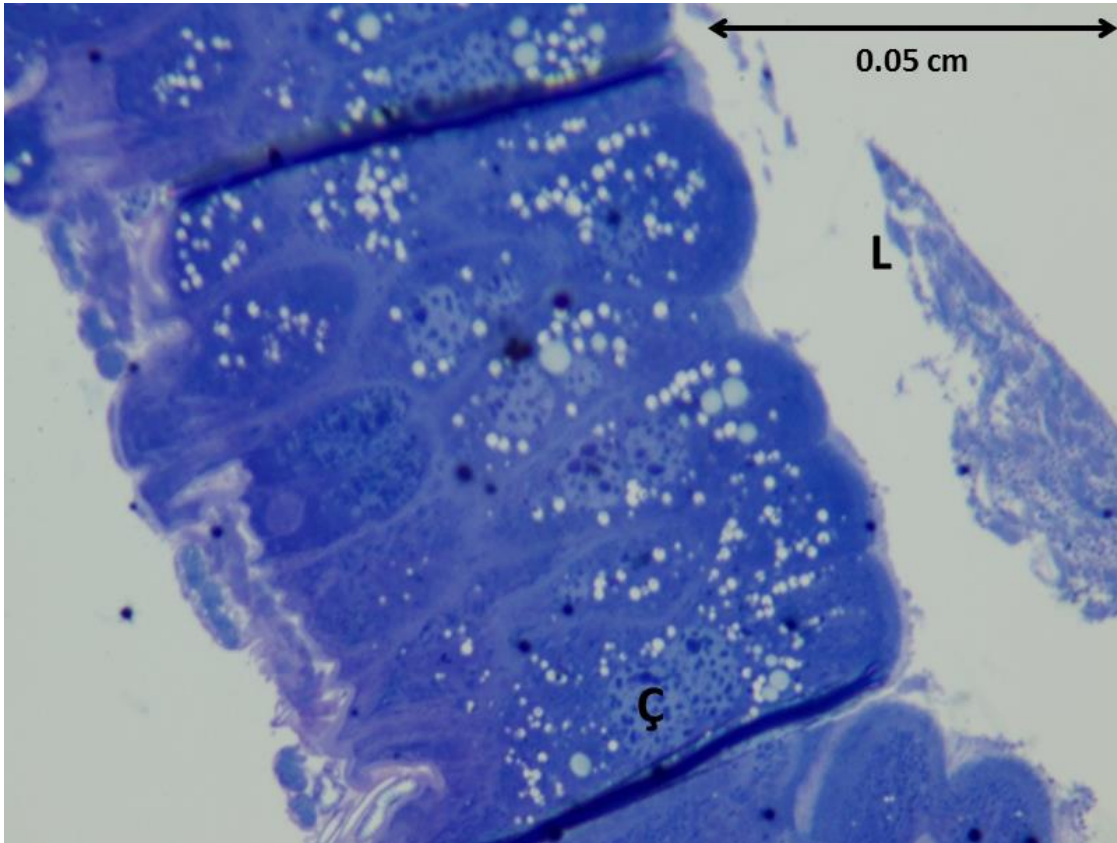
Resim 4.44. Orta bağırsak kanalının dış yüzey görünümü ve trakeler (T)-SEM



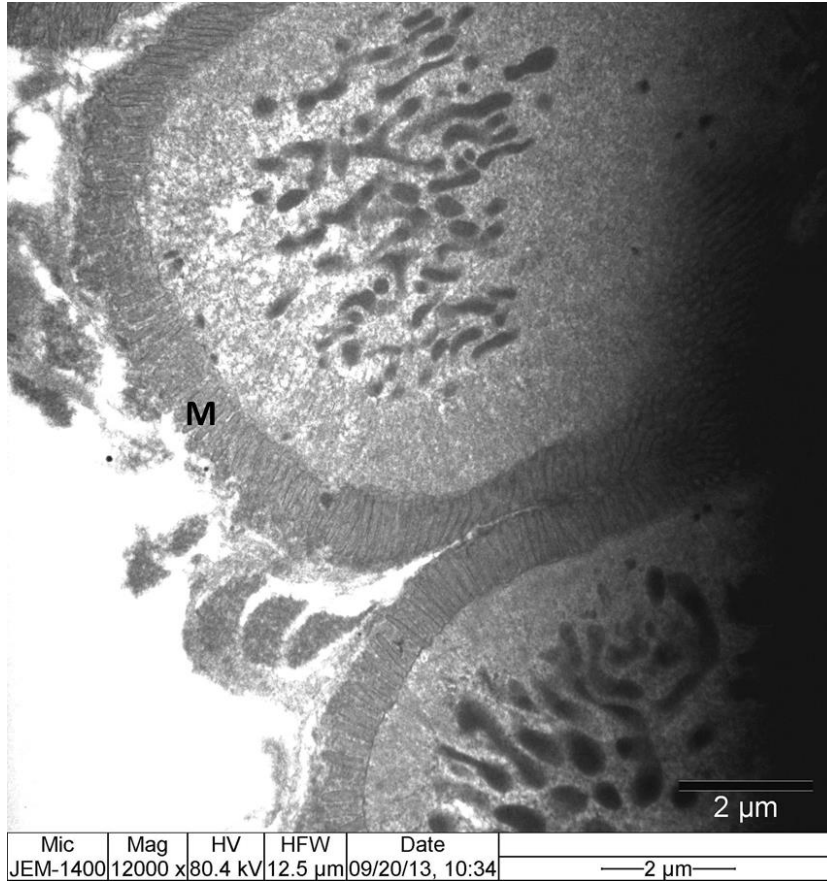
Resim 4.45. Orta bağırsak kanalının mısır tanesi görünümlü dış yüzeyi-SEM



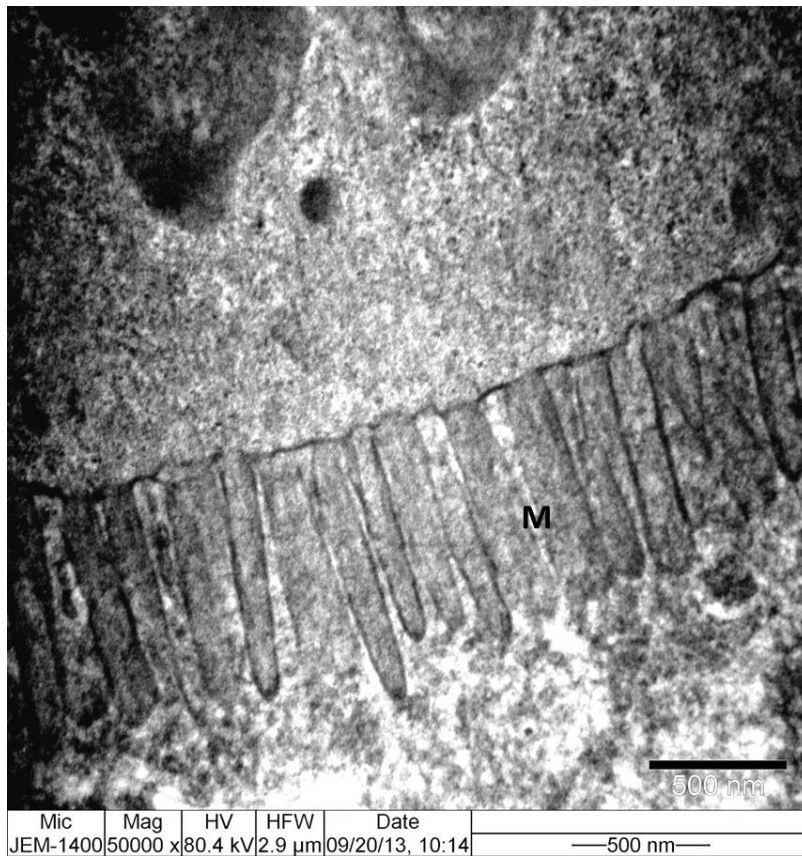
Resim 4.46. Orta bağırsak kanalı (Yarı ince kesit)



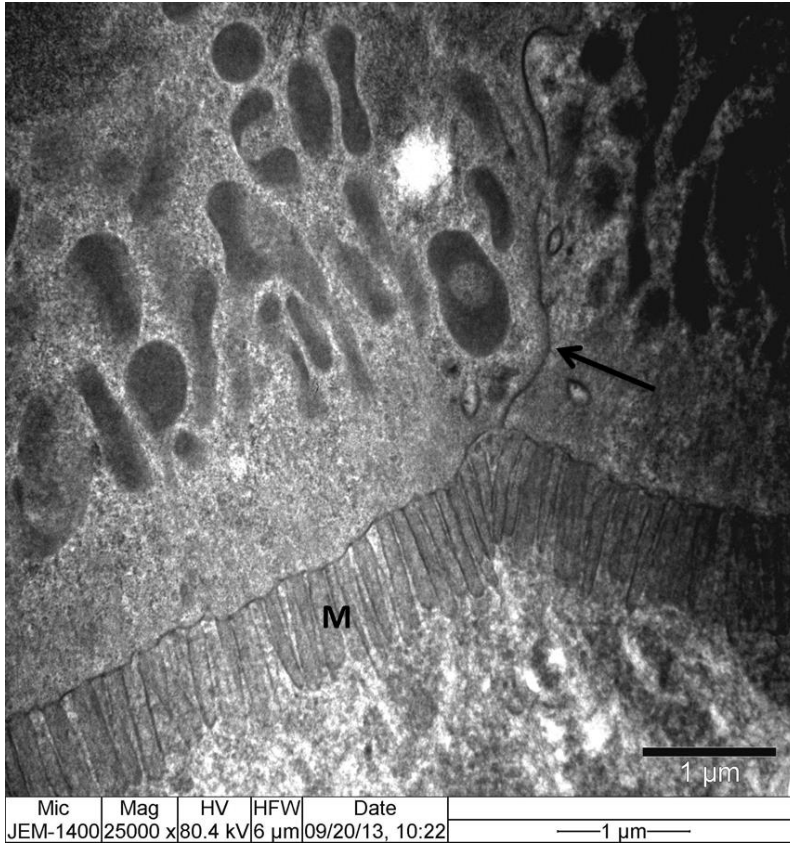
Resim 4.47. Orta bağırsak kanalındaki silindirik hücreler (Ç.Çekirdek, L.Lümen)
(Yarı ince kesit)



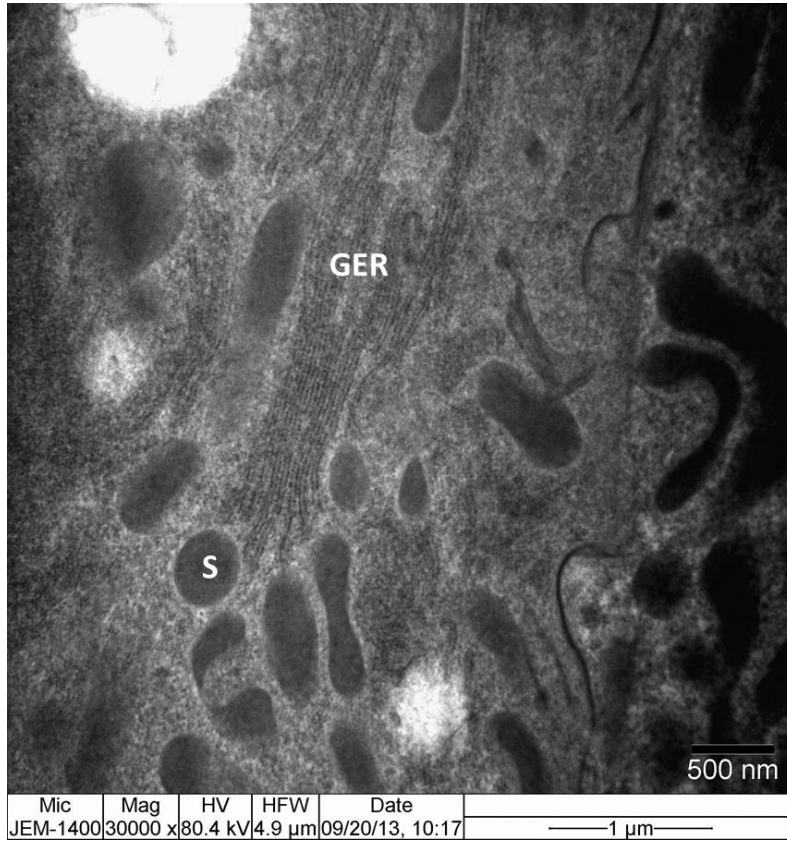
Resim 4.48. Orta bağırsak kanalındaki epitel hücreleri ve mikrovilluslar (M) -TEM



Resim 4.49. Orta bağırsak kanalındaki mikrovilluslar (M) -TEM



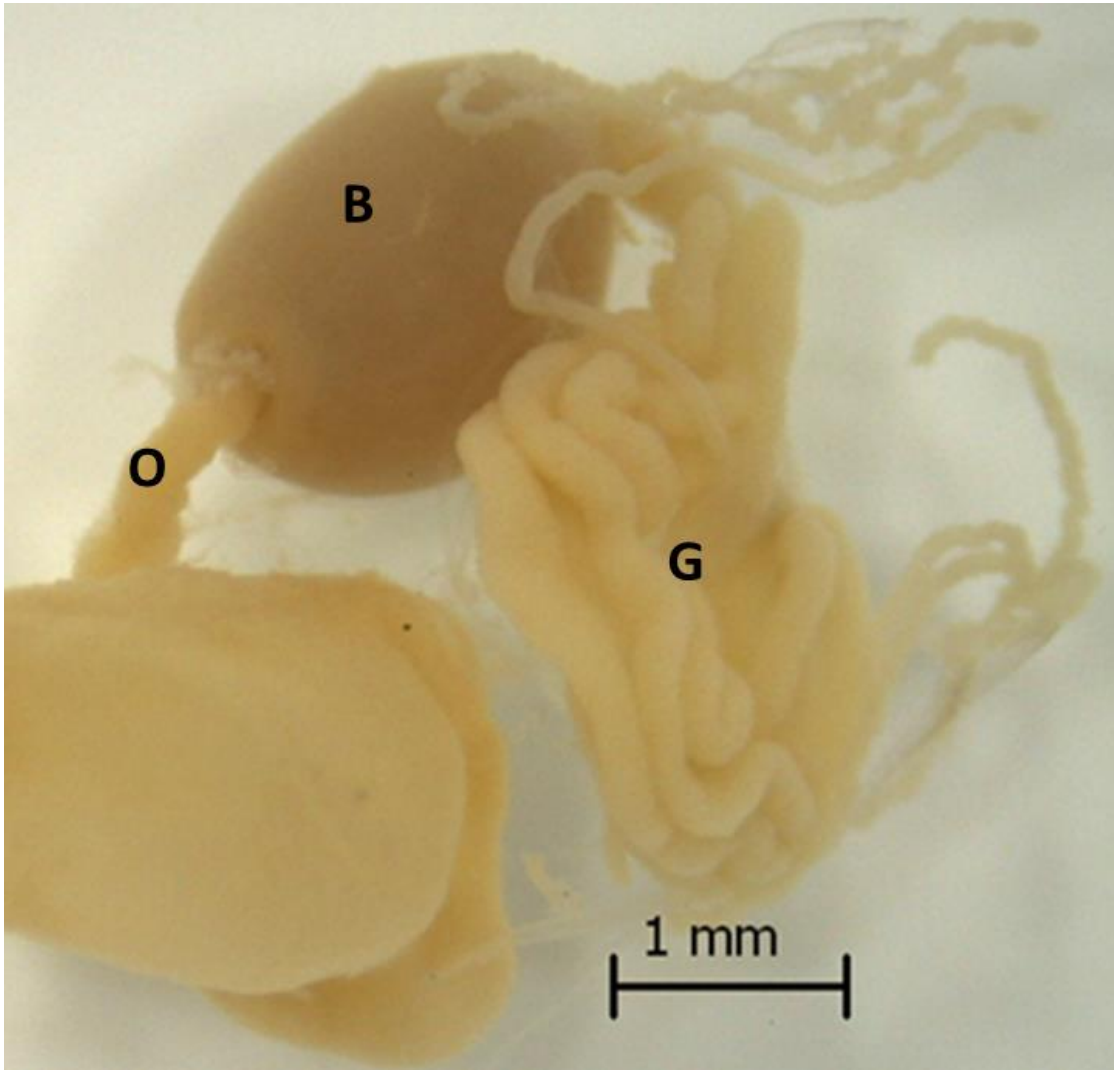
Resim 4.50. Orta bağırsak kanalındaki mikrovilluslar (M) ve lateral zar katlanmaları (→)
-TEM



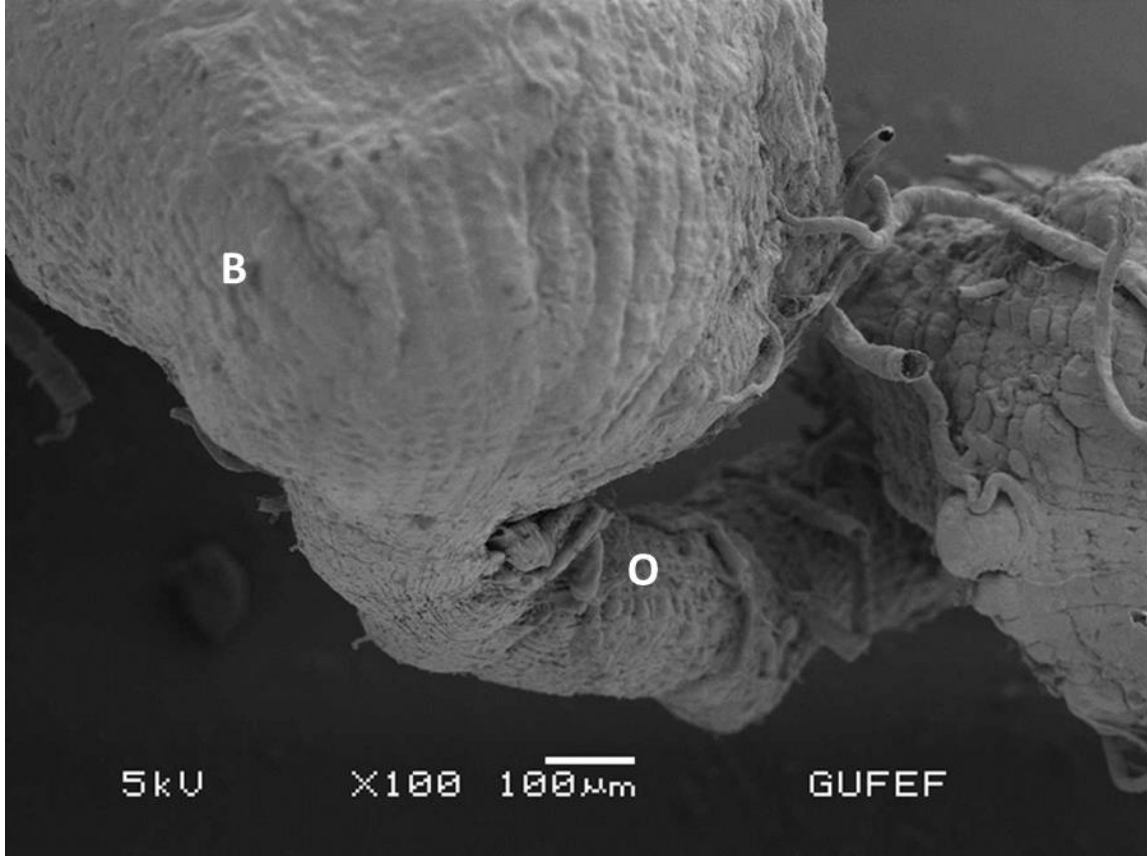
Resim 4.51. Orta bağırsak kanalı epitel hücrelerindeki granüllü endoplazmik retikulum
(GER) ve salgı granülleri (S) -TEM

4.2.2. Bulb

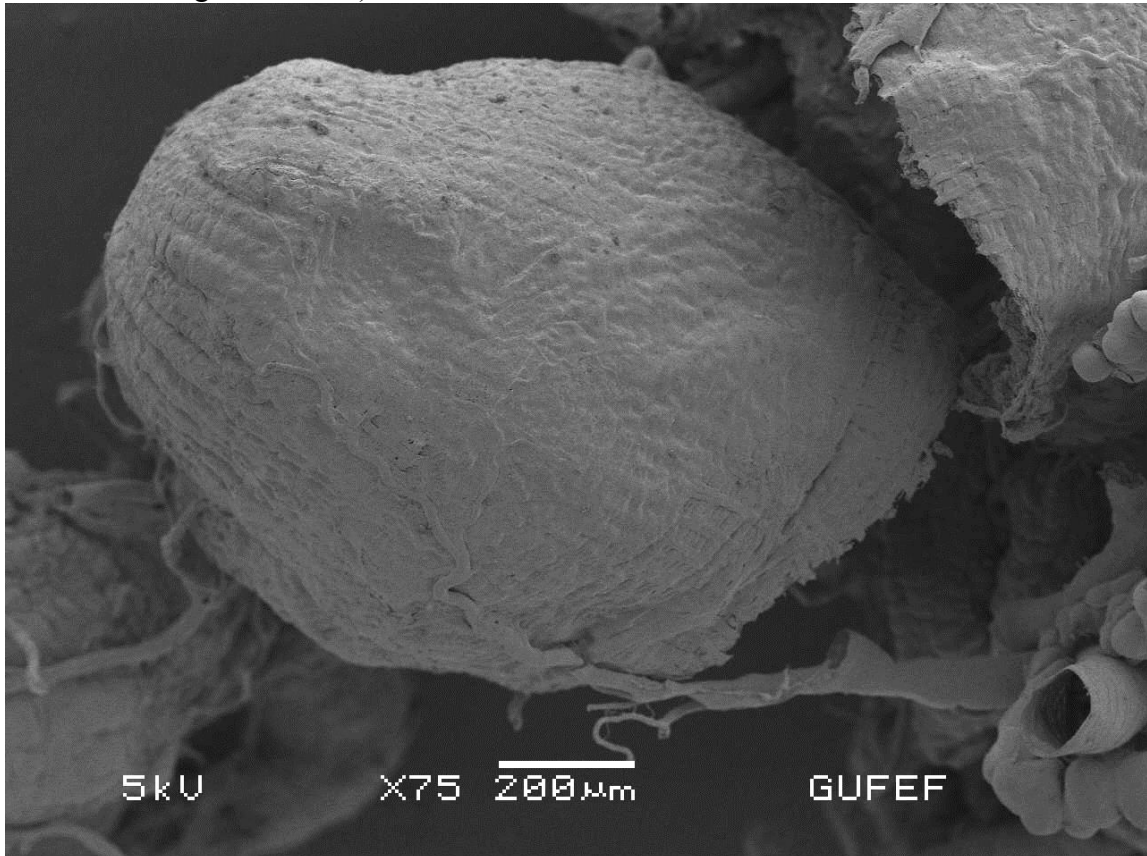
Orta bağırsak kanalının kısa genişlemiş posterior bölgesine “bulb” adı verilir. Bir ucu orta bağırsak kanalına diğer ucu ise ileuma bağlanmaktadır (Resim 4.52, 4.53, 4.56, 4.61). Bulb, arka bağırsağa geçmeden önce besinlerdeki fazla suyun emilmesine yardımcı olur. Dış yüzeyi düz ve kaslarla çevrilidir (Resim 4.54, 4.55). Epitel hücrelerin boyları farklıdır; kübik ve silindirik hücreler yer almaktadır (Resim 4.57, 4.58, 4.59, 4.62, 4.63). Hücrelerin apikal yüzeyinde mikrovilluslar bulunur (Resim 4.60, 4.63, 4.64).



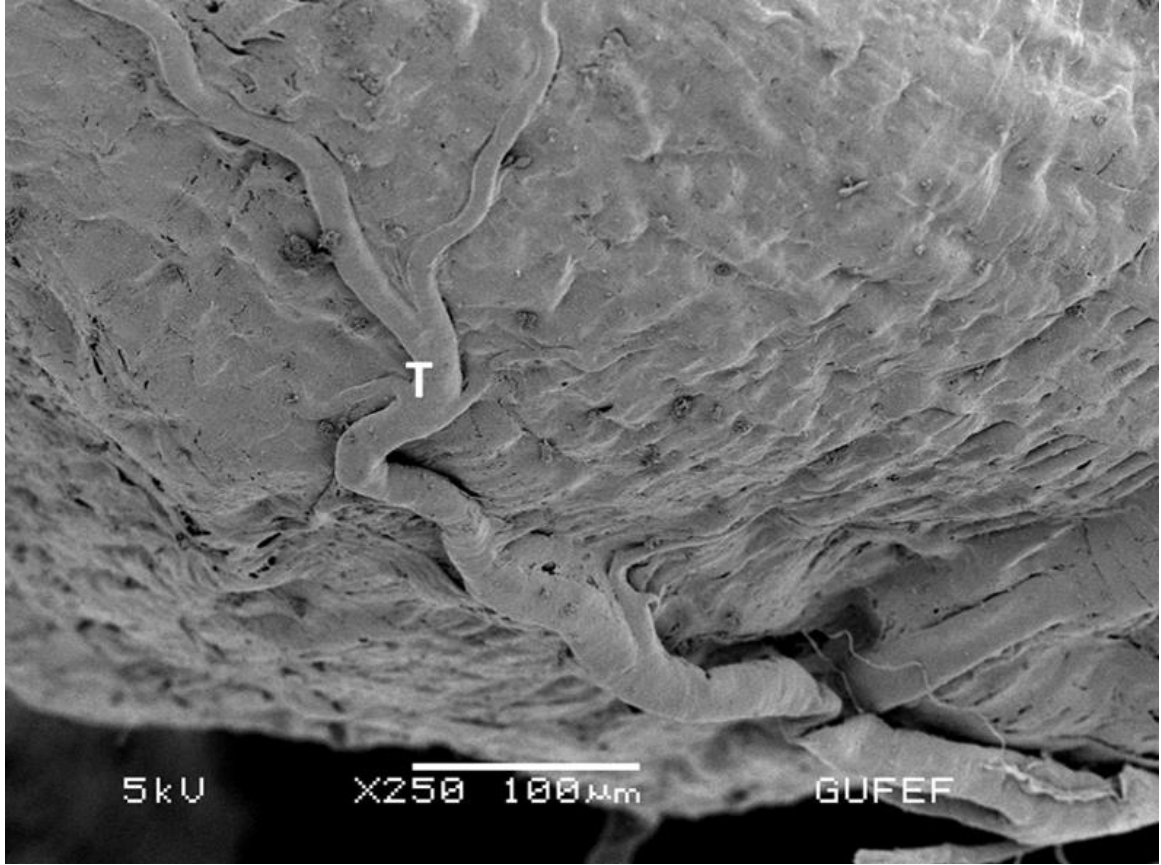
Resim 4.52. *Carpocoris pudicus* da bulb (B.Bulb, G.Gastrik çekum, O.Orta bağırsak kanalı)-Stereo Mikroskop



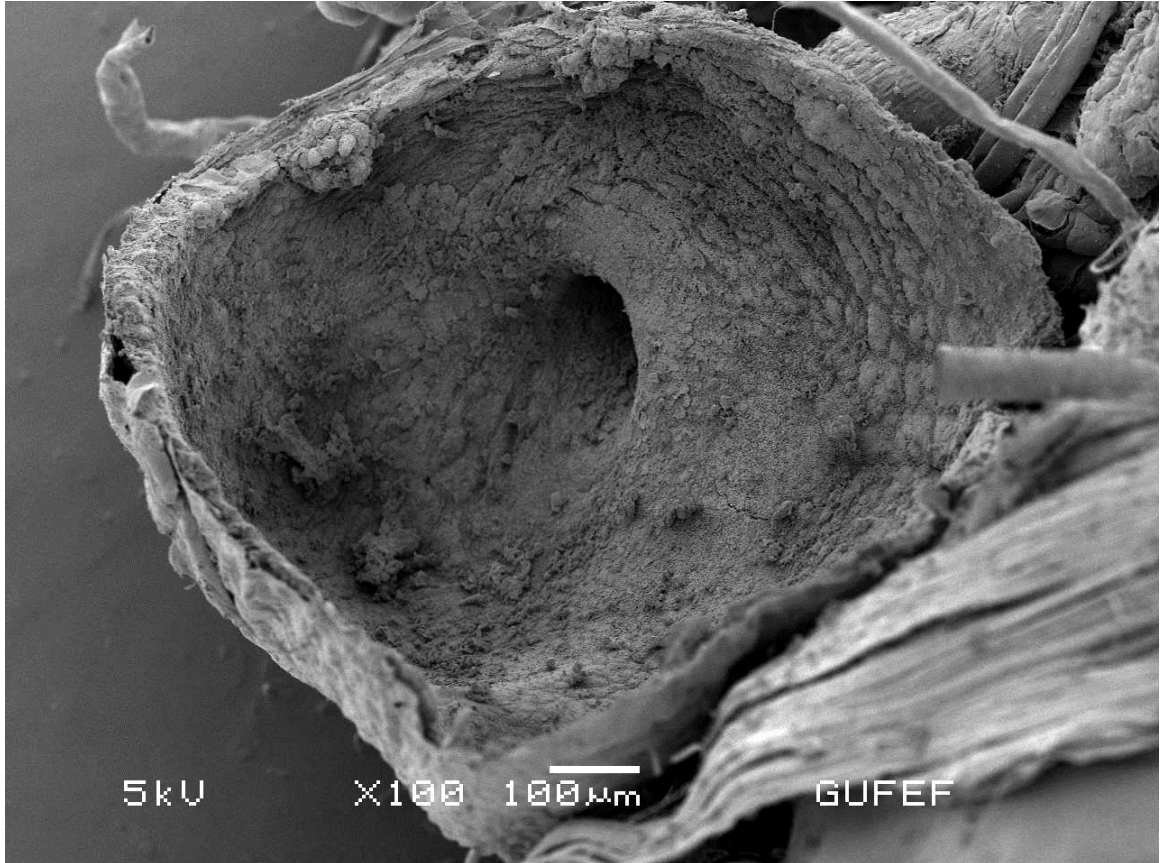
Resim 4.53. Orta bağırsak kanalının bulb yapısına bağlandığı kısım (B.Bulb, O.Orta bağırsak kanalı)-SEM



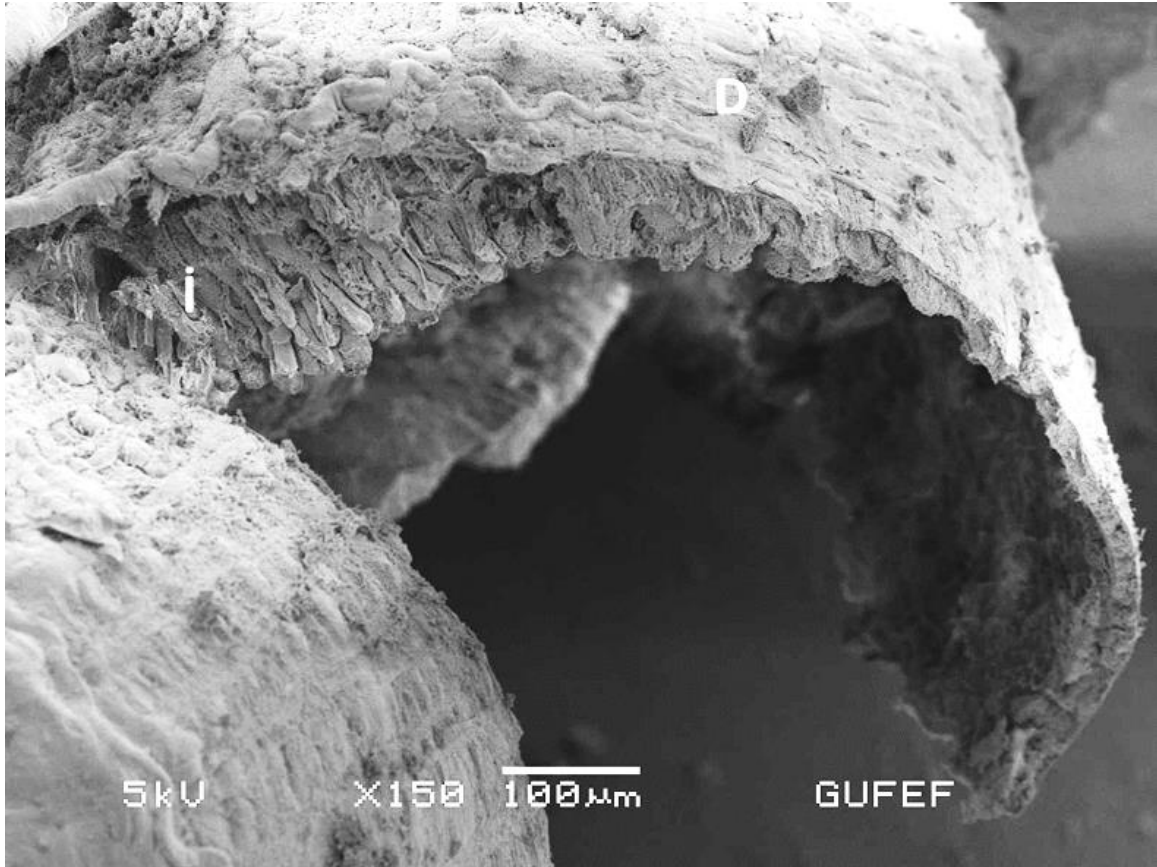
Resim 4.54. Bulb dış yüzey görünümü-SEM



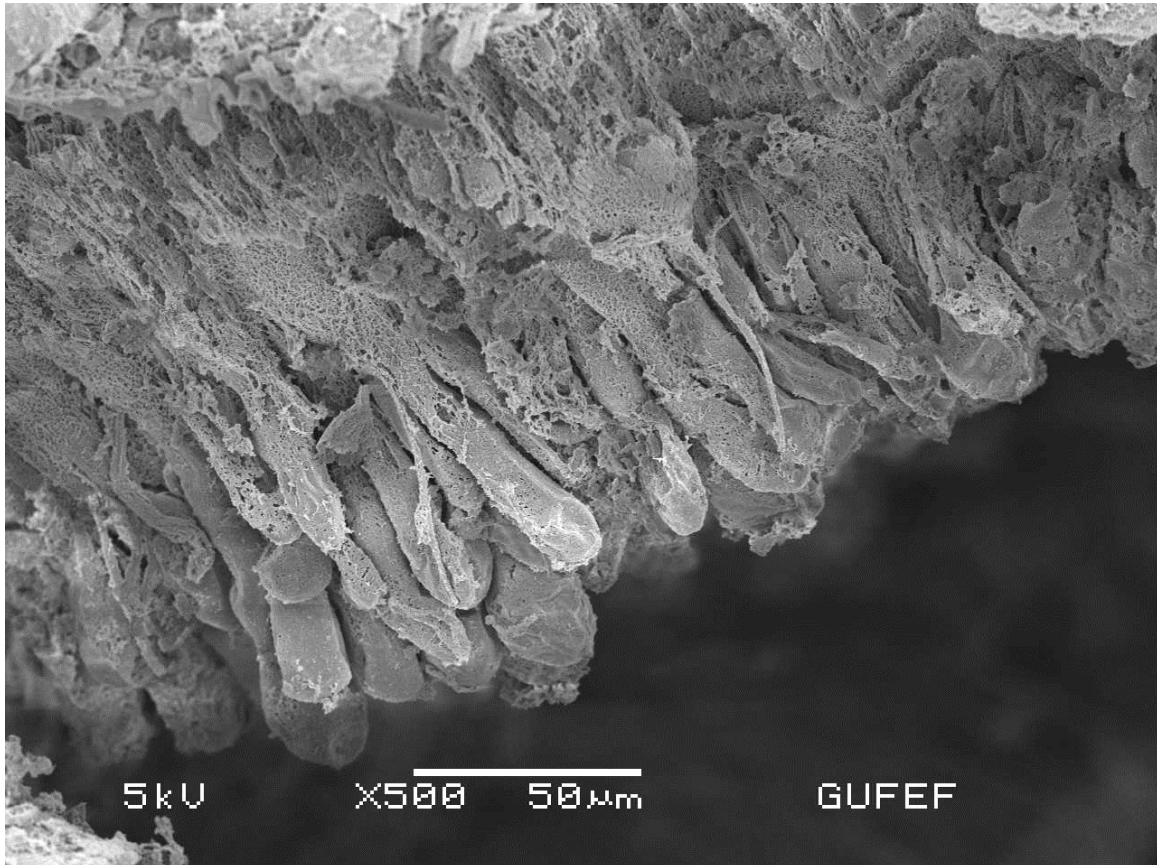
Resim 4.55. Bulb dış yüzey görünümü ve trake (T)-SEM



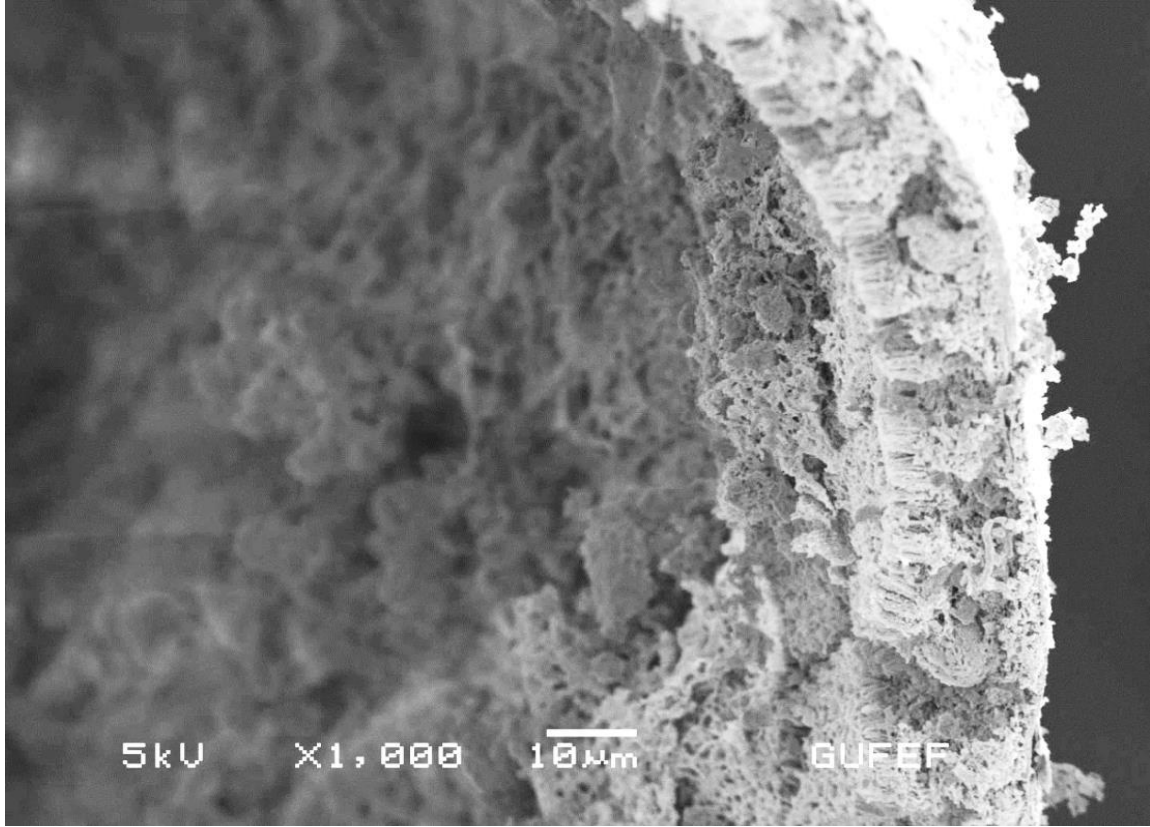
Resim 4.56. Bulb iç yüzey görünümü ve ileuma bağlanan kanal-SEM



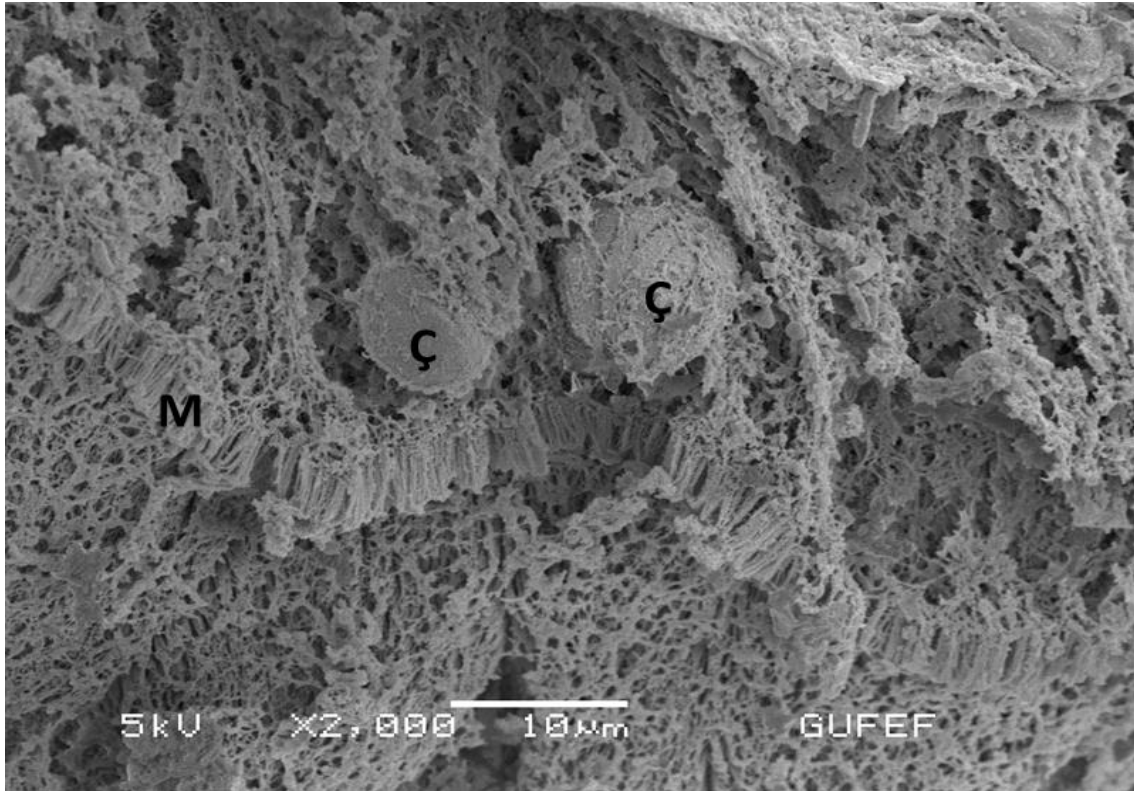
Resim 4.57. Bulb dış yüzeyi (D) ve iç kısımdaki (İ) hücrelerin görünümü-SEM



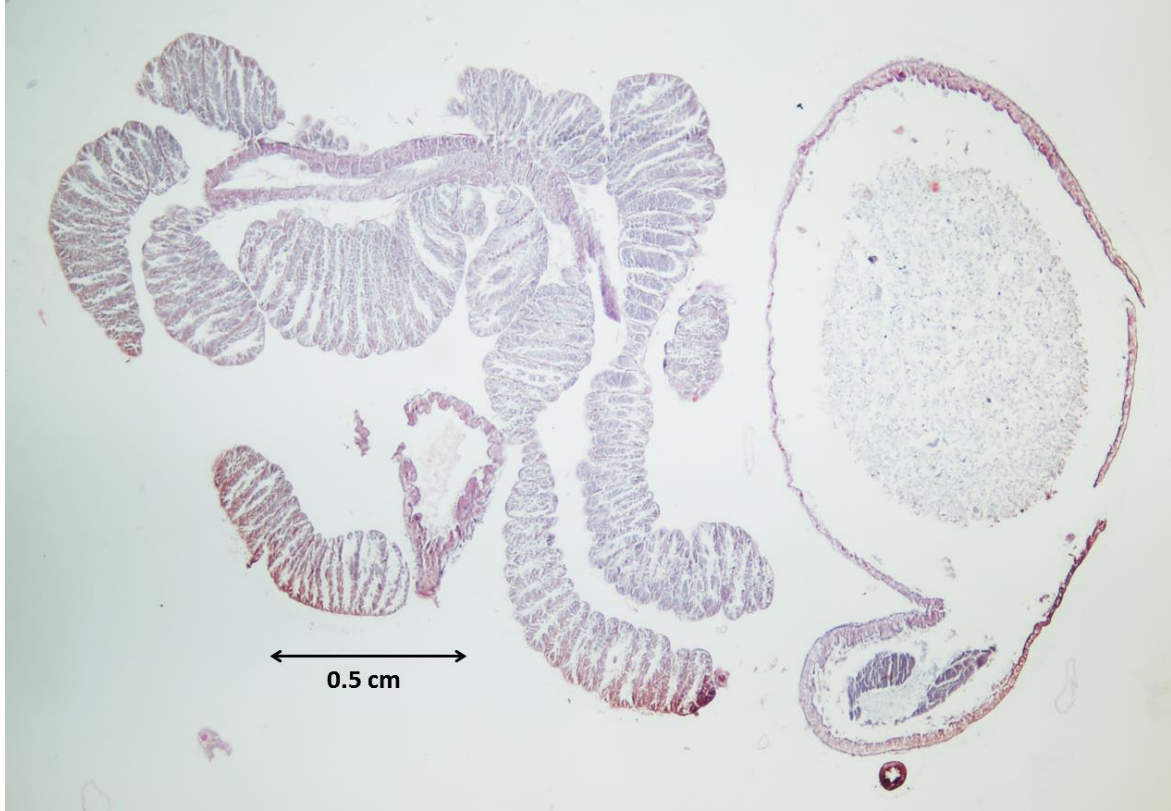
Resim 4.58. Bulb, silindirik hücre yapısı-SEM



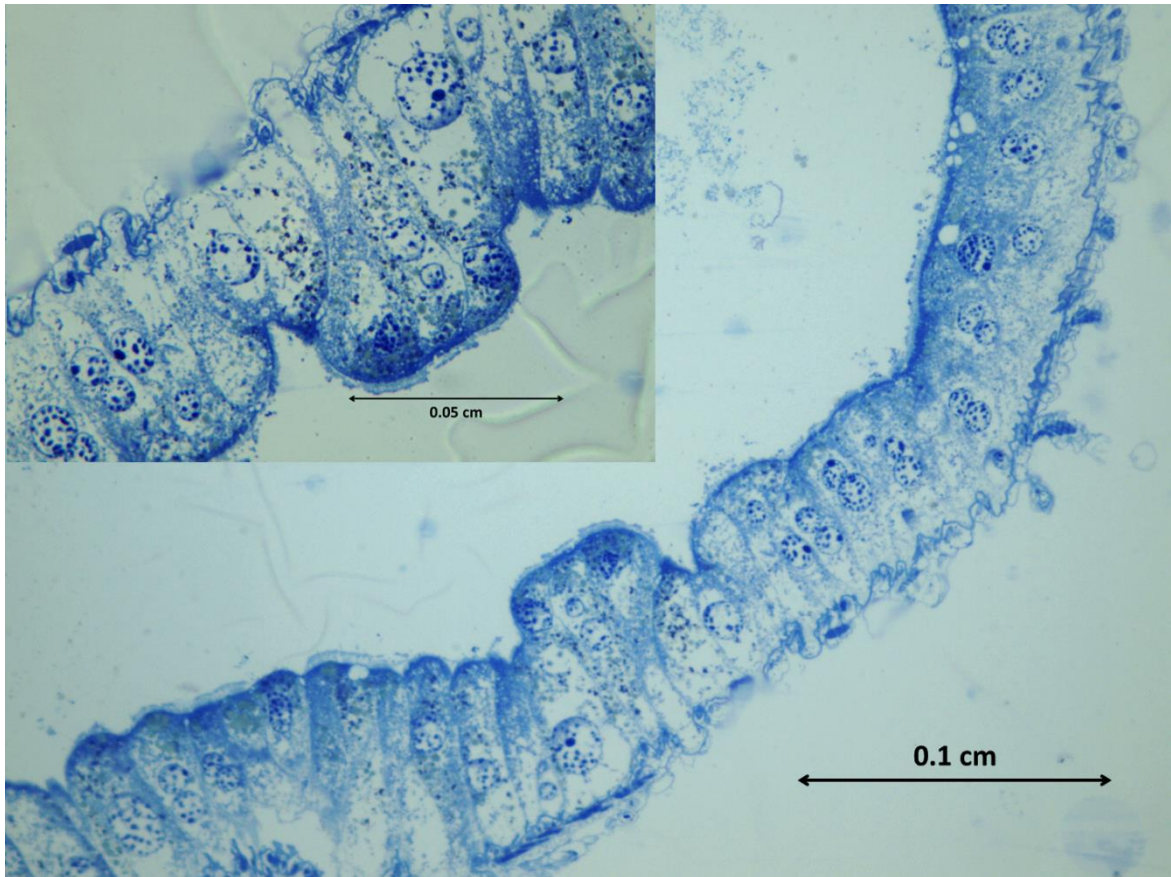
Resim 4.59. Bulb, kübik hücrelerin genel görünümü, mikrovillüsler ve çekirdek-SEM



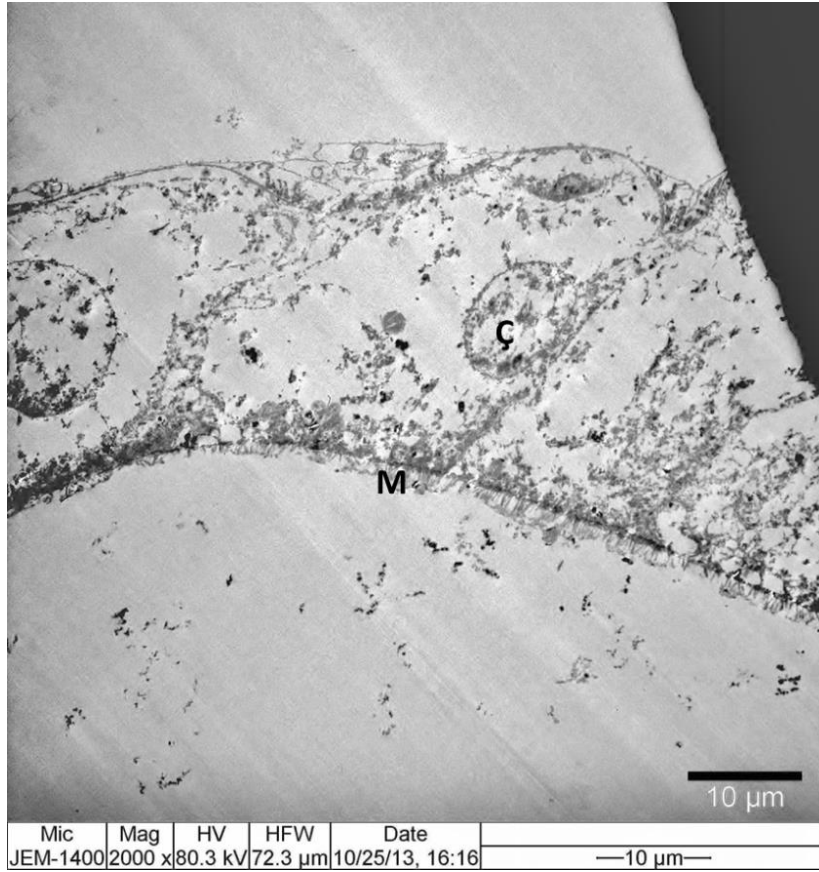
Resim 4.60. Bulb, kübik hücre yapısı (Ç.Çekirdek, M.Mikrovillus)-SEM



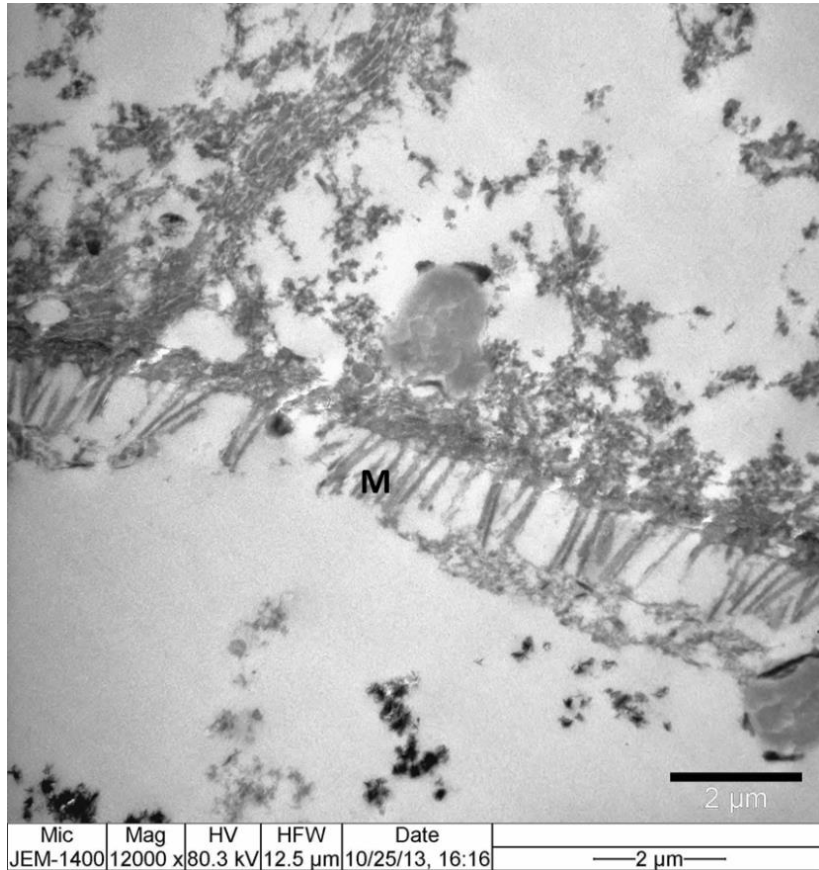
Resim 4.61. Bulb genel görünümü (Boyuna Kesit; HE)



Resim 4.62. Bulb hücrelerinin görünümü (Yarı ince kesit)



Resim 4.63. Bulb hücrelerinde çekirdek (Ç) ve mikrovillus (M)-TEM

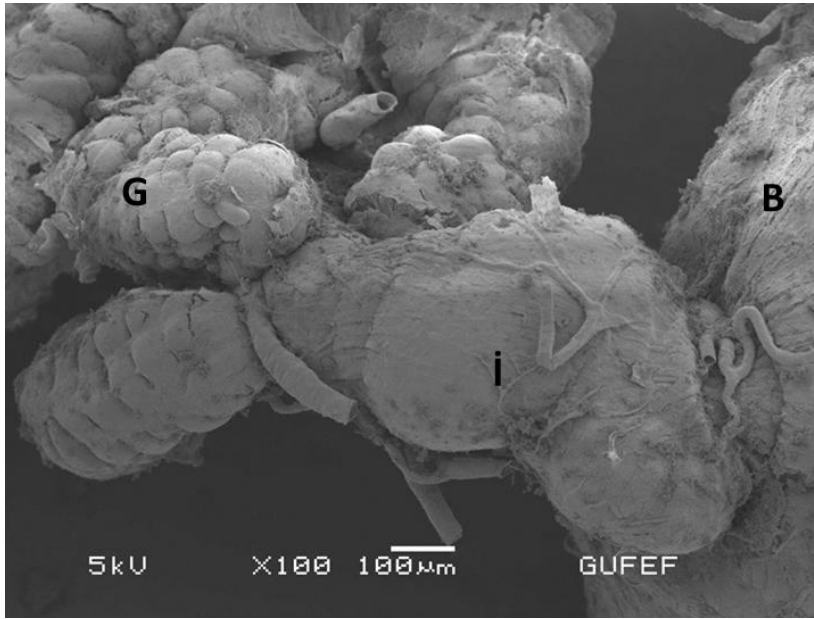


Resim 4.64. Bulb mikrovillus (M) görüntüsü-TEM

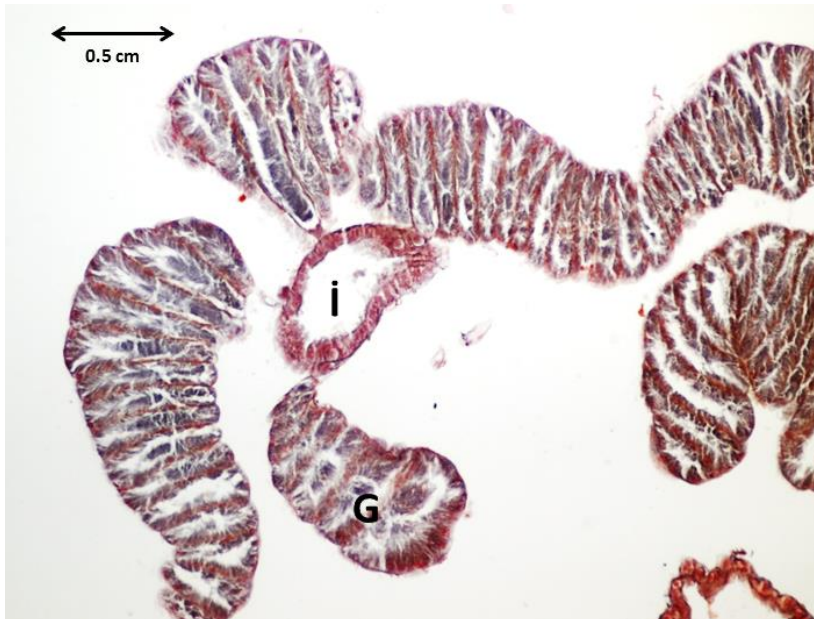
4.3. Arka Bağırsak

4.3.1. İleum

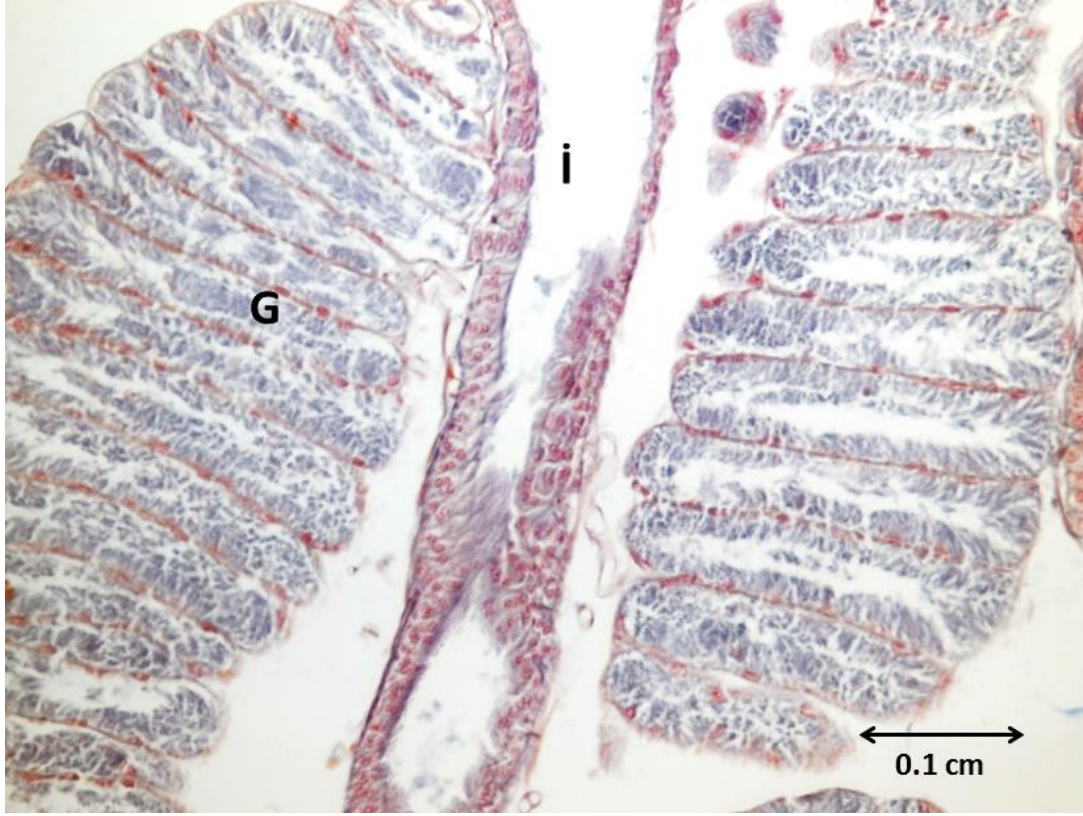
Arka bağırsağın ilk kısmının oluşturan ileum bir ucu bulbe, diğer ucu rektumla bağlantılı yapıdır (Resim 4.65). İleuma bağlanan kanallar gastrik çekum ve Malpighi tüpleridir (Resim 4.66, 4.67, 4.68). İleum hücreleri çok çekirdekli silindirik hücrelerdir (Resim 4.69, 4.70). Hücrelerin apikal yüzeylerinde mikrovilluslar vardır (Resim 4.71, 4.72).



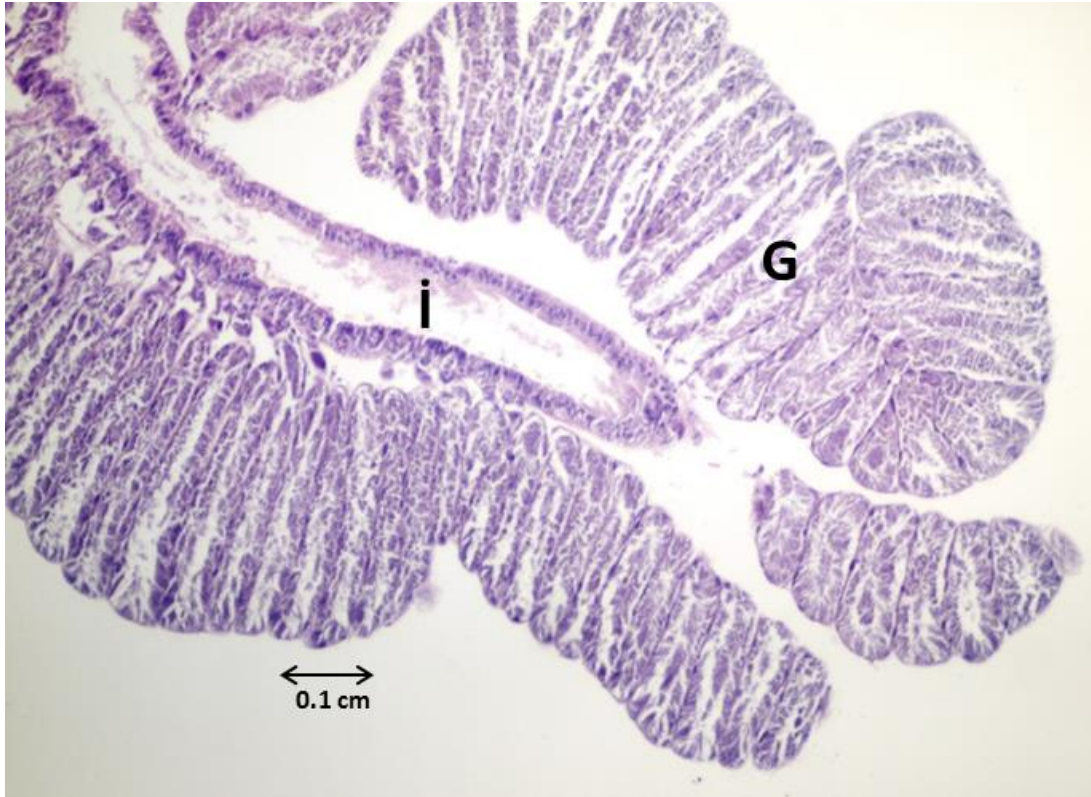
Resim 4.65. İleumun genel görünümü (B.Bulb, G.Gastrik çekum, İ.İleum)-SEM



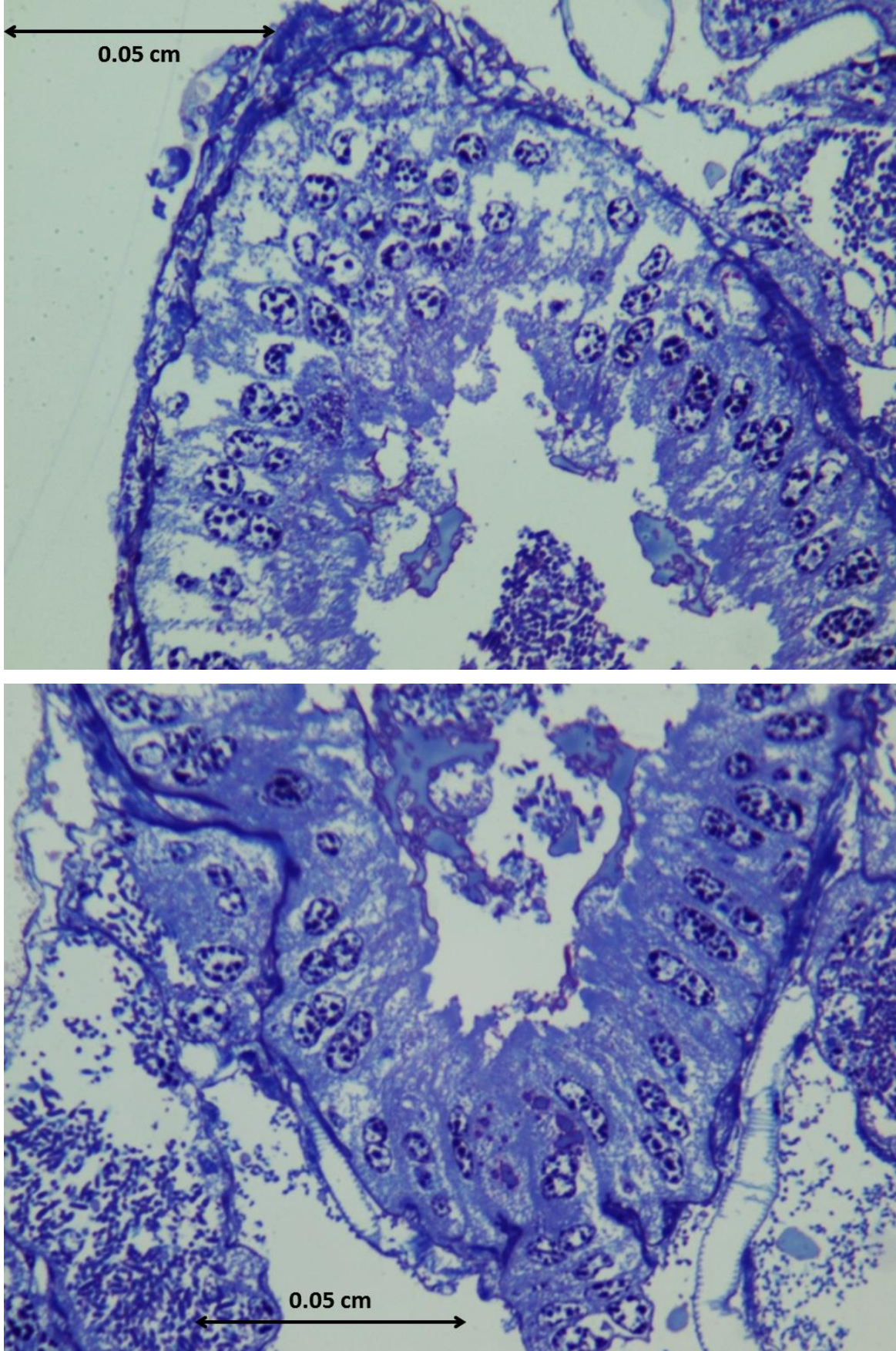
Resim 4.66. İleumun (İ) enine kesiti ve gastrik çekum (G) (Mallory 3'lü Boyama)



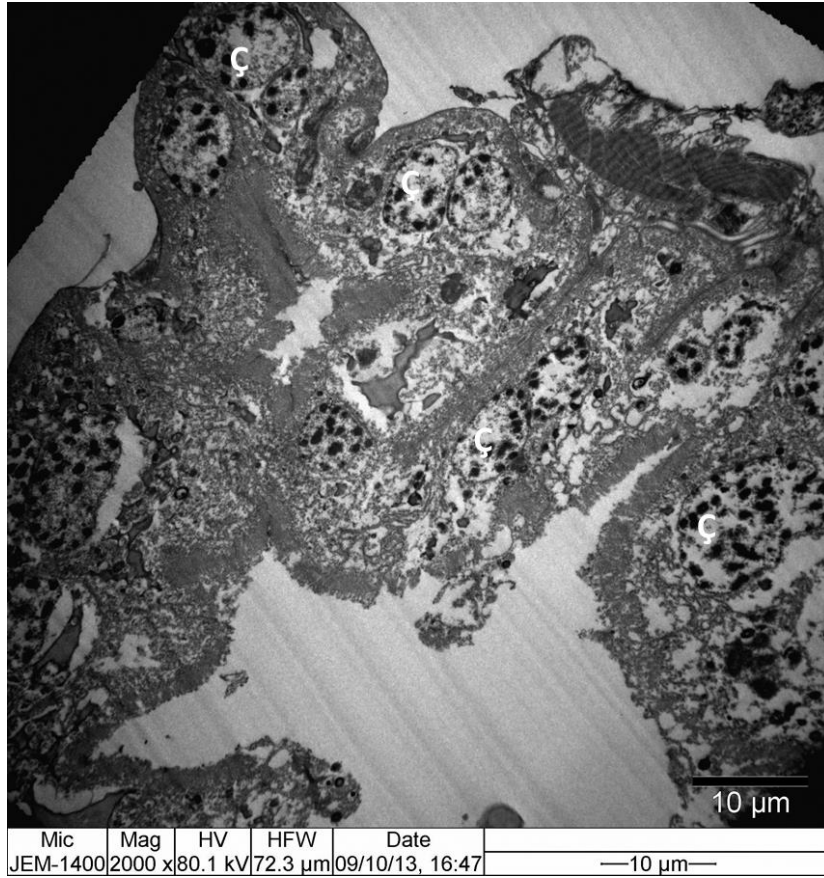
Resim 4.67. İleum (İ) ve gastrik çekum (G) yapısı (Boyuna Kesit; Mallory 3'lü Boyama)



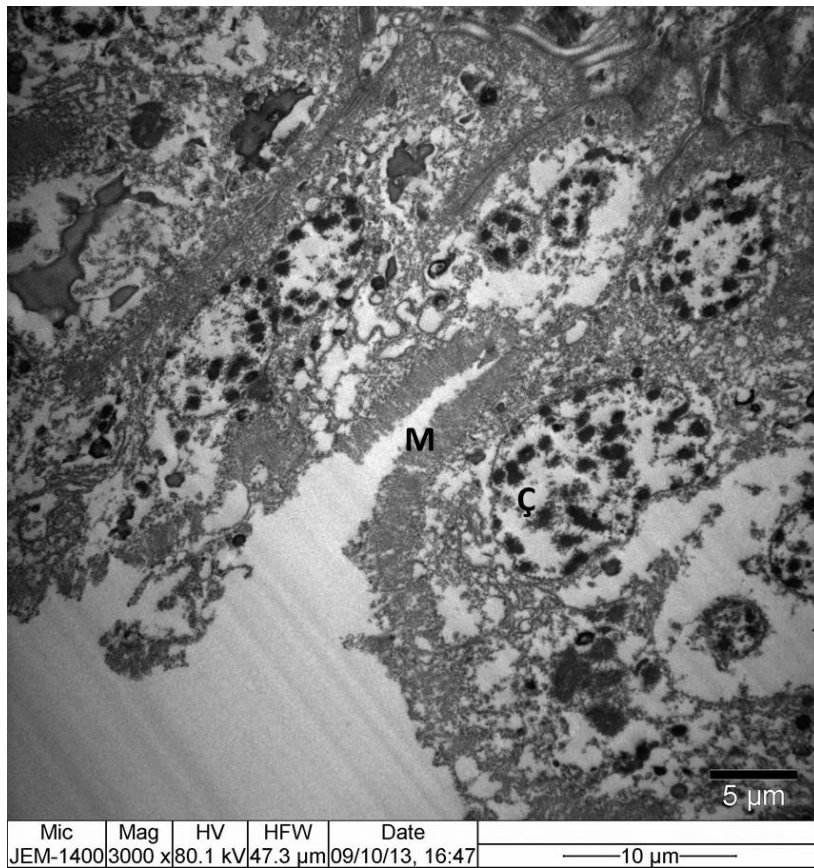
Resim 4.68. İleum (G.Gastrik çekum, İ.İleum) (Boyuna Kesit; Mallory 3'lü Boyama)



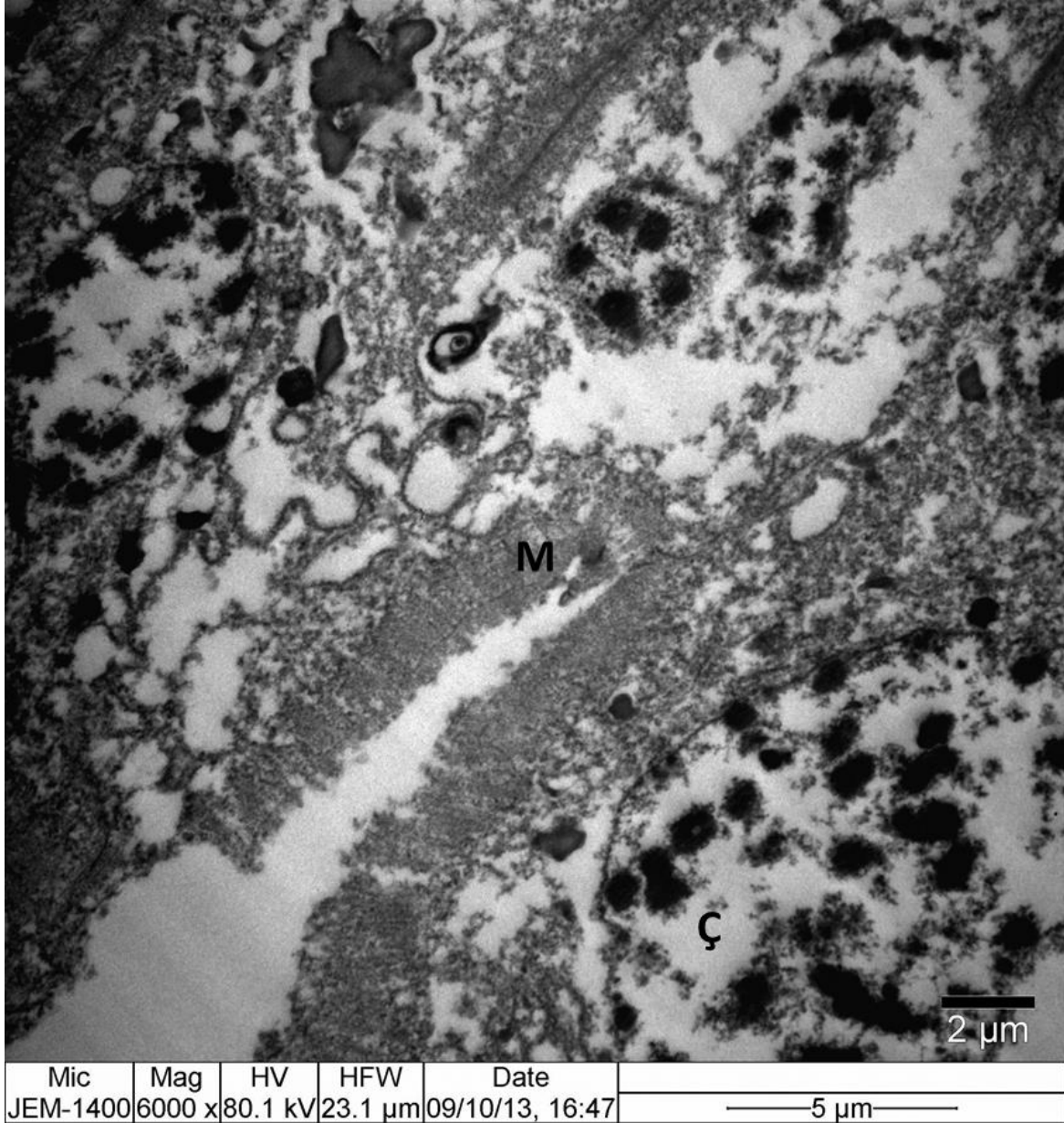
Resim 4.69. İleum hücre yapısı-(Yarı ince kesit)



Resim 4.70. İleum hücre yapısı (Ç.Çekirdek) -TEM



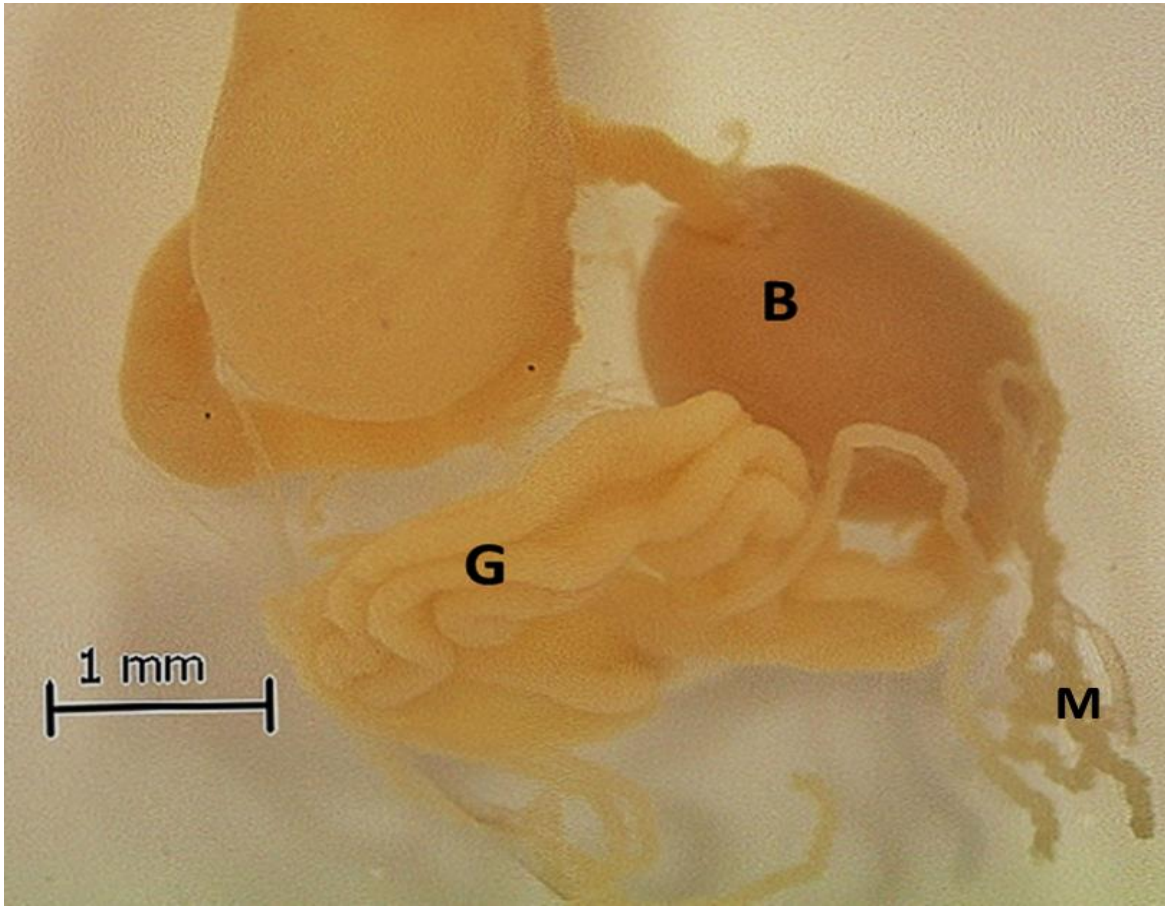
Resim 4.71. İleum da mikrovillus (M) ve çekirdek (Ç) yapısı -TEM



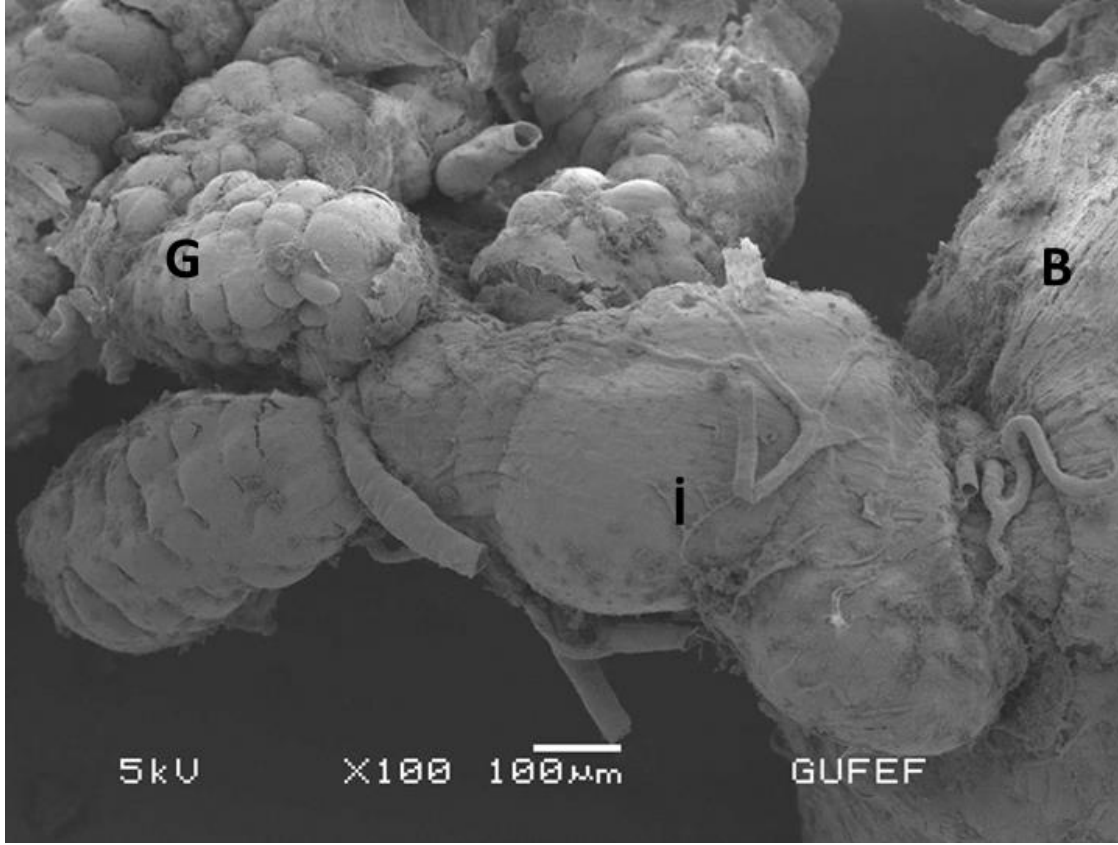
Resim 4.72. İleum da mikrovilluslar (M) ve çekirdek (Ç) -TEM

4.3.2. Gastrik çekum

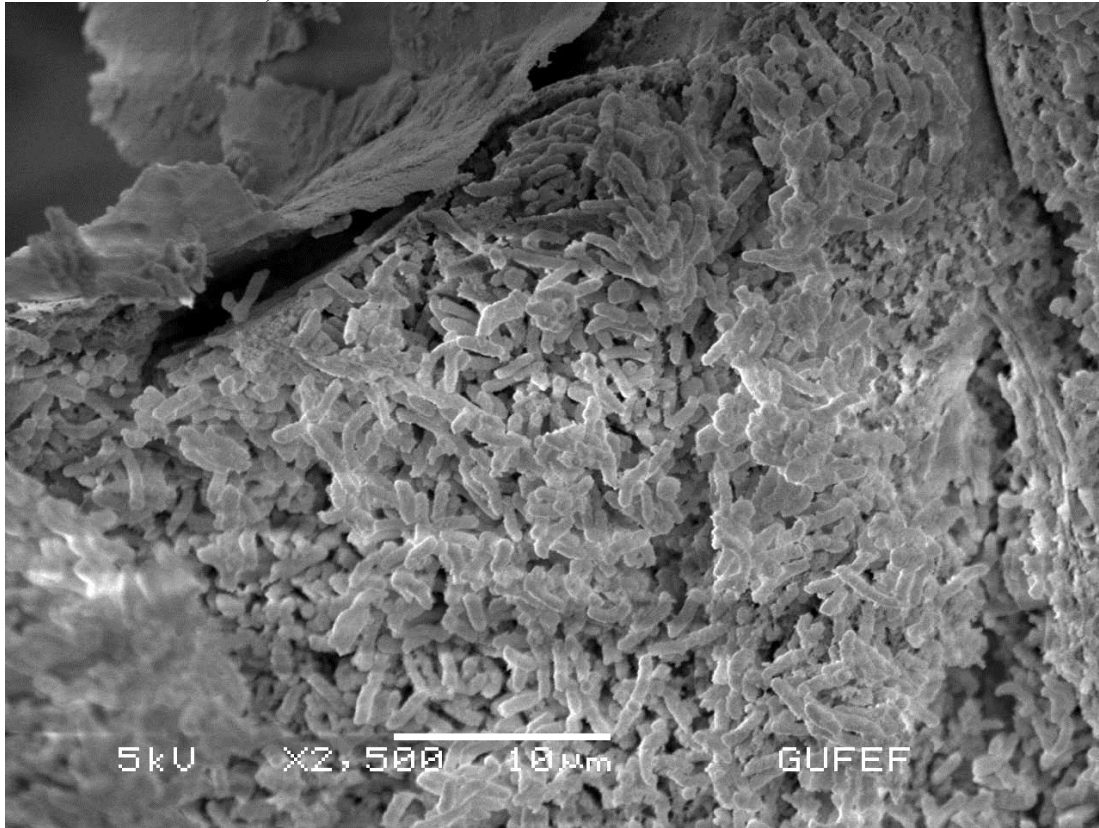
Gastrik çekum arka bağırsağın ileum bölgesine bağlanan dört kanaldan meydana gelmiştir (Resim 4.73, 4.74 4.77). Çekum enine boğumlu bir yapıya sahiptir ve iç yüzeyi kıvrımlı yapıdadır (Resim 4.74, 4.77, 4.78). Gastrik çekumun kanalları tek tabakalı epitelle astarlı yassı keseler şeklindedir (Resim 4.77, 4.78, 4.79). Bu keselerin içleri sindirime yardımcı olan bakterilerle doludur (Resim 4.75, 4.76, 4.80, 4.81, 4.82, 4.84). Gastrik çekumun etrafını saran çok sayıda trake vardır (Resim 4.83, 4.85)



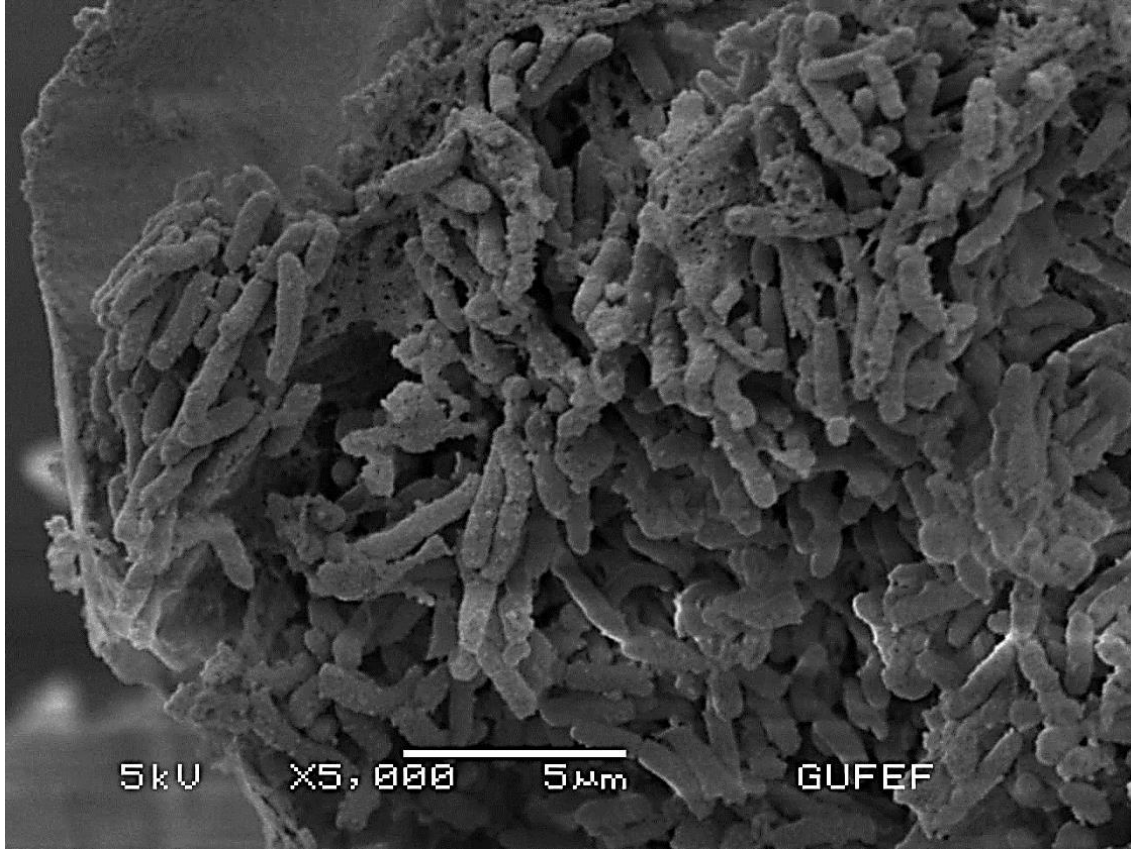
Resim 4.73. *Carpocoris pudicus* da gastrik çekum (Bulb, G.Gastrik çekum, M.Malpighi tüpü)-Stereo Mikroskop



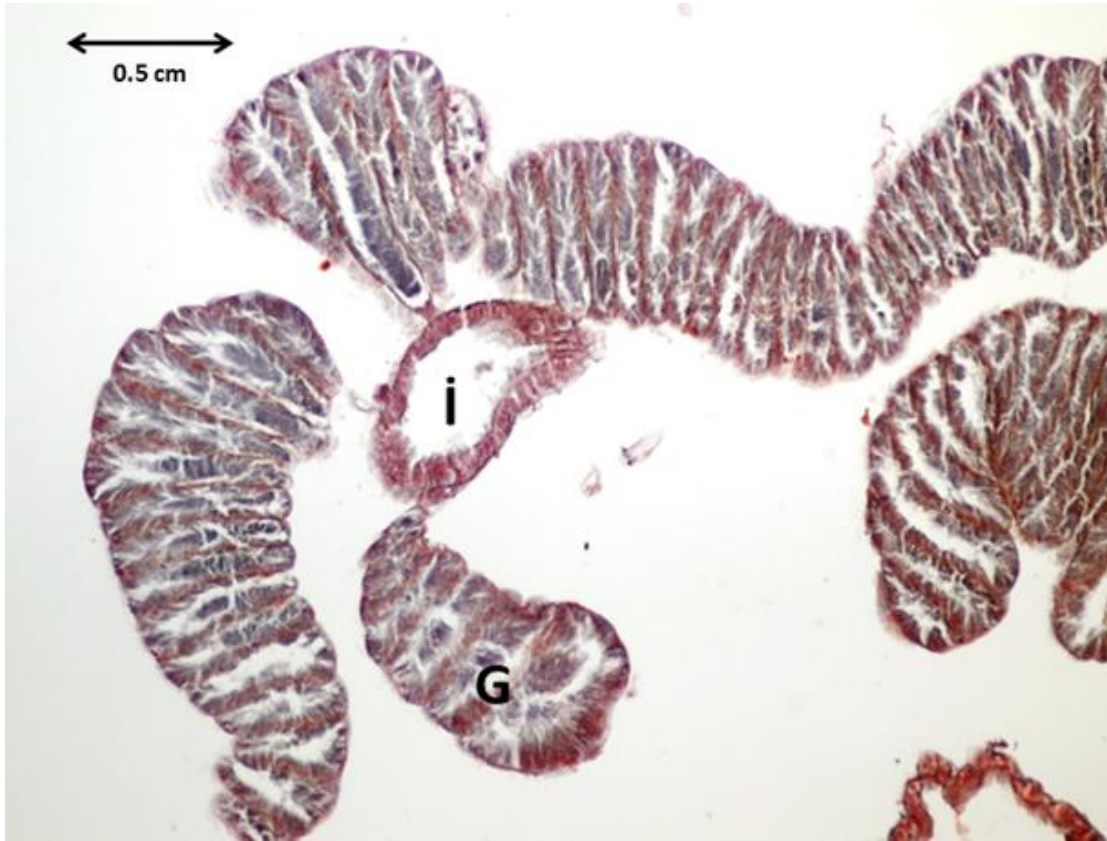
Resim 4.74. Gastrik çekumun ileuma bağlandığı kısım (B.Bulb, G.Gastrik çekum, İ.İleum)-SEM



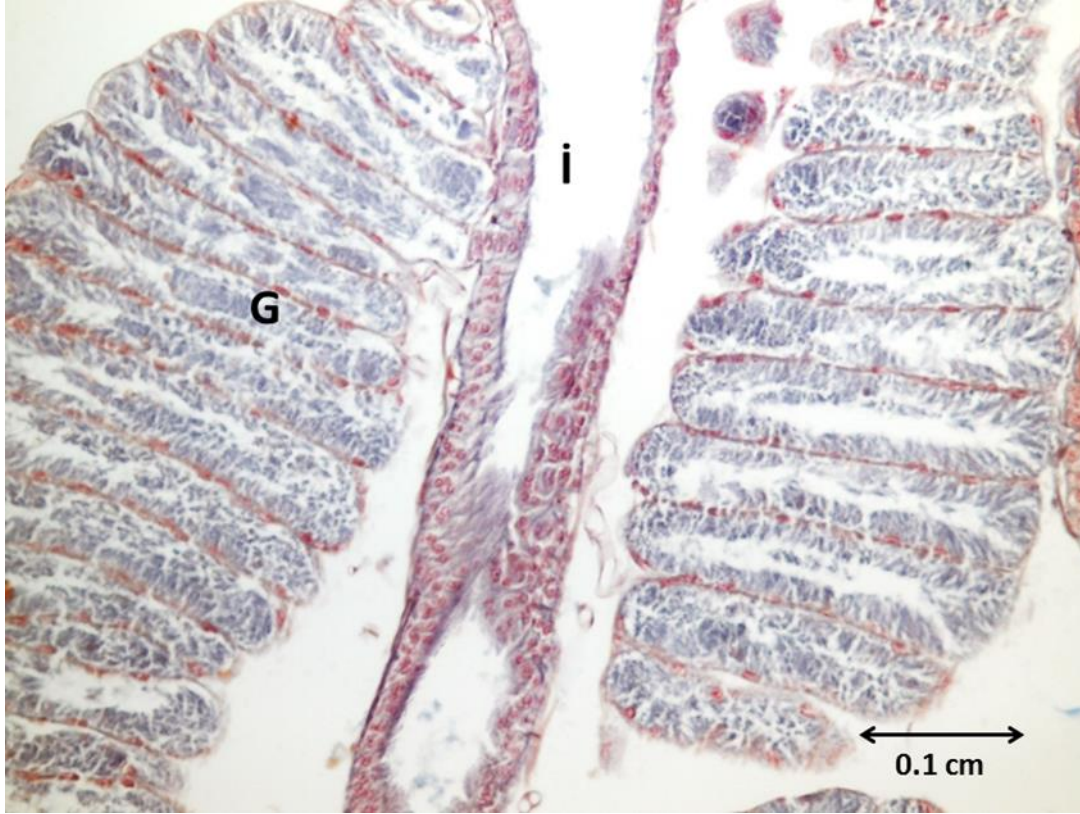
Resim 4.75. Gastrik çekumun içinde yer alan bakteriler-SEM



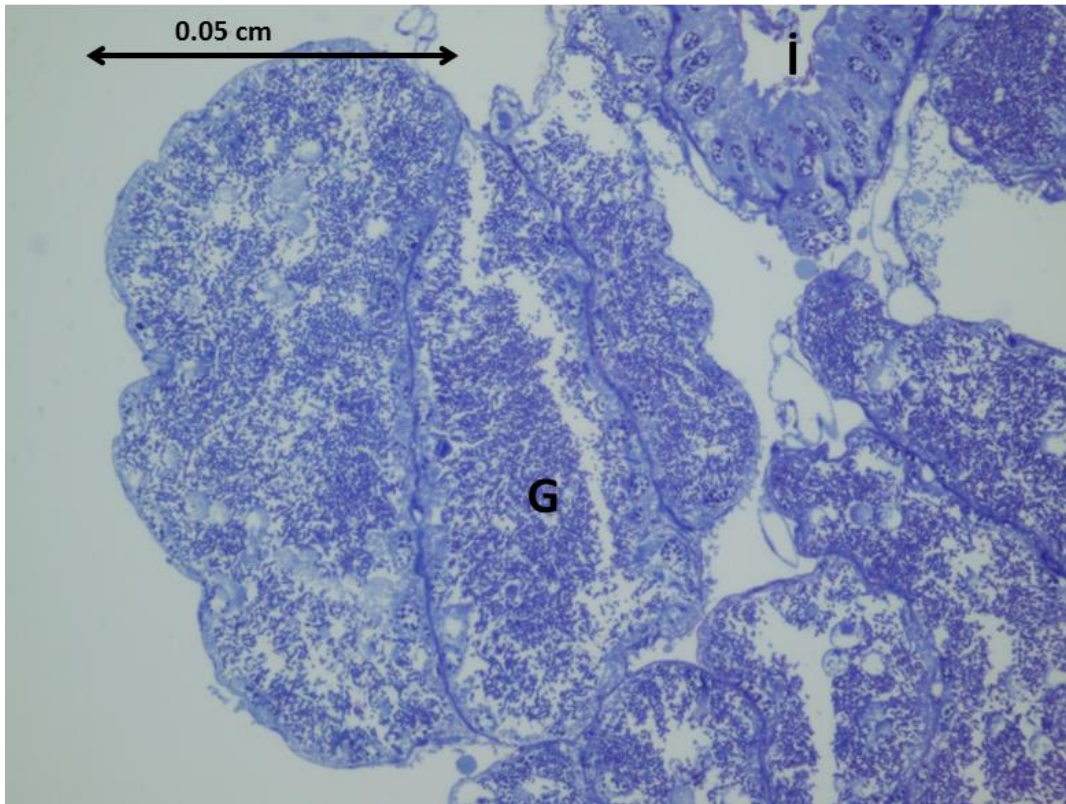
Resim 4.76. Gastrik çekumdaki bakteriler –SEM



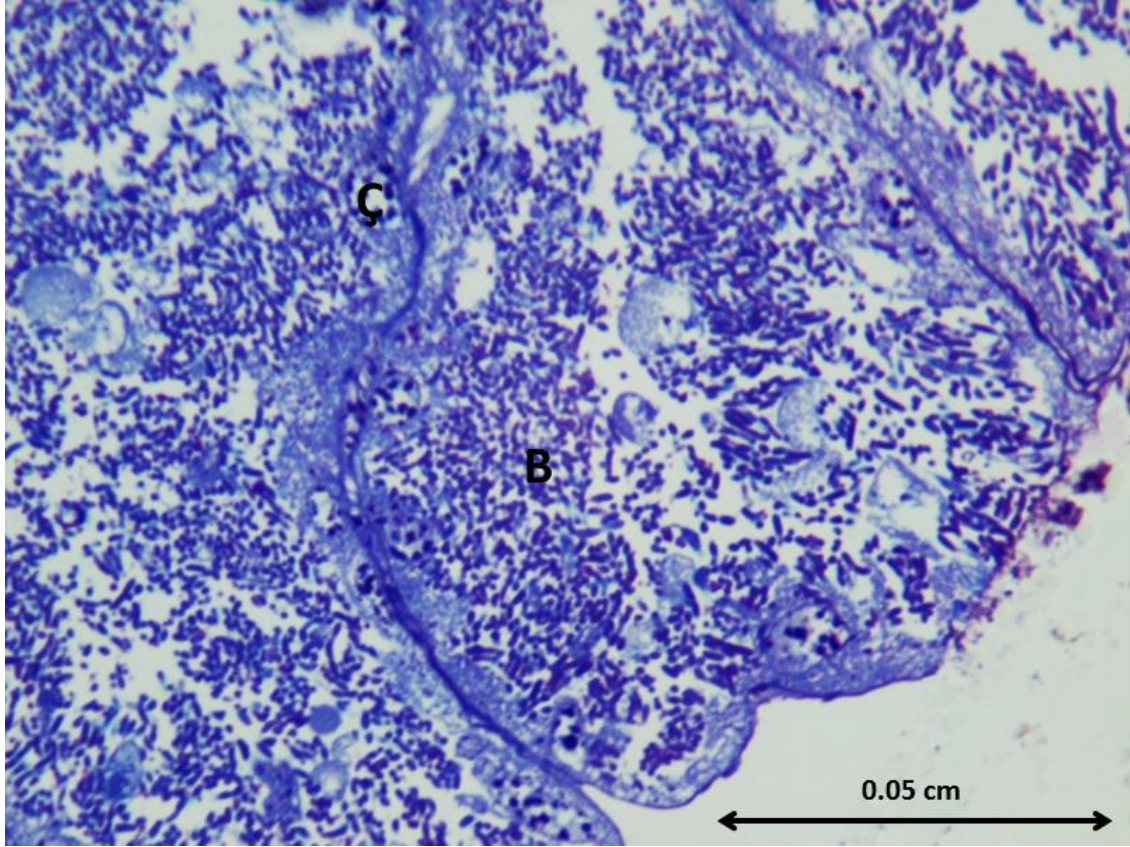
Resim 4.77. Gastrik çekum (G) ve ileumun enine kesiti (İ)- (Mallory 3'lü Boyama)



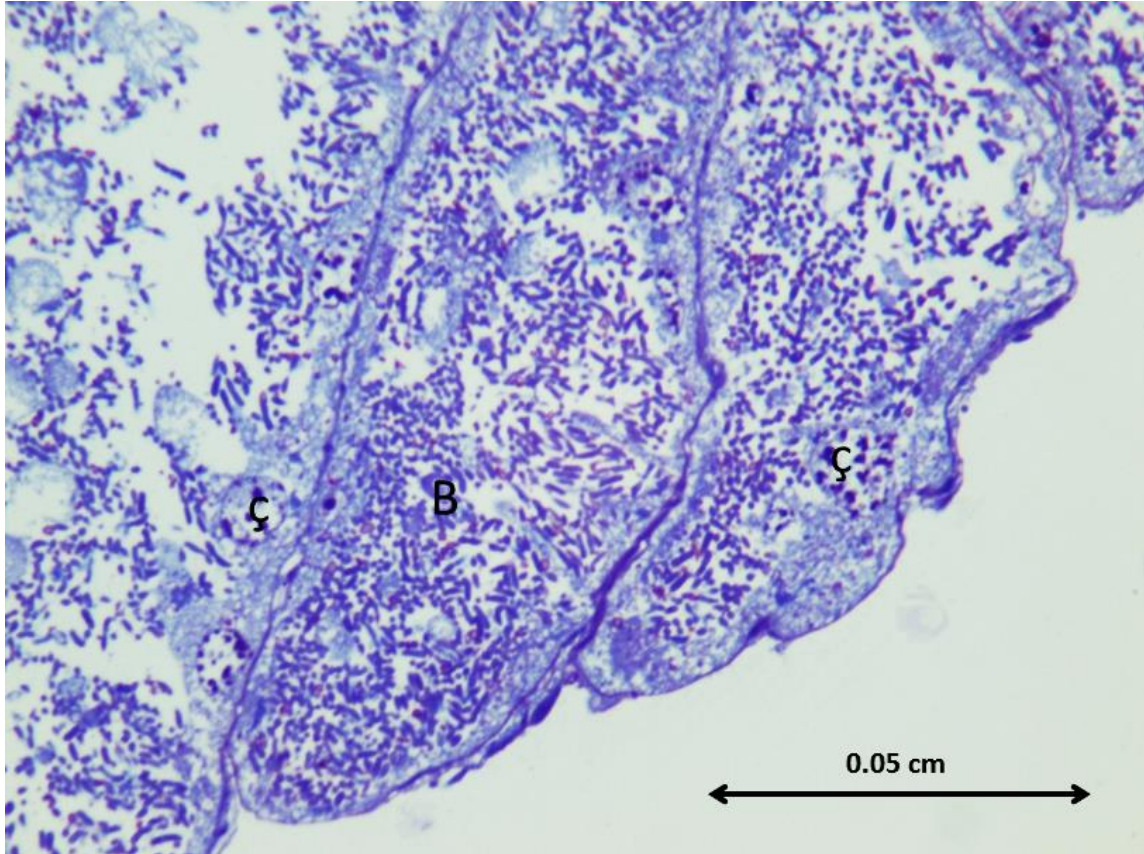
Resim 4.78. Gastrik çekum (G) ve ileum (İ)-(Boyuna Kesit; Mallory 3'lü Boyama)



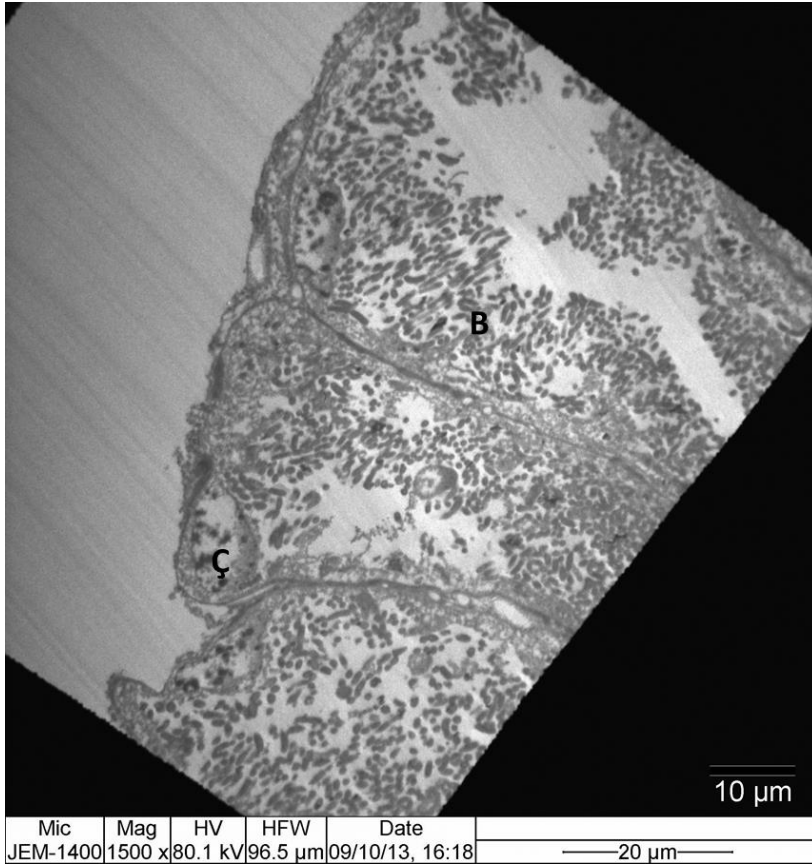
Resim 4.79. Gastrik çekum (G) ve ileum (İ)- (Yarı ince kesit)



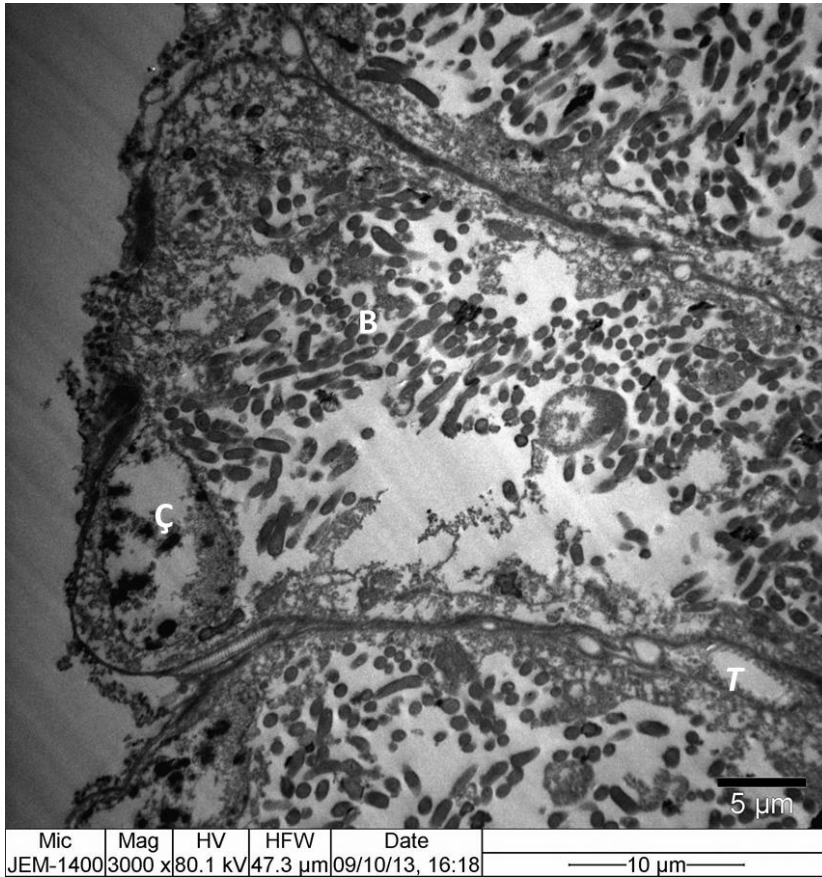
Resim 4.80. Gastrik çekum da yer alan bakteriler (B) (Ç.Çekirdek) (Yarı ince kesit)



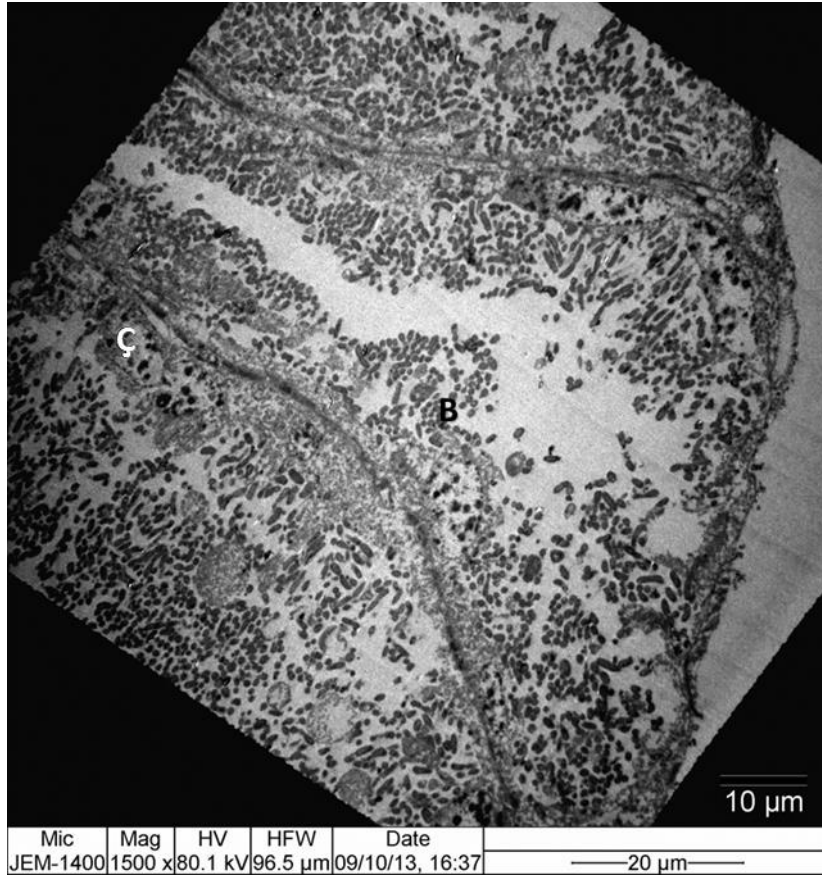
Resim 4.81. Gastrik çekum da yer alan bakteriler (B) ve hücrenin çekirdeği (Ç)-(Yarı ince kesit)



Resim 4.82. Gastrik çekum da yer alan bakteriler (B) ve hücrenin çekirdeği (Ç) -TEM



Resim 4.83. Gastrik çekum içerisindeki bakteriler (B) (Ç.Çekirdek, T.Trake)-TEM



Resim 4.84. Gastrik çekum da yer alan bakteriler (B) (Ç.Çekirdek) -TEM



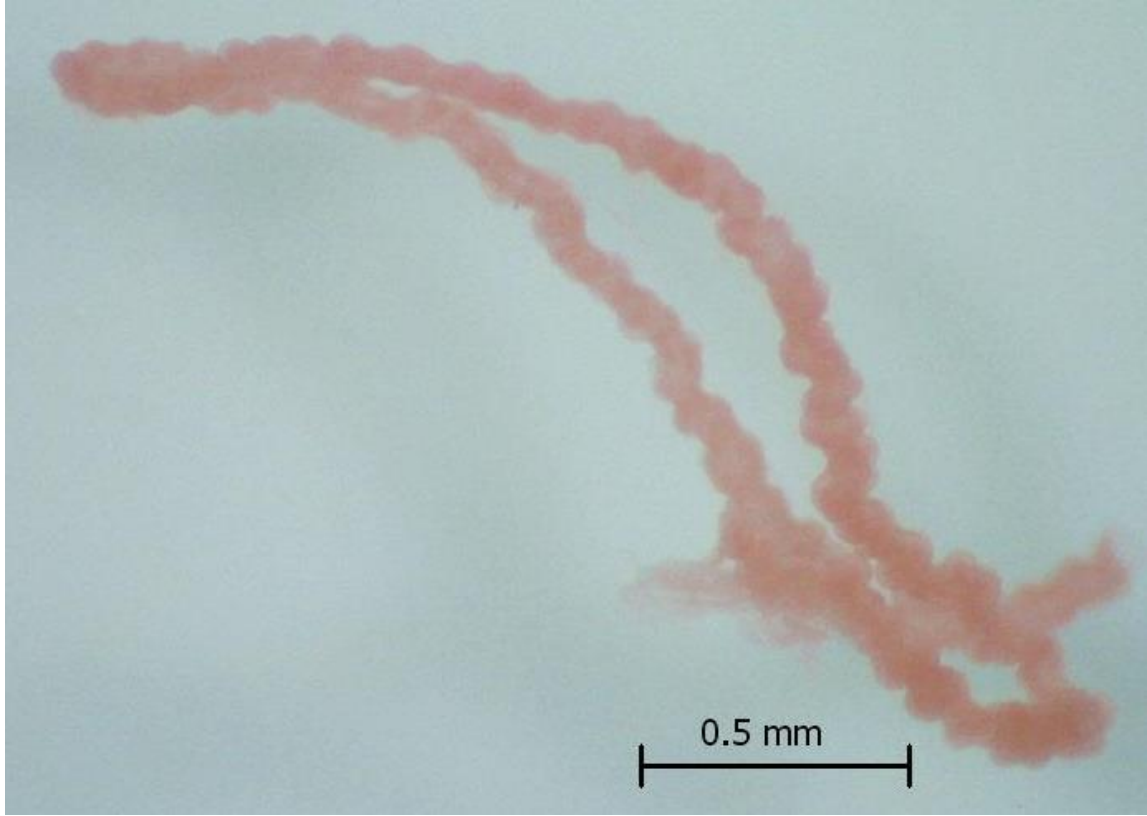
Resim 4.85. Gastrik çekum (B.Bakteri, Ç.Çekirdek, T.Trake)-TEM

4.3.3. Malpighi tüpleri

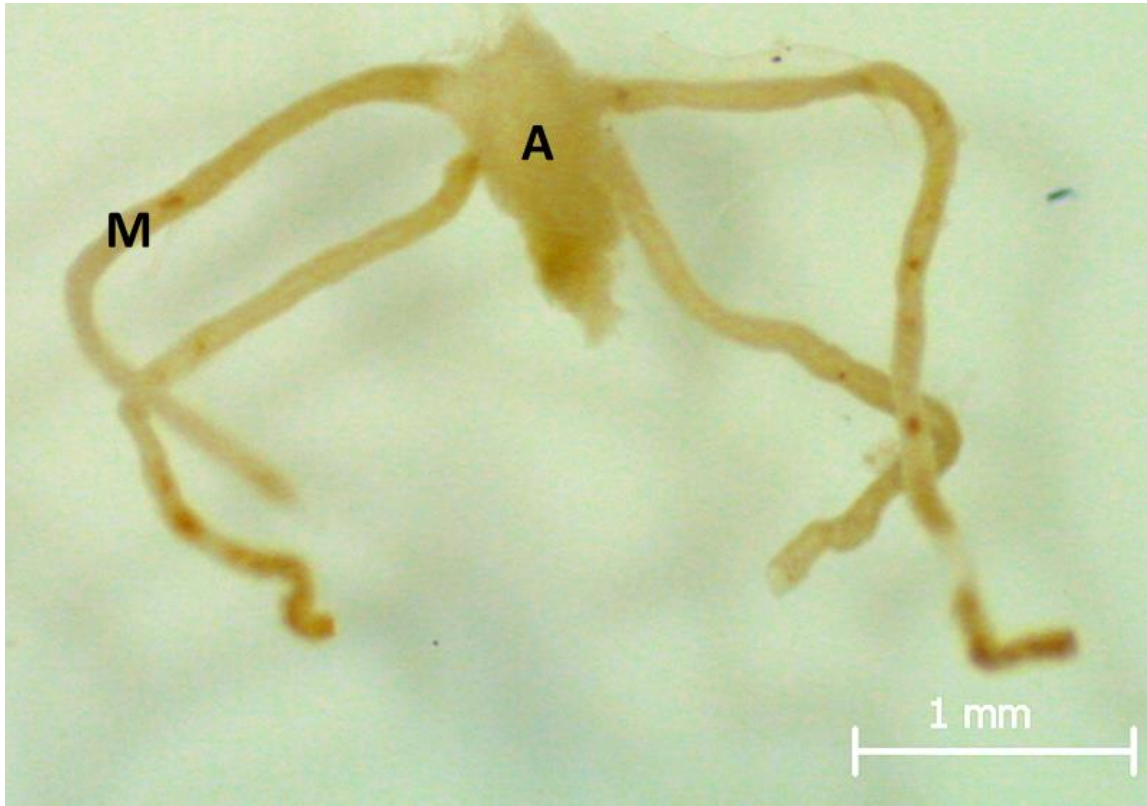
Bu türde iki çift Malpighi tüpü ileum bölgesine ampulla adı verilen yapıyla bağlanır (Resim 4.86, 4.87, 4.88). Malpighi tüpleri boğumlu bir yapı gösterir ve ucu kapalı bir şekilde sonlanır (Resim 4.90, 4.91). Trake borucukları tarafından sıkı bir şekilde çevrilidir (Resim 4.89). Hücreleri tek katlı kübik epitelden oluşur (Resim 4.93, 4.94, 4.95). Hücrelerin lümene bakan kısımları uzun mikrovilluslarla çevrilidir (Resim 4.96, 4.97, 4.98). Malpighi hücrelerinin içi irili ufaklı ürat kristalleriyle doludur (Resim 4.92). Hücrelerin bazal zar katlanmaları çok sayıda girinti ve çıkıntı yapmaktadır (Resim 4.99).



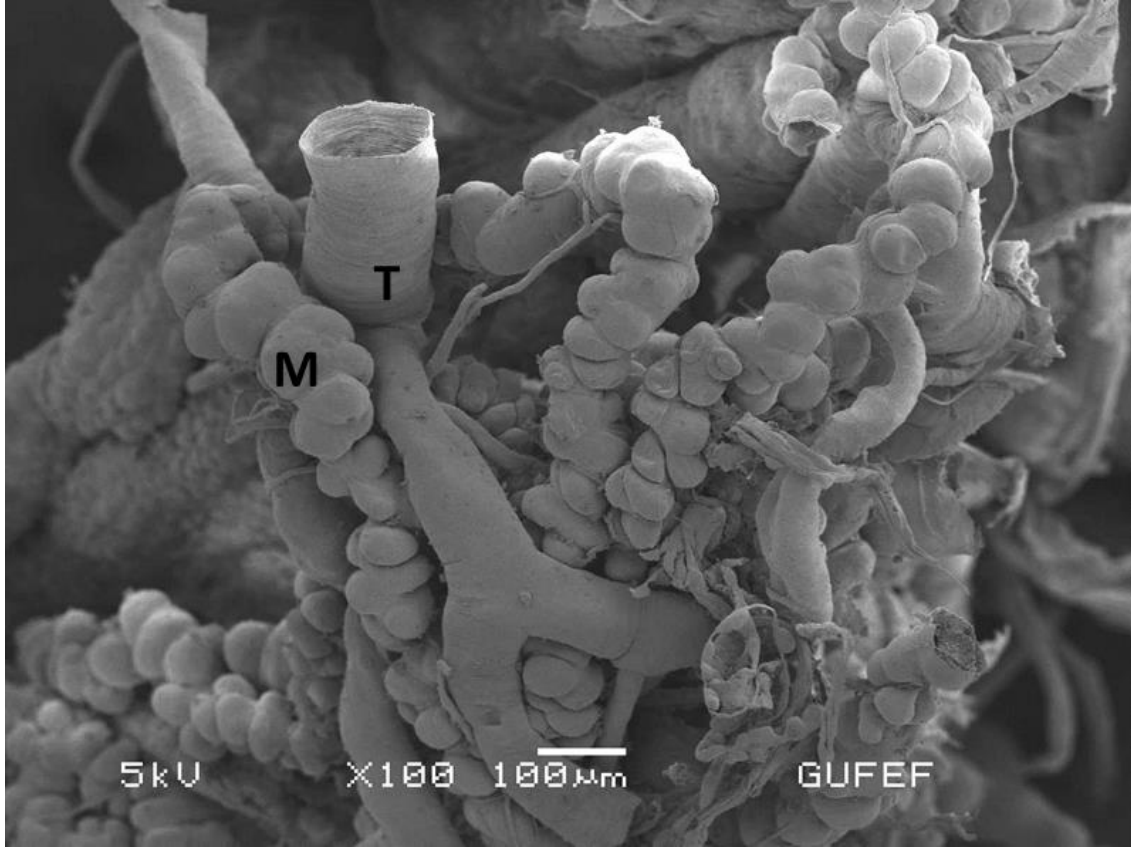
Resim 4.86. *Carpocoris pudicus* da Malpighi tüpleri (B.Bulb, G.Gastrik çekum, M.Malpighi tüpü, O.Orta bağırsak kanalı)-Stereo Mikroskop



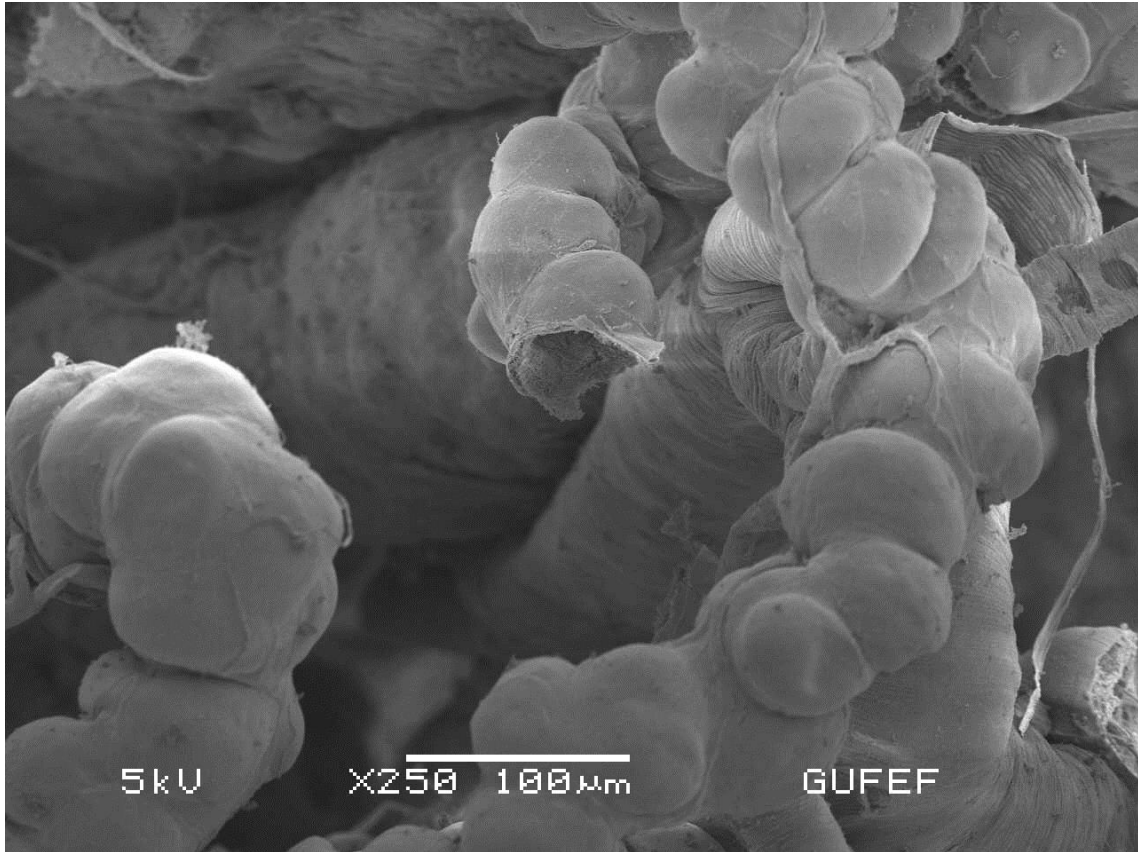
Resim 4.87. Malpighi tüpü -Stereo Mikroskop



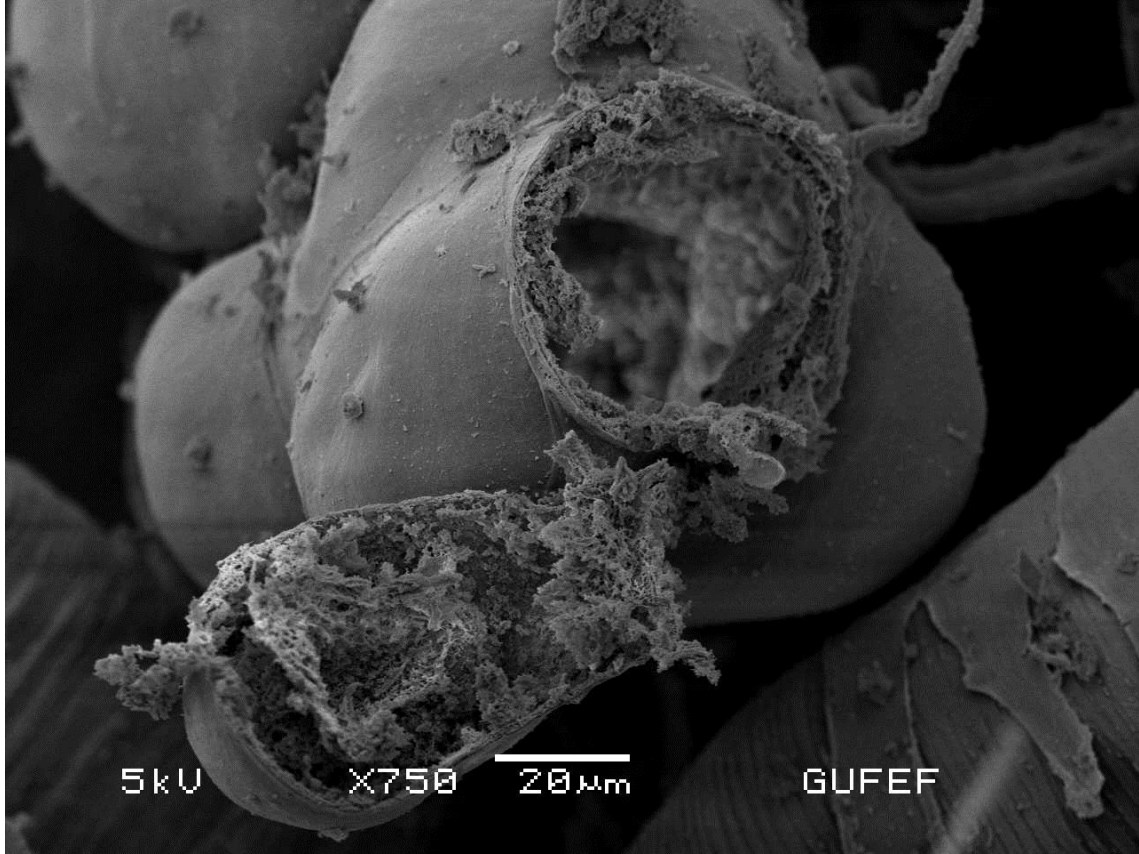
Resim 4.88. Malpighi tüpünün bağlandığı ampulla (A.Ampulla, M.Malpighi tüpü)-Stereo Mikroskop



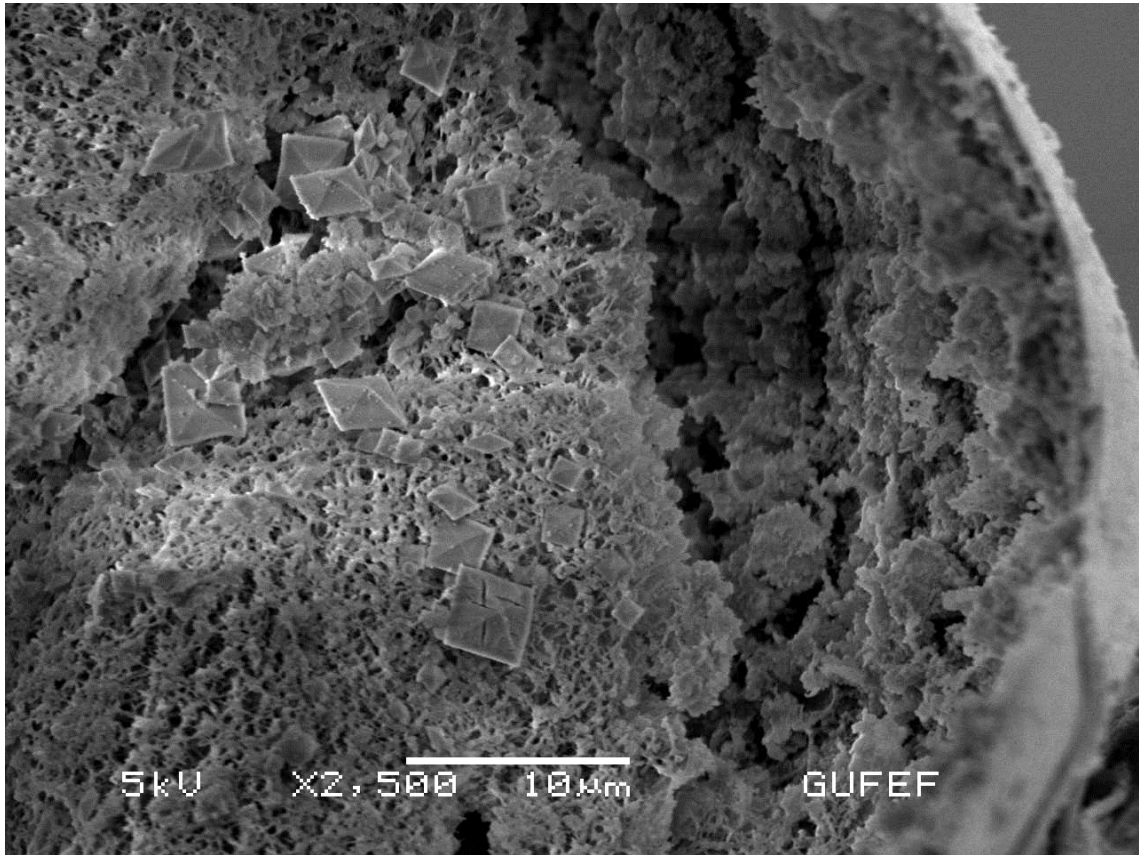
Resim 4.89. Malpighi tüpü (M) ve trake (T)-SEM



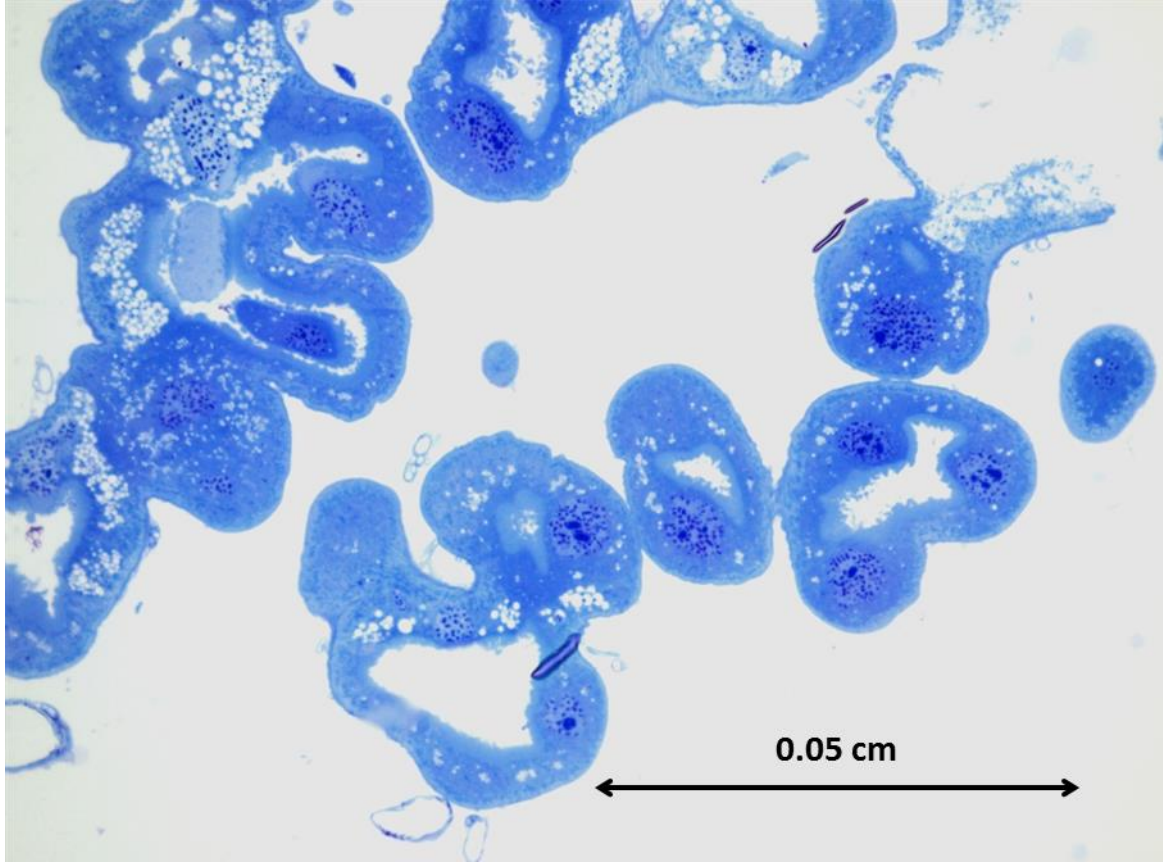
Resim 4.90. Malpighi tüpünün boğumlu yapısı-SEM



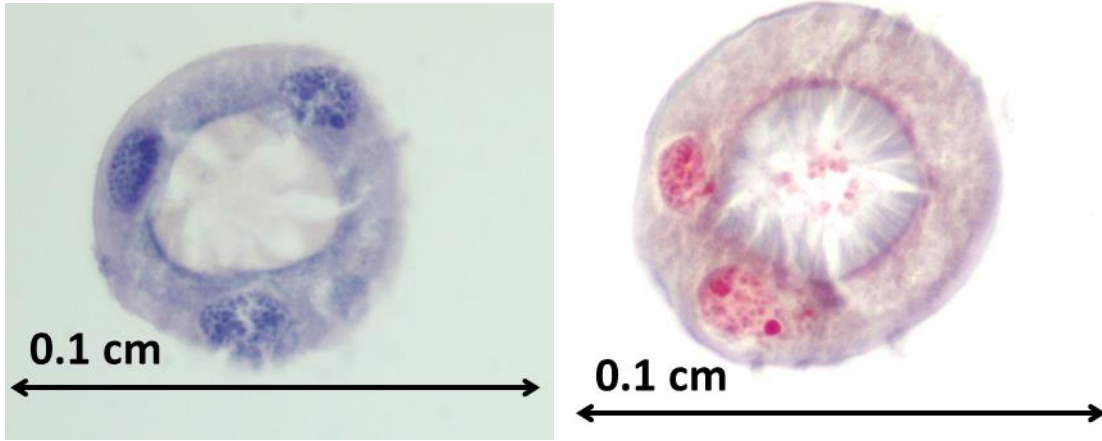
Resim 4.91. Malpighi tüpünün kapalı uç kısmının kırılmış yapısı-SEM



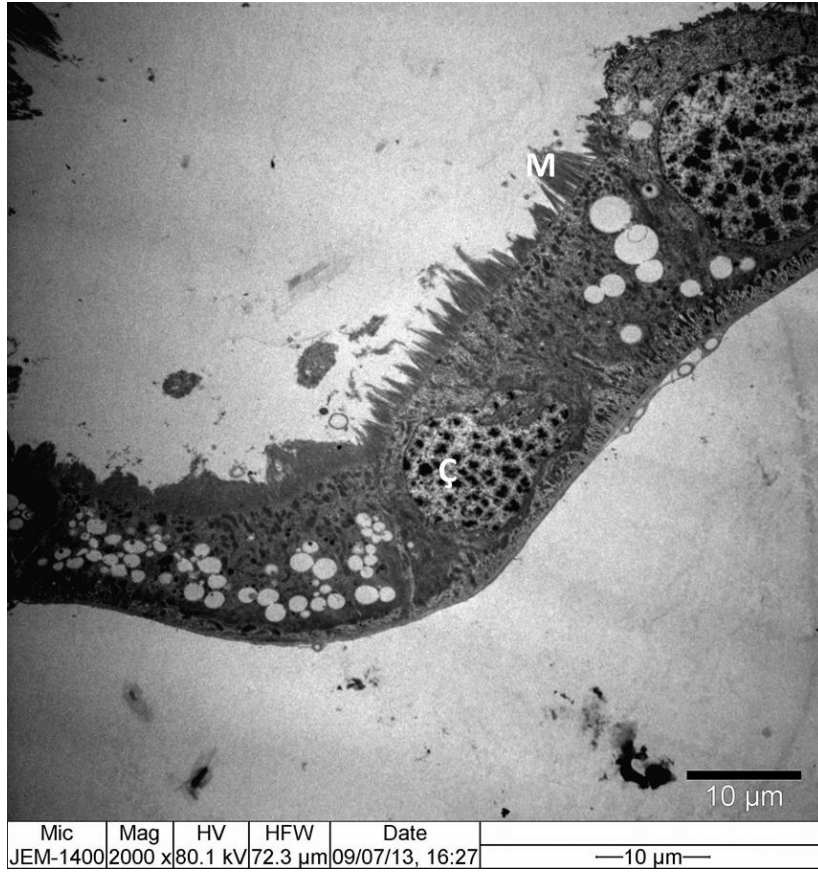
Resim 4.92. Malpighi tüpündeki urat kristalleri-SEM



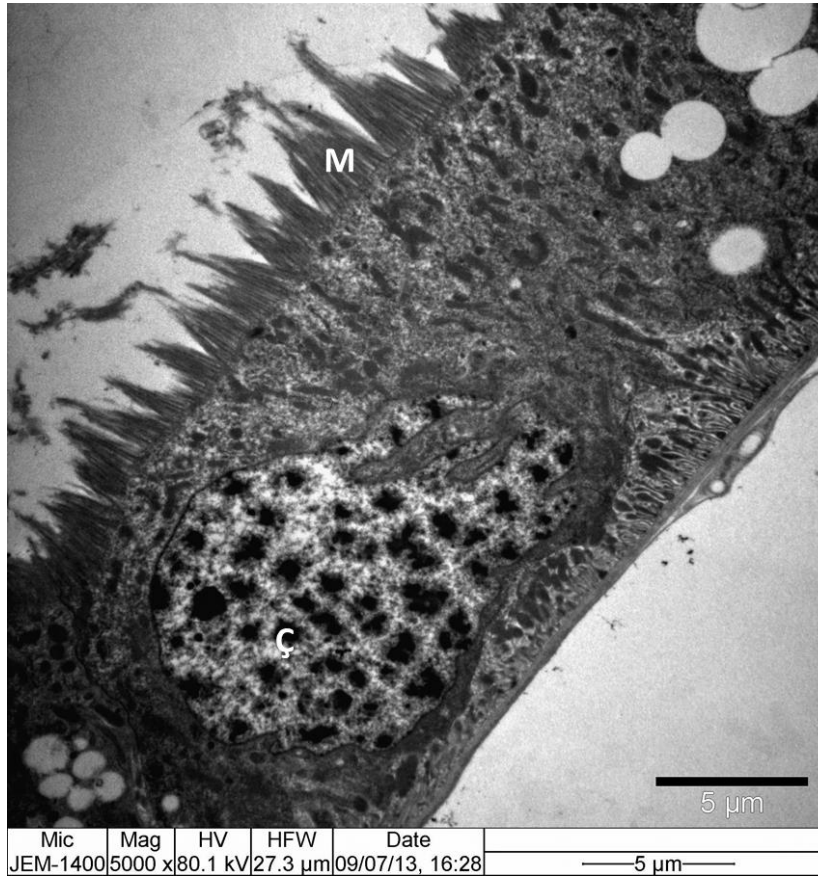
Resim 4.93. Malpighi tüpü (Yarı ince kesit)



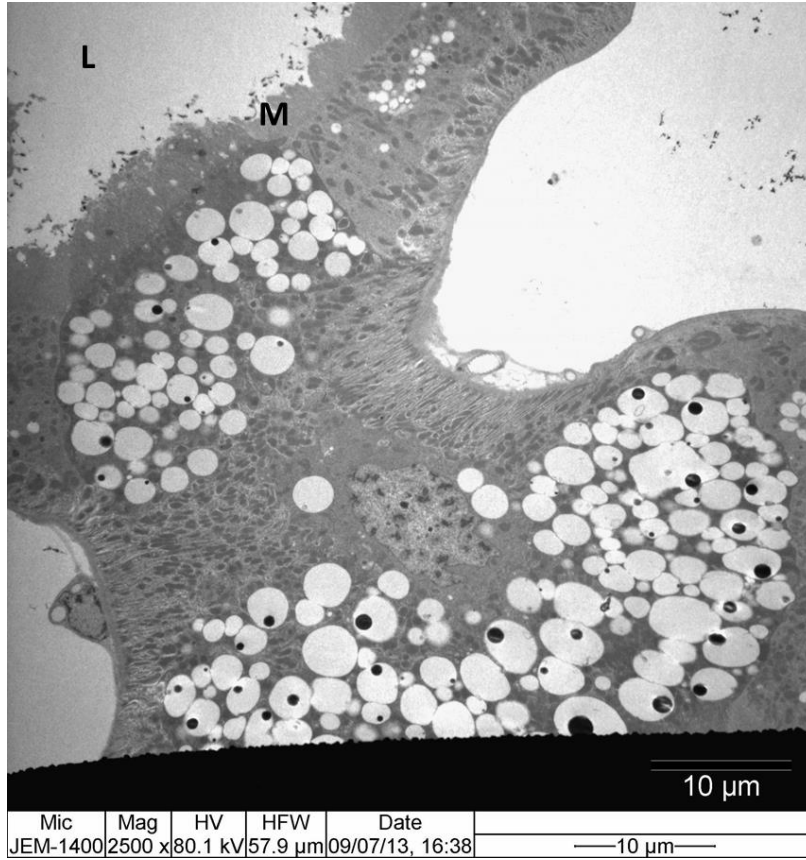
Resim 4.94. Malpighi tüpü kübik hücreleri (Enine Kesit; HE ve Mallory 3'lü Boyama)



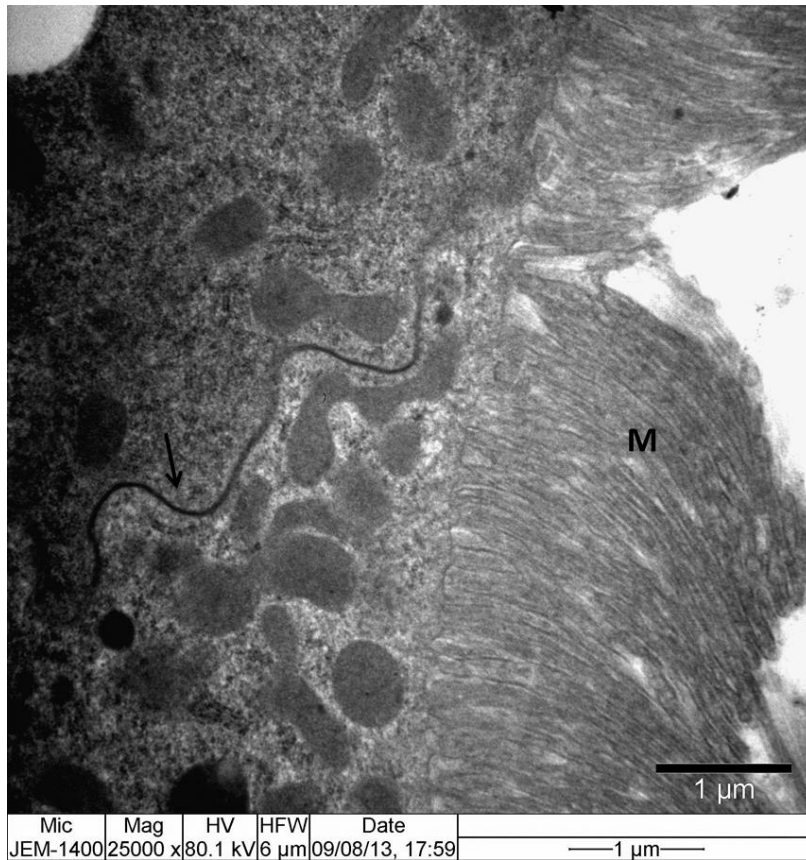
Resim 4.95. Malpighi tüpü kübik hücrelerdeki çekirdek (Ç) ve mikrovillus (M)-TEM



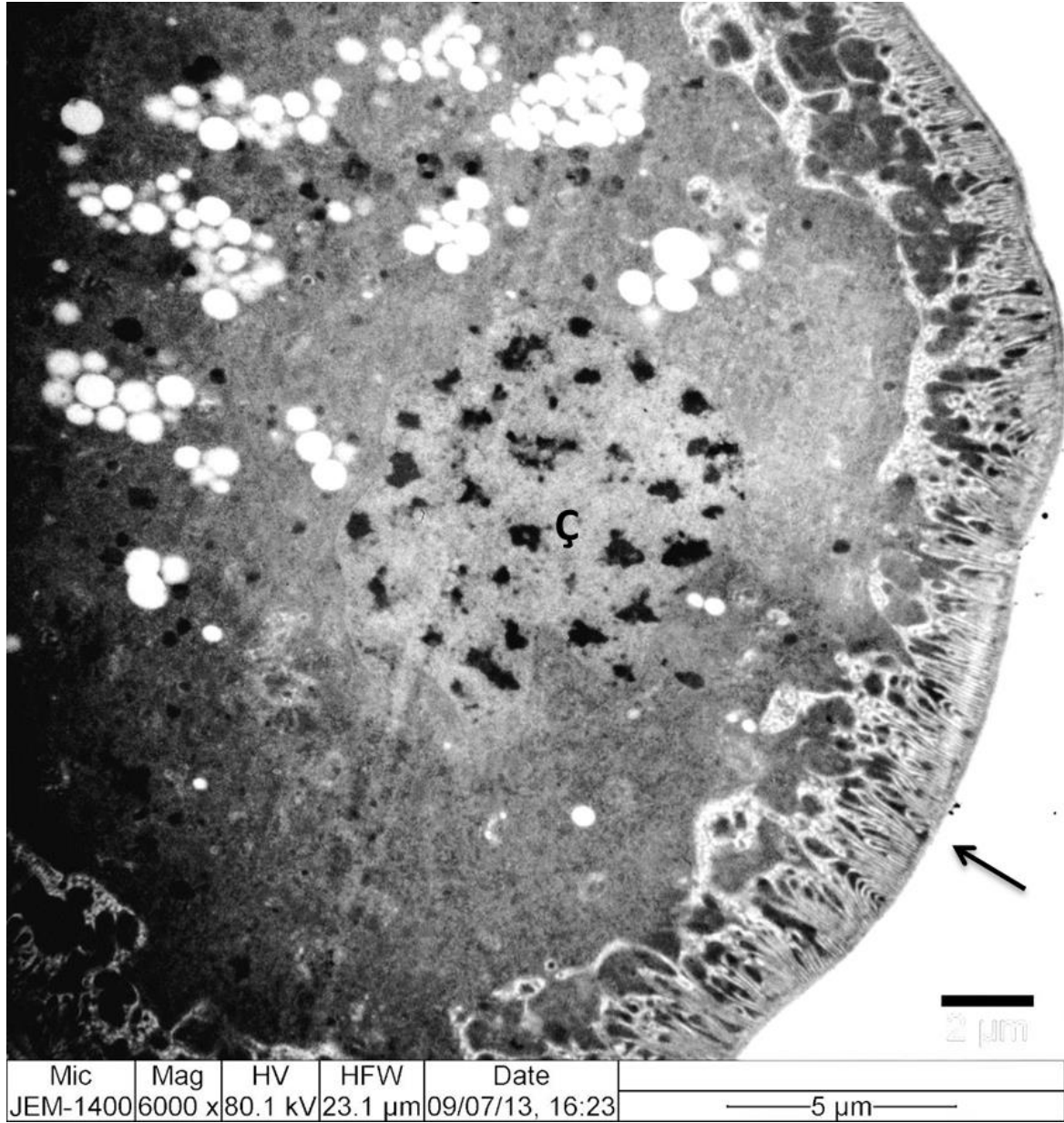
Resim 4.96. Malpighi tüpünde mikrovilluslar (M) (Ç.Çekirdek)-TEM



Resim 4.97. Malpighi tüpü hücre sitoplazmasında salgı granülleri, mikrovillus ve lümen-TEM



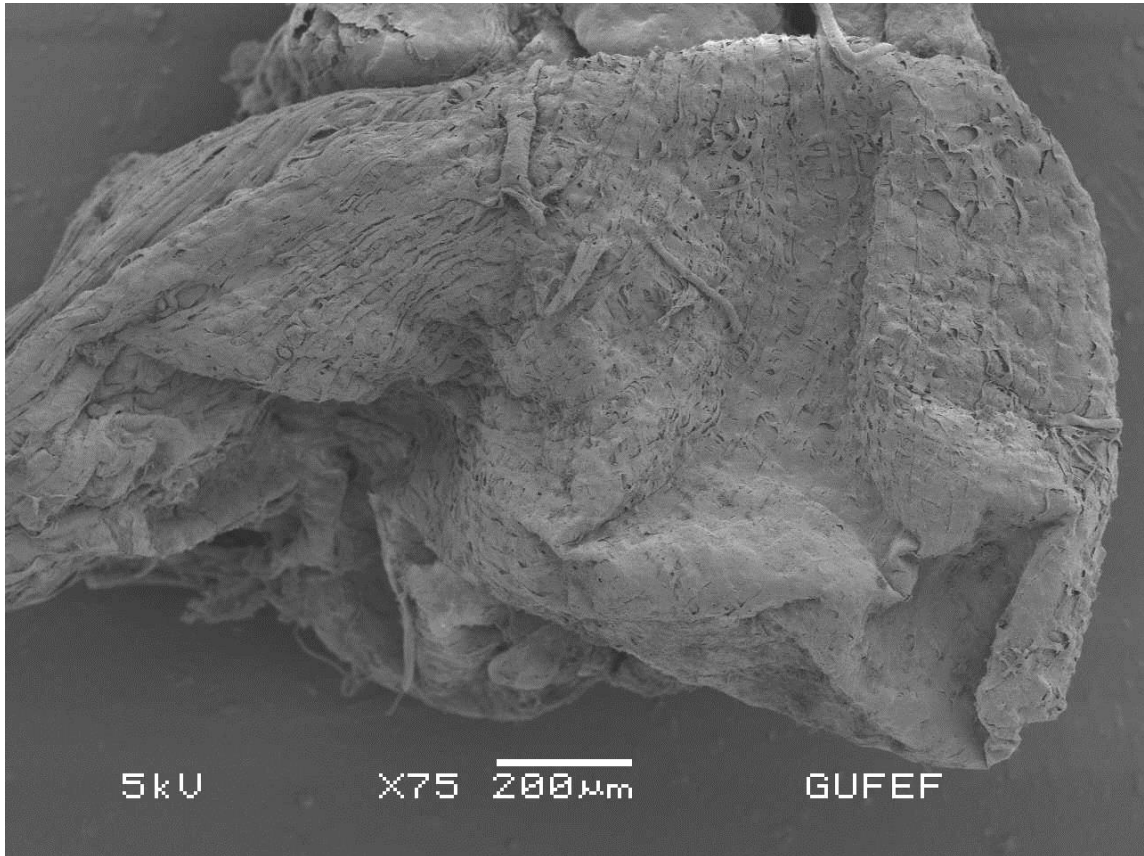
Resim 4.98. Malpighi tüpü lateral zar katlanmaları (ok) ve mikrovillus (M)-TEM



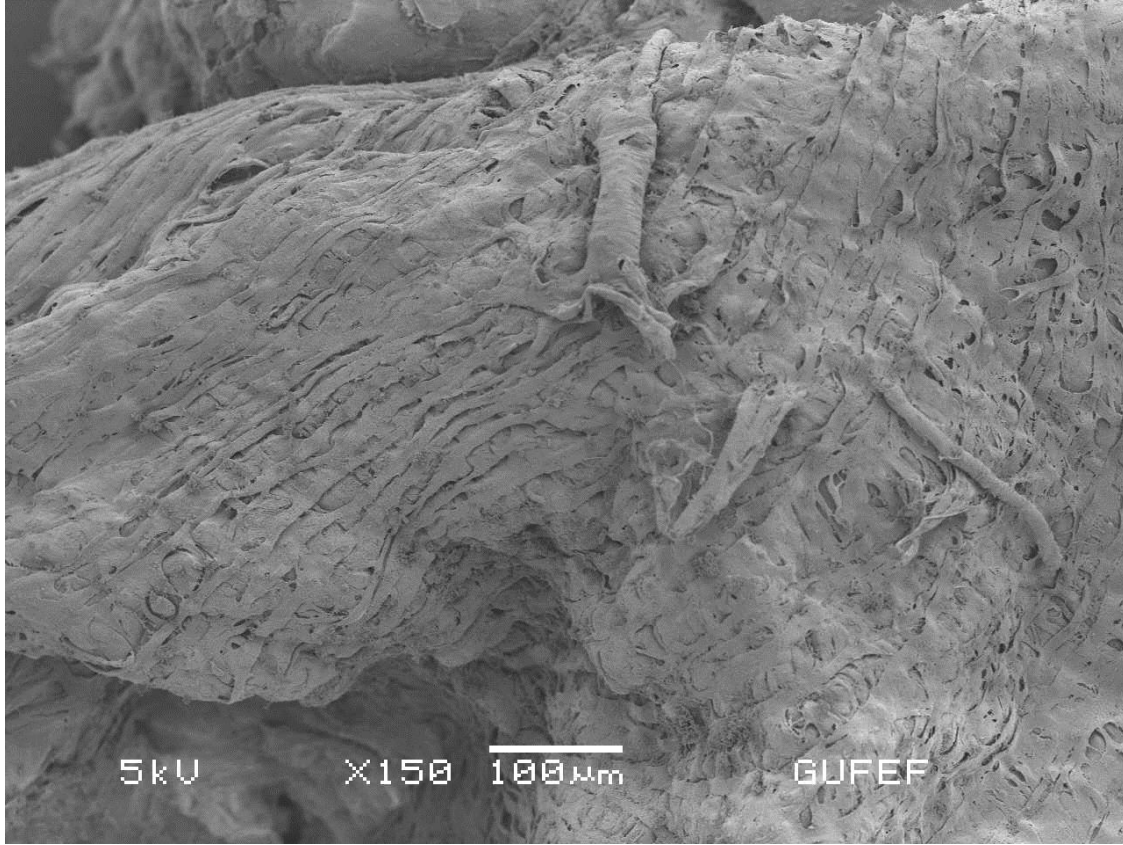
Resim 4.99. Malpighi tüpü hücrelerinin bazal zar katlanmaları (ok) (Ç.Çekirdek) -TEM

4.3.4. Rektum

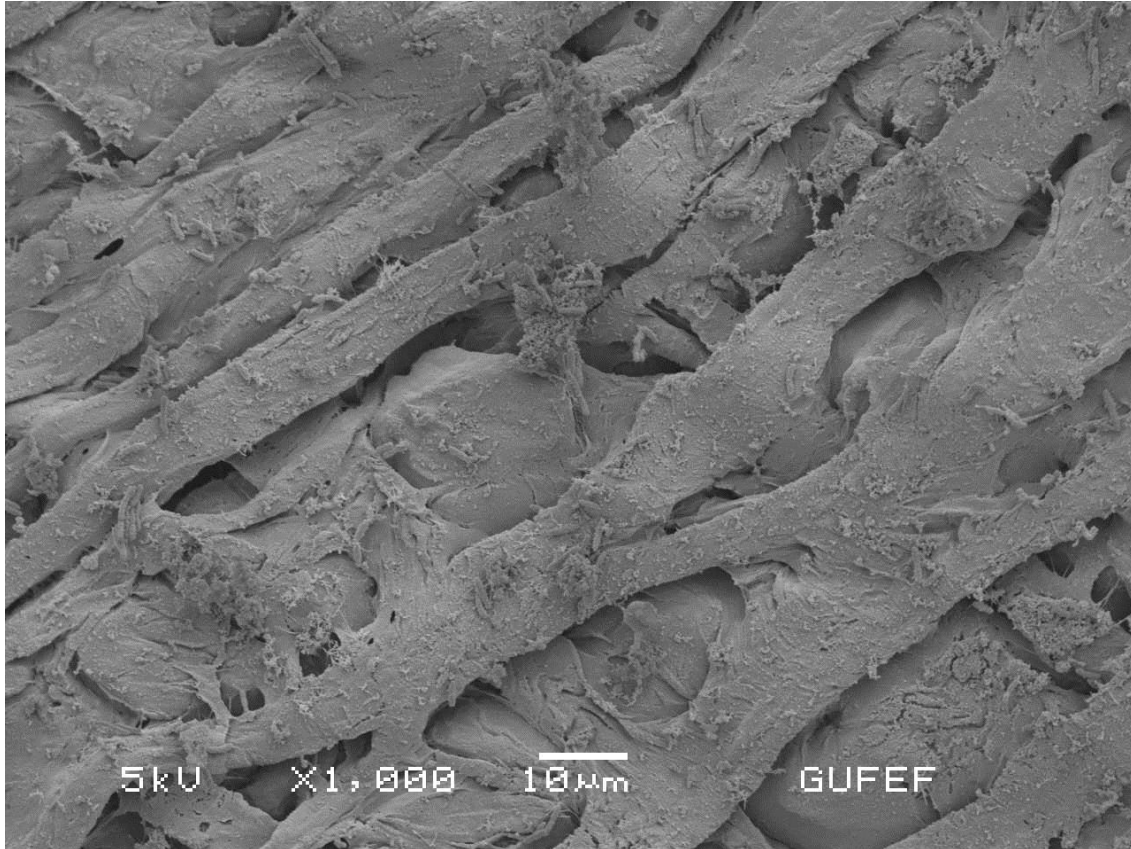
Arka bağırsağın son bölgesi rektumdur (Resim 4.100). Rektumun yüzeyi trake ve kaslarla çevrilmiştir (Resim 4.101, 4.102). Hücre duvarı kübik-silindirik epitelden meydana gelir. Hücrelerin lümen bakan kısımlarında mikrovillüsler yerine yoğun katlanmalar görülür (Resim 4.103, 4.104).



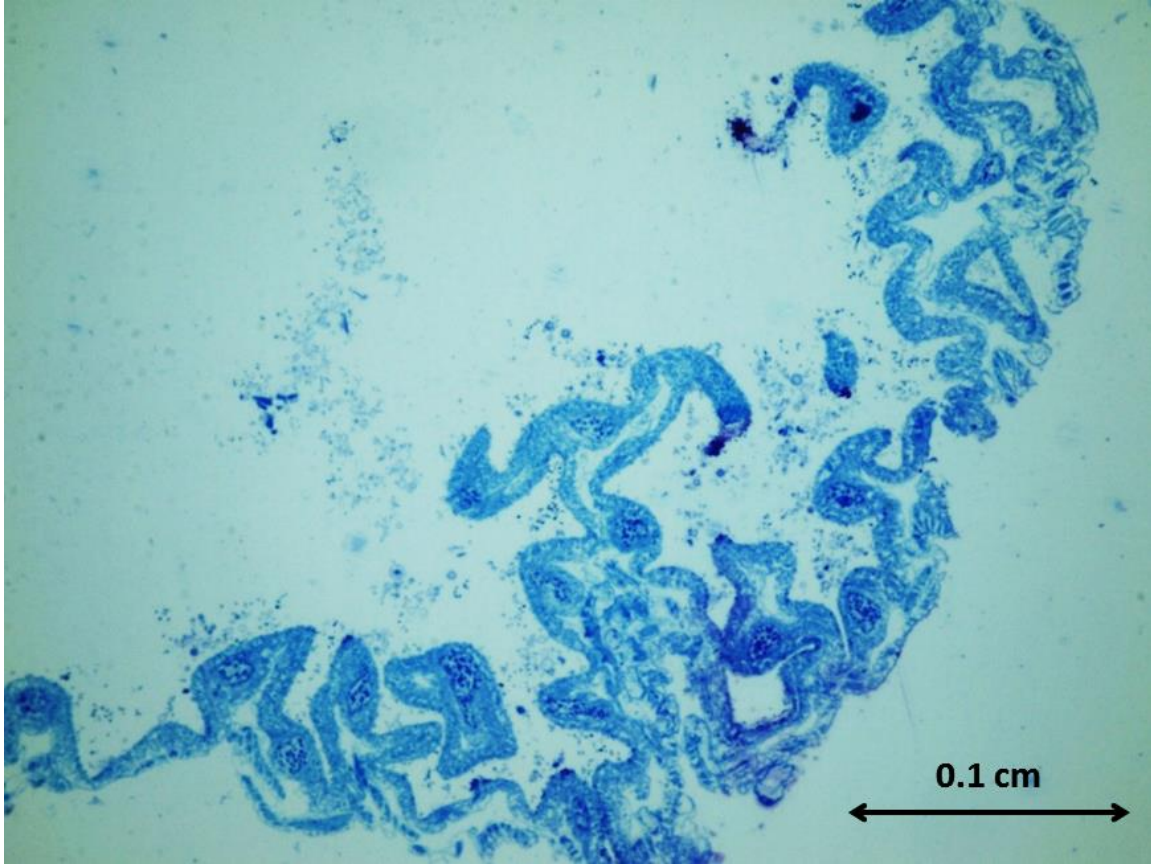
Resim 4.100. Rektumun genel görünümü-SEM



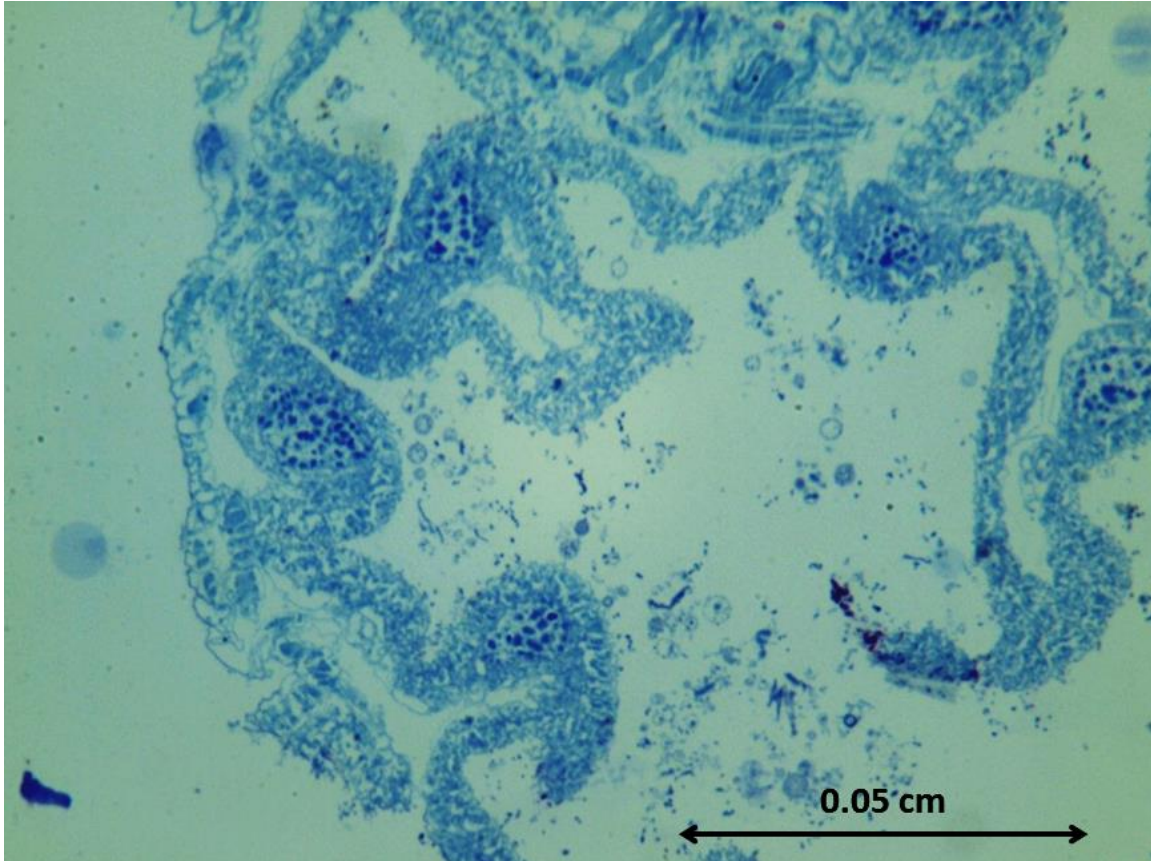
Resim 4.101. Rektumun yüzey görünümü-SEM



Resim 4.102. Rektumun kaslarla çevrili yüzey görünümü -SEM



Resim 4.103. Rektum kübik-silindirik hücre yapıları (Yarı ince kesit)



Resim 4.104. Rektum hücrelerinde katlanma (Yarı ince kesit)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Böceklerdeki sindirim sistemi genel olarak üç kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar ön bağırsak, orta bağırsak ve arka bağırsaktır. Bu üç kısmında farklı bölümlerden oluşmaktadır. Sindirim sistemlerindeki morfolojik ve fizyolojik farklılıklar beslenme ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Katı besinlerle beslenen böcekler geniş, düz, aşınmaya karşı koruyan güçlü kaslarla donatılmış kısa bir bağırsağa sahiptir. Bu yapılar bitki ile beslenen böceklerde, özellikle besinlerini hızlı tüketen ve katı besinlerle beslenenlerde çok belirgindir. Kan, bitki özü veya nektarı gibi sıvı besinlerle beslenen böceklerde, bağırsak genellikle sıvı besinle maksimum teması sağlayacak şekilde uzun, dar ve kıvrılmış yapıdadır. Sıvı ile beslenen böceklerde bağırsağın aşınmadan korunmasına gerek yoktur. Sıvı ile beslenen böceklerde en belirgin bağırsak özelleşmesi Hemipterlerde görülür. Bu özelleşmede sindirim öncesinde besin maddelerini koyulaştırmak için fazla suyu uzaklaştıran bir mekanizma bulunur. Beslenme bakımından, bitkilerin yaprak ve gövdelerinin besin düzeylerinin düşük olmasından dolayı bitki ile beslenen böceklerin büyük bir çoğunluğunun çok fazla miktarda besini işlemesi gerekmektedir. Bu böceklerin bağırsakları genellikle kısadır ve besinlerin depo edileceği bir alan bulunmaz, çünkü besin sürekli olarak alınmaktadır. Diğer taraftan bir hayvansal doku bitki dokusuna göre, en azından avcılar için, besin içeriği bakımından daha zengin ve iyi dengelenmiştir. Bununla birlikte, besin sadece aralıklı olarak elde edilir ve bağırsak normalde geniş bir depolama kapasitesine sahiptir (Harris, 1938; Fontanetti ve diğerleri, 2002; Silva ve diğerleri, 2004; Coronado-Gonzalez ve diğerleri, 2008; Nardi ve diğerleri, 2009; Gullan ve Cranstons, 2012). Bizim çalıştığımız *Carpocoris pudicus* da ağız tipi bitki öz suyu ile beslendiği için delici emici ağız tipi şeklinde görülmektedir.

Ön bağırsağa bağlantılı olan tükürük bezi ile ilgili yapılan çalışmalarda tükürük bezinin şekli ve sayısında türlere göre farklılıklar gözlenmiştir. Cecil (1930), *Philaenus leucophthalmus* (Homoptera, Cercopidae)'un sindirim kanalına bağlı iki çift tükürük bezinin olduğunu belirtmiştir. Hamner (1936), *Solubea pugnax* (Heteroptera, Pentatomidae)'in sindirim kanalına bağlı bir çift tükürük bezini ince ve uzun olduğunu ifade etmiştir. Eberhard ve Krenn (2003), yetişkin Nymphalidae (Lepidoptera) da tükürük bezinin bir çift tüp şeklinde abdomenin içine kadar uzandığını ve epitelin tek tabakalı hücrelerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Tükürük bezinin anatomik ve histolojik yapısını

beş farklı bölgeye ayırmışlardır. Tükürük bezinin anatomisi ve histolojik yapısı diğer Lepidoptera türleriyle benzerlik gösterdiğini görmüşlerdir.

Boonsriwong ve diğerleri (2007), *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nın tükürük bezi epitel hücrelerinin geniş çekirdeklere sahip, koni biçimindeki hücrelerden oluştuğunu görmüşlerdir. Amutkan (2012), *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae)'un sindirim sistemine iki çift tükürük bezinin bağlı olduğunu ve her bir tükürük bezinin de iki bölgeden meydana geldiğini ifade etmiştir. Ön bağırsağa yakın olan posterior bölgenin tek bir lobtan meydana geldiğini, anterior bölgenin ise tek bir kanal içerisinde dallanmış, birbiriyle bağlantılı kanallardan oluştuğunu, ucunda çok sayıda parmak benzeri çıkıntıları bulunan el şeklinde bir yapı olduğunu belirtmiştir. Çetin (2014), *Dolycoris baccarum* (Heteroptera: Pentatomidae)'un sindirim sistemine bir çift tükürük bezinin ve bir çift yardımcı tükürük bezinin bağlandığını ifade etmiştir. Tükürük bezinin posterior kısmının parmak benzeri çıkıntılar şeklinde tanımlamıştır. Bu çalışmada incelenen *Carpocoris pudicus* da tükürük bezi diğer Heteroptera türlerine benzer olarak bir çift bulunmaktadır. Ancak tükürük bezinin yapısında farklılıklar bulunmaktadır. *C. pudicus*'un tükürük bezinin anterior kısmında *Solubea pugnax* (Hamner, 1936), *Graphosoma lineatum* (Amutkan, 2012) ve *Dolycoris baccarum* (Çetin, 2014) daki gibi parmak benzeri çıkıntılar yoktur, posterior bölgenin devamı olarak tek bir yapı şeklinde devam etmektedir. Posterior bölge ise *S. pugnax*'da boru şeklinde ve *G. lineatum*'da kısa şişkin yapıdayken *C. pudicus*'da kısa ve anterior bölgeye göre geniş yapıdadır. *C. pudicus*'da *D. baccarum* da olduğu gibi bir çift yardımcı tükürük bezi bulunmaktadır.

Ön bağırsağın kısımlarından proventrikulus ile ilgili değişik böceklerde yapılan çalışmalara rastlanmaktadır. Roche ve Wheeler (1997), *Zacryptocerus rohweri* (Hymenoptera: Formicidae)'nin proventrikulus yapısının yoğun sert ve küçük dikenlerle kaplı olduğunu görmüşlerdir. Fontanetti ve diğerleri (2002), Endecous (Orthoptera: Gryllidae: Phalangopsinae) cinsinin *E. cavernicolus*, *E. betariensis* ve *E. itatibensis* türlerinde katı beslenme özelliğine bağlı olarak proventriculusun morfolojik özelliğinin genel olarak benzer olduğunu ancak diş adı verilen yapıların sayısında farklılık olduğunu belirtmişlerdir. Çakıcı (2008), *Melanogryllus desertus* (Orthoptera: Gryllidae)'un sindirim sisteminde proventriculusun diş benzeri yapılara sahip olduğunu belirtmiştir. Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)'nın proventrikulus da sekiz tane diş benzeri yapı görmüşlerdir. Amutkan (2012), *Graphosoma*

lineatum (Heteroptera: Pentatomidae)'un proventriculus yapısında dış çıkıntılar olmadığını, apikal bölgenin lümen doğru çıkıntılar yaptığını ifade etmiştir. Çetin (2014), *Dolycoris baccarum* (Heteroptera: Pentatomidae)'un proventikulus yapısının girinti çıkıntılı olduğunu ifade etmiş kitin benzeri çıkıntılardan söz etmemiştir. Orthoptera, Hymenoptera ve Coleoptera'nın katı besinlerle beslenen türlerinde besinin parçalandığı yer proventriculus olduğundan yapı dış benzeri kitin çıkıntılardan oluşmaktadır. Sonuç olarak Heteroptera türlerinden *Carpocoris pudicus* da *Graphosoma lineatum* (Amutkan, 2012) ve *Dolycoris baccarum* (Çetin, 2014) da olduğu gibi bitkilerin öz sıvılarıyla beslendiğinden, dış benzeri kitin çıkıntılar bulunmamakta ve proventrikulusdaki epitel hücreleri lümene doğru çıkıntı yapmaktadır. Proventrikulus ile ilgili yapılmış bu çalışmalar sonucunda yapının katı ve sıvı beslenmeye bağlı olarak değiştiği görülmektedir.

Ön bağırsağın kısımlarından mide ile ilgili değişik böceklerde yapılan çalışmalara rastlanmaktadır. Hamner (1936), *Solubea pugnax* (Heteroptera, Pentatomidae)'da mideyi ince bir boru olarak görmüştür. Bursalı (1996), *Pezodrymedusa lata* Karabağ (Orthoptera: Tettigoniidae)'nın mide ve kursak kısımlarında diken benzeri yapılar olduğunu ancak midede kursaktakinden farklı olarak daha uzun ve sık dikenlerin yer aldığını tespit etmiştir. Amutkan (2012), *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae)'un mide iç yüzey yapısının girintili olduğunu belirtmiştir. *C. pudicus* ile yapılan çalışmada *Solubea pugnax* (Hamner, 1936) ve *Graphosoma lineatum* (Amutkan, 2012) da olduğu gibi mide ince bir boru şeklinde görülmüştür. *Pezodrymedusa lata* Karabağ [Bursalı (1996)] da olduğu gibi katı beslenme görülmediğinden mide de diken benzeri çıkıntılar gözlenmemiştir. *C. pudicus*'da midenin iç yüzeyindeki girinti çıkıntı proventriculusa göre daha azdır. Proventrikulusta tek tabakalı hücrelerin apikale doğru yapmış olduğu yükselmeler midede görülmemektedir.

Böceklerde katı beslenmeye bağlı olarak, sindirim sisteminin kısımlarına zarar görmemesi ve besinlerin geçişinin kolaylaştırılması amacıyla midenin son kısmından peritrofik membran yapısı salgılanmaktadır. Lehan (1997), peritrofik zarın böceklerde orta bağırsak epitelinden besinleri ayıran yapı olduğunu söylemiştir. Peritrofik zar yapısının orta bağırsak epitelini mekanik hasarlardan, patojenlerden ve toksinlerden koruyabileceğini ifade etmiştir. Peritrofik zarın yarı geçirgen bir yapıda olduğunu ve orta bağırsak lümenindeki sindirilmiş moleküllerin geçişini sağladığını belirtmiştir. *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) ile ilgili araştırma yapan Lee ve diğerleri (1998) peritrofik

membranın midenin son kısmından salgılandığını ve mikrovilluslardan şekillendiğini ifade etmişlerdir. Boonsriwong ve diğerleri (2007) da *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nın olgun üçüncü dönem larvasında peritrofik membranın midgut lümeni içerisinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Midgut epitelinin dört-beş katlı çok sayıda salgı granülleri içeren kübik hücrelerden oluştuğunu, mikrovillus yapılarını gözlemlemişlerdir. Sıvı besinlerle beslenen *Carpocoris pudicus* ile yapılan çalışmada peritrofik membran yapısı gözlenmemiştir.

Sindirim işlevinin yapıldığı yer olan orta bağırsak kanalı ile ilgili Cecil (1930), *Philaenus leucophthalmus* (Homoptera, Cercopidae)'da midgutı çevreleyen kütikül tabakanın olmadığını, epitel hücrelerinin şekil ve boyut olarak farklı olan kübik ve silindirik hücrelerden oluştuğunu tespit etmiştir. Hood (1937)'un *Oncopeltus fasciatus* (Heteroptera: Lygaeidae) ile yaptığı çalışmada orta bağırsak kanalındaki epitel hücre tabakasının sindirim kanalının tamamına göre daha ince olduğunu tespit etmiştir. Tsai ve Perrier (1993), *Peregrinus maidis* (Homoptera: Delphacidae)'in orta bağırsak yapısının düzgün tüp biçiminde olduğunu ifade etmişlerdir. Marana ve diğerleri (1997), *Abracris flavolineata* (Orthoptera: Acrididae)'da orta bağırsak yapısının anterior ve posterior bölgesinde bulunan altı adet çekumdan ve bir ventrikülden oluştuğunu belirtmişlerdir.

Andrade-Coêlho ve diğerleri (2001), dişi *Lutzomyia intermedia* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae)'nın midgut epitelinin özelliklerini çalışmışlardır. Midgut epitel tabakası silindirik hücrelerden oluştuğunu ve altında bazal laminada bulunan dışta halkasal ve boyuna kas tabakalarından meydana geldiğini gözlemişlerdir. Çakıcı (2008), *Melanogryllus desertus* (Orthoptera: Gryllidae)'un orta bağırsak epiteli basit silindirik tipte olduğunu ve iki büyük gastrik çekumun orta bağırsağa bağlandığını görmüştür. Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)'nın midgutı çevreleyen epitel hücrelerinin tek katmanlı olduğunu ve içerisindeki besinin peritrofik membran ile çevrili olduğunu belirtmişlerdir. Xie ve diğerleri (2011), yetişkin dişi *Ceroplastes japonicus* (Hemiptera: Coccidae)'da ilmek şeklindeki orta bağırsağın dar olduğunu ve ön bağırsağın daha uzun olduğunu ve iç duvarının kalın epitel tabaka ile kaplı olduğunu belirtmiştir. Amutkan (2012), *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae)'da orta bağırsak kanalı uzun bir tüp şeklinde olduğunu belirtmiştir. Daha önce çalışılmış böceklerin orta bağırsak kanal yapısı ile *C. pudicus*'daki benzerlik göstermektedir. *C. pudicus*'da da orta bağırsak kanalı uzun bir tüp şeklinde ve tek tabakalı

silindirik hücrelerden meydana gelmiştir. Epitel tabakanın altında bazal laminada bulunan dışta halkasal ve boyuna kas tabakalarından meydana geldiğini görmüştür.

Orta bağırsak kanalında rejeneratif hücrelerle ilgili de çok sayıda araştırma yapılmıştır. Raes ve diğerleri (1994b), yetişkin *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)'nın midgut rejeneratif hücrelerinin kök hücrelerden ve farklılaşan hücrelerden meydana geldiğini görmüşlerdir. Hücrelerin ilk başta salgı aktivitesi olmadığını ve açık renkte görüldüğünü, salgı aktivitesine sahip olan hücrelerin ise elektron yoğunluğuna bağlı olarak hücrenin renginde koyulaşma olduğunu tespit etmişlerdir.

Rost (2006a), ilkel kanatsız böcek olan *Zygentoma* grubundan *Thermobia domestica* (Thysanura: Lepismatidae)'da bozulan (dejenere) hücrelerin yenileyici (rejeneratif) hücreler tarafından sürekli olarak yenilendiğini gözlemiştir. *Zygentoma* grubundan olan *Lepisma saccharina* (Thysanura: Lepismatidae)'da ise zarar görmüş orta bağırsak epitelinin tamamen kaldırıldığını ve birçok yenileyici (rejeneratif) hücrenin aynı anda yeni epitelin oluşmasında görev aldığını gözlemiştir. Rejeneratif hücrelerin tüm rejeneratif mekanizmalardan sorumlu olduğunu ve orta bağırsak epitelinde primordial (ilkel) hücre rolünü de yerine getirdiğini belirtmiştir. Rost (2006b), *Podura aquatica* (Insecta, Collembola, Arthropleona)'nın orta bağırsak epitelinin, epitel ve yenileyici hücreler tarafından oluşturulduğunu tespit etmiştir. Orta bağırsak epitelinin tümünün bozulmasından sonra yenileyici hücreler tarafından yeni epitelin oluşturulduğunu gözlemiştir. Yeniden epitelin oluşturulması sırasında dejenere epitelin yavaş yavaş yeni oluşturulan bazal laminadan ayrıldığını ve ayrılan epitelde orta bağırsak lümenine taşındığını belirtmiştir. Yenileyici hücrelerin primordiyal hücreler gibi epitelin yenilenmesinde görev aldığını söylemiştir.

Rost-Roszkowska ve diğerleri (2007), birinci larva evresindeki *Allacma fusca* (Insecta, Collembola, Symphypleona)'nın orta bağırsak epitelinin tam gelişmiş olduğunu ve orta bağırsak lümenini çevreleyen epitelin yassı hücrelerinden oluştuğunu gözlemişlerdir. Yumurtadan yeni çıkan larvanın hemen beslenmeye başladığını ve orta bağırsak lümeninin besinle dolduğunu belirtmişlerdir. Sindirim, boşaltım ve emme kapasitesine sahip hücrelerin tamamen ilk larva aşamasında oluştuğunu tespit etmişlerdir. Rost-Roszkowska (2008), *Allacma fusca* (Insecta, Collembola, Symphypleona)'da orta bağırsak epitel hücrelerindeki apoptotik ve nekrotik değişiklikleri açıklamıştır.

Rost-Roszkowska ve diğerleri (2010a), *Filientomon takanawanum* (Protura)'un midgut epitel hücrelerini araştırmışlar ve tek tük, dağınık rejeneratif hücrelerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Rost-Roszkowska ve diğerleri (2010b), iki Archaeognatha türünde *Lepismachilis notata* ve *Machilis hrabei*'da orta bağırsak epitelinin rejeneratif hücrelerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Rejeneratif hücrelerin orta bağırsaktaki kök hücrelerin rolünü yerine getirdiğini söylemişlerdir. Rost-Roszkowska ve diğerleri (2010c), *Epilachna cf. nylander* (Mulsant 1850) (Insecta, Coleoptera, Coccinellidae) yetişkin bireylerinin orta bağırsaktaki tüm dejenere epitel hücrelerin, rejeneratif hücreler tarafından yeni farklılaşmış hücrelere değiştirildiğini tespit etmişlerdir.

Amutkan (2012), *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae)'da orta bağırsağın posterior bölgesinde bulunan bulb yapısını kısa genişlemiş bir bölge olarak tanımlamıştır. Bu bölgenin alınan besinlerdeki fazla suyun arka bağırsağa geçmeden önce emilmesine yardımcı olduğunu ifade etmiştir. Epitel hücreler, kübik ve yassı hücrelerden meydana geldiğini belirtmiştir. *C. pudicus*'la yapılan çalışma sonucunda bulb yapısının *Graphosoma lineatum*'a benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Arka bağırsağın kısımlarından olan ileum *Solubea pugnax* (Heteroptera, Pentatomidae)'da rektumun anterior ucunda küçük torba benzeri bir yapı olarak tespit etmiştir (Hamner, 1936). Boonsriwong ve diğerleri (2007), *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'da ileumun çevresini saran çok yoğun kas lifleri ile büyük oval çekirdeklere sahip tek tabakalı kübik epitel hücrelerinin oluşturduğu yapı olarak ifade etmişlerdir. *C. pudicus*'da ileum yapısı bulb ile rektum arasında bulunmaktadır. İleuma, gastrik çekum ve Malpighi tüplerinin kanalları bağlanmaktadır. İleum hücreleri oval ve çok çekirdekli silindirik hücrelerdir.

Arka bağırsağın ileum bölgesine bağlanan gastrik çekumla ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Glasgow (1914), Heteroptera daki gastrik çekum yapısı ve çekumda bulunan bakterilerle ilgili çalışmıştır ve çekumun daima ergin böceklerde bakterilerle dolu bir yer olduğunu belirtmiştir. Jones ve Zeve (1968), *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larvasının gastrik çekumun içte boyuna ve dışta halkasal kaslara sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ferreira ve diğerleri (1981), *Rhynchosciara americana* (Diptera: Sciaridae)'nın larvasında iki gastrik çekuma sahip silindirik bir ventrikülden meydana

geldiğini görmüşlerdir. Hücrelerde bazal plazma membranında katlanmalar ve çok sayıda mitokondri tespit etmişlerdir. Kikuchi ve diğerleri (2005), *Riptortus clavatus* ve *Leptocoris chinensis* (Heteroptera: Alydidae)'in gastrik çekum lümenin bulunan simbiyotik bakterilerini, tek morfotipteki çubuksu bakterilerle dolu olduğunu tespit etmişlerdir. Hirose ve diğerleri (2006), *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae)'nın bağırsaklarında bulunan bakterilerin varlığını farklı pH değerlerinin etkilemediğini de tespit etmişlerdir. Çetin (2014), *Dolycoris baccarum* (Heteroptera: Pentatomidae) da gastrik çekumdaki keselerin içinin bakterilerle dolu olduğunu belirtmiştir. Yapılan tüm çalışmalar karşılaştırıldığında gastrik çekum sayısının türlere göre değişebileceği görülmüştür. *C. pudicus*'da gastrik çekum dört kanaldan meydana gelir. Gastrik çekumun kanalları tek tabakalı epitelle astarlı yassı keseler şeklide görülür ve bu keselerin içleri sindirime yardımcı olan bakterilerle doludur.

Arka bağırsağın ileum bölgesine bağlanan Malpighi tüpleri ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Cecil (1930), *Philaenus leucophthalmus* (Homoptera, Cercopidae)'un sindirim kanalına iki çift Malpighi tüpünün bağlandığını ve tek katlı kübik epitelden oluştuğunu belirtmiştir. Hamner (1936), *Solubea pugnax* (Heteroptera, Pentatomidae)'in sindirim kanalına oldukça büyük olan bir çift Malpighi tüpünü ileumun her iki tarafına bağlanmış olarak görmüştür. Hood (1937), *Oncopeltus fasciatus* (Heteroptera: Lygaeidae)'un sindirim kanalına bağlı iki çift Malpighi tüpünün çıktığını gözlemiştir. Bursalı (1996), *Pezodrymedusa lata* Karabağ (Orthoptera: Tettigoniidae)'nın Malpighi tüpleri altı adet olduğunu ve kolon ve rektumun birleştiği yerden sindirim kanalına açıldığını belirtmiştir. Bu bölgede daha ince bir epitel ve kas tabakası görmüştür.

Levy ve diğerleri (2004b), *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae)'in Malpighi tübüllerinin distal uçlarından rektum duvarını aştığını ve Lepidoptera larvaları için tipik cryptonephric boşaltım sistemini meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

Boonsriwong ve diğerleri (2007), *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nın olgun üçüncü dönem larvasında Malpighi tüplerinin kübik hücrelerden meydana geldiğini ve iki tane olduğunu gözlemlemişlerdir. Rubio ve diğerleri (2008), *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)'nın arka bağırsağa altı adet Malpighi tüpü bağlandığını belirtmişlerdir. Xie ve diğerleri (2011), yetişkin dişi *Ceroplastes japonicus* (Hemiptera: Coccidae)'un Malpighi tüplerinin üzerlerinde por bulunduğunu ve

kahverengimsi-sarı renkte olduğunu açıklamışlardır. Tübüllerin iç ve dış yüzeyi üzerinde çok sayıda yaklaşık bir mikron çapında küresel kristallerin dağıldığını ifade etmişlerdir.

Yapılan tüm çalışmalar karşılaştırıldığında Malpighi tüplerinin sayısının türlere göre değişebileceği görülmüştür. *C. pudicus*'da ampulla yapısına bağlı iki çift Malpighi tüpü bulunmaktadır. Malpighi tüpleri boğumlu bir yapı gösterir ve ucu kapalı bir şekilde sonlanır. Hücreleri tek katlı kübik epitelden oluşur. Hücrelerin lümen bakan kısımları uzun mikrovilluslarla çevrilidir. Malpighi hücrelerinin içi, irili ufaklı ürat kristalleriyle dolu olduğu görülmektedir.

Arka bağırsağın rektum bölgesi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Hamner (1936), *Solubea pugnax* (Heteroptera, Pentatomidae)'in sindirim kanalında rektumun zarsı geniş bir organ olduğunu ve anüse doğru daraldığını ifade etmiştir. Çakıcı (2008), *Melanogryllus desertus* (Orthoptera: Gryllidae)'un rektumunda epitel tabakası basit silindirik yapıda olduğunu tespit etmiştir. Santos ve diğerleri (2009), *Melipona quadrifasciata anthidioides* ve *M. scutellaris*'de rektal papillanın tuzun ve suyun emilmesinde görevli olduğunu tespit etmişlerdir. Pupalardaki gelişim boyunca, nekrotik ve apoptotik hücre ölümleri, tüm rektum hücre sayısının çoğalması ve farklılaşmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir. *C. pudicus*'da rektumun hücre duvarı kübik-silindirik epitelden meydana gelir. Hücrelerin lümen bakan kısımlarında mikrovilluslar yerine yoğun katlanmalar görülür. Rektumun yüzeyi ise trake ve kaslarla çevrilmiştir. *C. pudicus*'da rektal papillalar görülmemiştir. Rektal papillalar genellikle Orthoptera, Coleoptera gibi ağız yapısı çiğneyici olan gruplarda görülmektedir. Bu nedenle rektal papillalar son emilimle atık ürünün katılaşmasına neden olur.

Carpocoris pudicus ile ilgili yapılan bu çalışma sonucunda sindirim kanalının genel olarak Heteroptera türleriyle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak sindirim kanalının ince yapısı ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Böceklerin sindirim sistemiyle ilgili yapısal ve morfolojik benzerliklerden dolayı bu çalışma ileride yapılacak diğer çalışmaların aydınlatılmasında önemli bir yer tutmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aktümsek, A., Ünsal, S. ve Kalyoncu, L. (2009). Genel Zooloji. *Nobel yayın dağıtım*, Ankara, 154-163.
- Amutkan, D. (2012). *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae)'un Sindirim Kanalının Ultrastruktürü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 33-90.
- Andrade-Coêlho, C.A., Santos-Mallet, J., Souza, N.A., Lins, U., Meirelles, M.N.L. ve Rangel, E.F. (2001). Ultrastructural features of the midgut epithelium of females *Lutzomyia intermedia* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96(8), 1141-1151.
- Azevedo, D.O., Neves, C.A., Mallet, J.R., Gonçalves, T.C., Zanuncio, J.C. ve 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. ve Allahyari, M. (2010). Gut PH, and isolation and characterization of digestive α -D-Glucosidase of sunn pest. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12(3), 265-274.
- Boonsriwong, W., Sukontason, K., Olson, J.K., Vogtsberger, R.C., Chaithong, U., Kuntalue, B., Ngern-Klun, R., Upakut, S. ve 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.
- Borkovec, A.B. (1966). Insect Chemosterilants. Advances in pest control resarch VII. Insect chemosterilants. *Jhon Wiley and Sons Inc.*, Newyork, 131-143.
- Brown, M.R., Raikhel, A.S. ve Lea, A.O. (1985). Ultrastructure of midgut endocrine cells in the adult mosquito, *Aedes aegypti*. *Tissue and Cell*, 17(5), 709-721.
- Bursalı, A. (1996). *Pezodrymedusa lata* Karabağ (Orthoptera: Tettigoniidae)'nın sindirim kanalının histolojik ve histokimyasal yapısının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 1-28.
- Bution, M.L. ve Caetano, F.H. (2008). Ileum of the Cephalotes ants: a specialized structure to harbor symbionts microorganisms. *Micron*, 39(7), 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). The Reproductive System. The insects structure and function, 4th. ed., *Cambridge University Press*, Cambridge, 319-377.

- Coast, G.M., Nachman, R.J. ve Lopez, J. (2011). The control of Malpighian tubule secretion in a predacious hemipteran insect, the spined soldier bug *Podisus maculiventris* (Heteroptera, Pentatomidae). *Peptides*, 32(3), 493-499.
- Collier, C.W. ve Downey, J.E. (1965). Laboratory evaluation of certain chemosterilants againsts the gypsy moth. *J. Econ. Ent.*, 58, 649-651.
- Coronado-Gonzalez, P.A., Vijaysegaran, S. ve Robinson, A.S. (2008). Functional morphology of the mouthparts of the adult Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Journal of Insect Science*, 8(73), 1-11.
- Correia, A.A., Wanderley-Teixeira, V., Teixeira, Á.A. , Oliveira, J.V. ve Torres, J.B. (2009). Morfologia do canal alimentar de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas tratadas com nim. *Neotropical Entomology*, 38(1), 83-91.
- Crystal, M.M. ve LaChance, L.E. (1963). The modification of reproduction in insects treated with alkylating agents. I. Inhibition of ovarian growth and egg production. *Biol. Bull. Mar.*, 125, 270-280.
- Cunha, F.M., Caetano, F.H., Wanderley-Teixeira, V., Torres, J.B., Teixeira, A.A. ve Alves, L.C. (2011). Ultra-structure and histochemistry of digestive cells of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) fed with prey reared on bt-cotton. *Micron*, 43(2-3), 245-50.
- Çakıcı, Ö. (2008). *Melanogryllus desertus* pallas (Orthoptera:Gryllidae)'un sindirim sisteminde histolojik ve ultrastrüktürel araştırmalar, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1-113.
- Çetin, T.K. (2014). *Dolycoris baccarum* (Linneaus,1758) (Heteroptera: Pentatomidae)'un Sindirim Kanalının Ultrastrüktürü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 17-52.
- De Bach, P. ve Rose, D. (1991). Biological control by natural enemies. 2.ed. New York/ Cambridge, 440p.
- Eberhard, S.H. ve Krenn, H.W. (2003). Salivary glands and salivary pumps in adult Nymphalidae (Lepidoptera). *Zoomorphology*, 122(4), 161-167.
- Ferreira, C., Ribeiro, A.F. ve Terra, W.R. (1981). Fine structure of the larval midgut of the fly *Rhynchosciara* and its physiological implications. *Journal of Insect Physiology*, 27(8), 559-570.
- Fialho, M.D.C.Q., Zanuncio, J.C., Neves, C.A., Ramalho, F.S. ve Serrão, J.E. (2009). Ultrastructure of the digestive cells in the midgut of the predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) after different feeding periods on prey and plants. *Annals of the Entomological Society of America*, 102, 119-127.
- Flower, N.E. ve Filshie, B.K. (1976). Goblet cell membrane differentiations in the midgut of a lepidopteran larva. *Journal of Cell Science*, 20(2), 357-375.

- 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.
- Gartner, L. P. (1985). The fine structural morphology of the midgut of adult *Drosophila*: A morphometric analysis. *Tissue and Cell*, 17(6), 883–888.
- Ghanim, M., Rosell, R.C., Campbell, L.R., Czosnek, H., Brown, J.K. ve Ullman, D.E. (2001). Digestive, salivary, and reproductive organs of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) B type. *Journal of Morphology*, 248(1), 22-40.
- Glasgow, H. (1914). The gastric caeca and the caecal bacteria of the Heteroptera. *The Biological Bulletin*, 26(3), 101-171.
- Godoy, M.C. (2004). Gut structure of two species of the neotropical genus *Tauritermes* Krishna (Isoptera: Kalotermitidae). *Neotropical Entomology*, 33(2), 163-167.
- Habibi, J., Coudron, T.A., Backus, E.A., Brandt, S.L., Wagner, R.M., Wright, M.K. ve Huesing, J.E. (2008). Morphology and histology of the alimentary canal of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Cimicomorpha: Miridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 100(1), 159-171.
- Hamner, A.L. (1936). The gross anatomy of the alimentary canal of the *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. ve 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.
- Hossaina, D.M., Hayakawaa, T., Shitomia, Y., Itoha, K., Mitsuia, T., Satob, R. ve Horia, H. (2007). Histochemical analysis of *Bacillus thuringiensis* CryIA toxin binding to midgut epithelial cells of *Bombyx mori*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 87(1), 30–38.
- Imms, A.D. (1970). A general textbook of entomology. London/ Methuen, 886.
- Jones, J.C. ve Zeve, V.H. (1968). The fine structure of the gastric caeca of *Aedes aegypti* larvae. *Journal of Insect Physiology*, 14(11), 1567–1570.
- Karsavuran, Y. (1986). Bornova (İzmir) koşullarında çeşitli kültür bitkilerinde zarar yapan *Dolycoris baccarum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae)'nin biyolojisi ve ekolojisi üzerine araştırmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 10 (4), 213-230.

- Karsavuran, Y. (1991). Investigations on the development durations and survival rates of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae) nymphs fed on some host seeds in the laboratory. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 15 (1), 43-50.
- Karsavuran, Y. (1996). *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae)'un farklı besinlerdeki yumurta verimi ve ömrü üzerine araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 20 (3), 229-240.
- Kikuchi, Y., Meng, X.Y. ve 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.
- Lee, W., Chen, M. ve 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 Review of Entomology*, 42, 525-550.
- Levy, S.M., Falleiros, A.M.F., Gregório, E.A., Arrebola, N.R. ve Toledo, L.A. (2004a). The larval midgut of *Anticarsia gemmatilis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): light and electron microscopy studies of the epithelial cells. *Brazilian Journal of Biology*, 64(3B), 633-638.
- Levy, S.M., Falleiros, A.M.F., Moscardi, F., Gregório, E.A. ve Toledo, L.A. (2004b). Morphological study of the hindgut in larvae of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, 33(4), 427-431.
- Liu, S. ve Hua, B. (2009). Ultramorphology of the proventriculus in Panorpidae and Bittacidae (Mecoptera). *Micron*, 40(8), 899-905.
- Lodos, N. (1964). Ege Bölgesi'nde muhtelif bitkilerde tesadüf edilen Pentatomidae (Hemiptera: Heteroptera) familyasına bağlı bazı türlerin yumurtaları üzerine çalışmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 1 (1), 17-37.
- Lodos, N. (1986). Türkiye Entomolojisi II. (Genel, Uygulamalı Faunistik). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 429, 580.
- Lodos, N. ve Önder, F. (1983). Heteroptera: Türkiye ve Palearktik bölge familyaları hakkında genel bilgi. İzmir-Bornova/Türkiye: *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 359 (111).
- Marana, S.R., Ribeiro, A.F., Terra, W.R. ve Ferreira, C. (1997). Ultrastructure and secretory activity of *Abracris flavolineata* (Orthoptera: Acrididae) midguts. *Journal of Insect Physiology*, 43(5), 465–473.
- Martini, S.V., Nascimento, S.B. ve Morales, M.M. (2007). *Rhodnius prolixus* Malpighian tubules and control of diuresis by neurohormones. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 79(1), 87-95.

- Martins, G.F., Neves, C.A., Campos, L.A.O. ve Serrão, J.E. (2006). The regenerative cells during the metamorphosis in the midgut of bees. *Micron*, 37, 161-168.
- Mehrabadi, M., Bandani, A.R., Saadati, F. ve Ravan, S. (2009). Sunn pest, *Eurygaster integriceps* Putton (Hemiptera: Scutelleridae), digestive α -amylase, α -glucosidase and β -glucosidase. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 12(2), 79-83.
- Molina-Rugama A.J., Zanuncio, J.C., Torres, J.B. ve Zanuncio, T.V. (1997). Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado con *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. *Revista de Biología Tropical*, 45, 1125-1130.
- 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.
- Nation J.L. (2002). Insect physiology and biochemistry. *CRC Press*, Boca Raton- London- New York- Washington D.C., 485.
- Neves, C.A., Bhering, L.L., Serrão, J.E. ve Gitirana, L.B. (2002). FMRFamide-like midgut endocrine cells during the metamorphosis in *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera, Apidae). *Micron*, 33(5), 453-460.
- Neves, C.A., Gitirana, L.B. ve 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. ve Serrão, J.E. (2003b). Ultrastructure of the midgut endocrine cells in *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera, Apidae). *Brazilian Journal of Biology*, 63(4), 683-690.
- Panizzi, A.R. ve Herzog, D.C. (1984). Biology of *Thyanta perditor* (Hemiptera: Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 77, 646-650.
- Perić-Mataruga, V., Lazarević, J., Vlahović, M., Mrdaković, M. ve Ilijin, L. (2006). 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.
- Pigino, G., Migliorini, M., Paccagnini, E., Bernini, F. ve Leonzio, C. (2005). Fine structure of the midgut and Malpighian papillae in *Campodea (Monocampa) quilisi* Silvestri, 1932 (Hexapoda, Diplura) with special reference to the metal composition and physiological significance of midgut intracellular electron-dense granules. *Tissue and Cell*, 37, 223-232.
- Pinheiro, D.O., Conte, H. ve Gregório, E.A. (2008a). Spherites in the midgut epithelial cells of the sugarcane borer parasitized by *Cotesia flavipes*. *Biocell*, 32(1), 61-7.

- Pinheiro, D.O., Quagio-Grassiotto, I. ve Gregório, E.A. (2008b). Morphological regional differences of epithelial cells along the midgut in *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) larvae. *Neotropical Entomology*, 37(4), 413-419.
- Pinheiro, D.O., Silva, R.J., Quagio-Grassiotto, I. ve Gregório, E.A. (2003). Morphometric study of the midgut epithelium in the larvae *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae). *Neotropical Entomology*, 32(3), 453-459.
- Pires, E.M., Ferreira, P.S., Guedes, R.N. ve Serrão, J.E. (2007). Morphology of the Phytophagous bug *Platyscytus decempunctatus* (Carvalho) (Heteroptera: Miridae). *Neotropical Entomology*, 36(4), 510-513.
- Postle, A.C. ve Woodward, T.E. (1988). The digestive and male internal reproductive system of some Australian Anthocoridae (Hemiptera). *Australian Journal of Entomology*, 27(2), 117-129.
- Raes, H. ve Verbeke, M. (1994a). Light and electron microscopical study of two types of endocrines cell in the midgut of the adult worker honeybee (*Apis mellifera*). *Tissue and Cell*, 26(2), 223-230.
- Raes, H., Verbeke, M., Meulemans, W. ve Coster, W. (1994b). Organisation and ultrastructure of the regenerative crypts in the midgut of the adult worker honeybee (*L. Apis mellifera*). *Tissue and Cell*, 26(2), 231-238.
- Rakitov, R.A. (2002). Structure and function of the Malpighian tubules, and related behaviors of juvenile cicadas: evidence of homology with spittlebugs (Hemiptera, Cicadoidea & Cercopoidea). *A Journal of Comparative Zoology*, 241(2), 117-130.
- Rocha, L.L., Neves, C.A., Zanuncio, J.C. ve Serrão, J.E. (2010). Digestive cells in the midgut of *Triatoma vitticeps* (Stal, 1859) in different starvation periods. *Comptes Rendus Biologies*, 333(5), 405-415.
- Roche, R.K. ve Wheeler, D.E. (1997). Morphological specializations of the digestive tract of *Zacryptocerus rohweri* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Morphology*, 234, 253-262.
- Rost, M.M. (2006a). Comparative studies on regeneration of the midgut epithelium in *Lepisma saccharina* and *Thermobia domestica*. *Annals of the Entomological Society of America*, 99(5), 910-916.
- Rost, M.M. (2006b). Ultrastructural changes in the midgut epithelium in *Podura aquatica* L. (Insecta, Collembola, Arthropodea) during regeneration. *Arthropod Structure & Development*, 35(1), 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., Jansta, P. ve Vilimova, J. (2010b). Fine structure of the midgut epithelium in two Archaeognatha, *Lepismachilis notata* and *Machilis hrabei* (Insecta), in relation to its degeneration and regeneration. *Protoplasma*, 247(1-2), 91-101.
- Rost-Roszkowska, M.M., Machidab, R. ve Fukuib M. (2010a). The role of cell death in the midgut epithelium in *Filientomon takanawanum* (Protura). *Tissue and Cell*, 42, 24-31.
- Rost-Roszkowska, M.M., Poprawa, I. ve Swiatek, P. (2007). Ultrastructural changes in the midgut epithelium of the first larva of *Allacma fusca* (Insecta, Collembola, Symphypleona). *Invertebrate Biology*, 126(4), 366-372.
- Rost-Roszkowska, M.M., Poprawa, I., Klag, J., Migula, P., Mesjasz-Przybyłowicz, J. ve Przybyłowicz, W. (2010c). Differentiation of regenerative cells in the midgut epithelium of *Epilachna cf. nylanderi* (Mulsant 1850) (Insecta, Coleoptera, Coccinellidae). *Folia Biologica (Kraków)*, 58(3-4), 209-216.
- Rost-Roszkowska, M.M., Chechelska, A., Frączzak, 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. ve Benavides, P. (2008). Alimentary canal and reproductive tract of *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Neotropical Entomology*, 37(2), 143-51.
- Santos, C.D., Ribeiro, A.F., Ferreira, C. ve Terra, W.R. (1984). The larval midgut of the cassava hornworm (*Erinnyis ello*): ultrastructure, fluid fluxes and the secretory activity in relation to the organization of digestion. *Cell and Tissue Research*, 237(3), 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.
- Schaefer, C.W., Vanderberg, J.P. ve Rhodin, J. (1967). The fine structure of mosquito midgut muscle. *The Journal of Cell Biology*, 34(3), 905-11.
- Schuh, R.T. ve Slater, J.A. (1995). Heteroptera of economic importance. True Bugs of the world, 1st.ed., *Cornell University Press*, America, 32-63.
- Sehnal, F., Metwally, M.M. ve Gelbic, I. (1976). Reaction of immature stages of Noctuid moths to juvenoids. *Z. Ang. Ent.*, 81, 85-102.
- Serrão, J.E. (2001). A comparative study of the proventricular structure in corbiculate apinae (Hymenoptera, Apidae). *Micron*, 32(4), 379-385.
- Silva, C.P., Ribeiro, A.F., Gulbenkian, S. ve Terra, W.R. (1995). Organization, origin and function of the outer microvillar (perimicrovillar) membranes of *Dysdercus peruvianus* (Hemiptera) midgut cells. *Journal of Insect Physiology*, 41(12), 1093-1103.

- Silva, C.P., Silva, J.R., Vasconcelos, F.F., Petretski, M.D., Damatta, R.A., Ribeiro, A.F. ve Terra, W.R. (2004). Occurrence of midgut perimicrovillar membranes in paraneopteran insect orders with comments on their function and evolutionary significance. *Arthropod Structure & Development*, 33(2), 139-148.
- Swart, C.C., Deaton, L.E. ve Felgenhauer, B.E. (2006). The salivary gland and salivary enzymes of the giant waterbugs (Heteroptera; Belostomatidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 145(1), 114-122.
- Tsai, J.H. ve Perrier, J.L. (1993). Morphology of the digestive and reproductive systems of *Peregrinus maidis* (Homoptera: Delphacidae). *Florida Entomologist*, 76(3), 428-436.
- Ural, İ., Işık, M. ve Kurt, M. (1973). Doğu Karadeniz Bölgesi findık bahçelerinde tespit edilen böcekler üzerine bazı incelemeler. *Bitki Koruma Bülteni*, 13 (2), 55-66.
- Uwo, M.F., Ui-Tei, K., Park, P. ve Takeda, M. (2002). Replacement of midgut epithelium in the greater wax moth, *Galleria mellonella*, during larval-pupal moult. *Cell and Tissue Research*, 308(2), 319-31.
- Wu, G.X., Gao, X., Yea, G.Y., Li, K., Hu, C. ve Cheng, J.A. (2009). Ultrastructural alterations in midgut and Malpighian tubules of *Boettcherisca peregrina* exposure to cadmium and copper. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72(4), 1137–1147.
- Xie, Y., Liu, W., Zhang, Y., Xiong, Q., Xue, J. ve Zhang, X. (2011). Morphological and ultrastructural characterization of the alimentary canal in Japanese wax scale (*Ceroplastes japonicus* Green). *Micron*, 42(8), 898-904.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : METİN, Hatice
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 26.08.1988, Kayseri
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : -
 Faks : -
 e-mail : htc.metin@hotmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi	Devam Ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi	2010
Lise	Alparslan Lisesi	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
-		

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-

Hobiler

Tiyatro, Sinema, Satranç, Yüzme.



GAZİ GELECEKTİR...