

T.C.
HİTİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NOTONECTA VIRIDIS DECOURT, 1909, VE
NOTONECTA MACULATA FAB.,
1794'(HEMIPTERA:NOTONECTIDAE)'İN ORTA
BAĞIRSAĞININ İNCE YAPISININ ARAŞTIRILMASI

Rana ÖZMEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Menderes SUIÇMEZ

TEMMUZ 2012

ÇORUM

Rana ÖZMEN tarafından hazırlanan “*Notonecta viridis* Decourt, 1909 ve *Notonecta maculata* Fab., 1794 (Hemiptera;Notonectidae)’nin Orta Bağırsağının İnce Yapısının Araştırılması.” adlı tez çalışması 13/07/2012 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç Dr. Menderes SUIÇMEZ



Doç. Dr. Selami CANDAN



Doç. Dr. M. Ömer BOSTANCI



Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ~~25.07.2012~~ tarih ve ~~2012/04~~...sayılı kararı ile Rana ÖZMEN’in Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans / ~~Doktora~~ derecesi alması onanmıştır.



Prof. Dr. Ali KILIÇARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Rana ÖZMEN



**NOTONECTA VIRIDIS DECOURT, 1909, VE NOTONECTA MACULATA
FAB., 1794'(HEMIPTERA:NOTONECTIDAE)'İN ORTA BAĞIRSAĞININ
İNCE YAPISININ ARAŞTIRILMASI**

Rana ÖZMEN

HİTİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2012

ÖZET

Bu çalışmada *Notonecta viridis* ve *Notonecta maculata* (Hemiptera: Notonectidae)'nın sindirim kanalının ince yapısı elektron mikroskopunda çalışıldı. *Notonecta viridis* ve *Notonecta maculata*'nın sindirim kanalı hemen hemen birbirine benzerdir. Sindirim kanalı ön bağırsak, orta bağırsak ve son bağırsaktan oluşmaktadır. Orta bağırsak sindirim kanalının diğer kısımlarından daha geniş ve daha uzundur. Hemosöl tarafında kas tabakası ve lümen tarafında epitel tabakası vardır. Epitel üç çeşit hücreden oluşur; Endokrin hücreler, rejeneratif hücreler ve enterosit hücreler. Endokrin hücrelerin sitoplazması salgı granülleri ile doludur ve bazal zar katlanmalarına sahiptir. Rejeneratif hücreler küçük farklılaşmamış hücrelerdir. Enterositler mitokondrili derin bazal zar katlanmalarına sahiptir.

Anahtar Kelimeler: *Notonecta viridis*, *Notonecta maculata*, Sindirim kanalı, İnce yapı.

**INVESTIGATION OF MIDGUT ULTRASTRUCTURE OF NOTONECTA
VIRIDIS DECOURT, 1909 VE NOTONECTA MACULATA FAB., 1794
(HEMIPTERA:NOTONECTIDAE)**

Rana OZMEN

HITIT UNIVERSTY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2012

ABSTRACT

In this study, the ultrastructure of digestive tract of *Notonecta viridis* and *Notonecta maculata* (Hemiptera:Notonectidae) was examined by electron microscopy (TEM). Digestive tract of *Notonecta viridis* and *Notonecta maculata* is almost similar to each other. The digestive tract consists of foregut, midgut and hindgut. The midgut is larger and longer than the other parts of the digestive tract. There are muscular layer in the haemocoel side and epithelial layer in the luminal side. The epithelium includes three different cells; endocrine cells, regenerative cells and enterocytes. The cytoplasm of endocrine cells is filled with secretory granules and they have infoldings of basal plasma membranes. The regenerative cells are small, undifferentiating cells. The enterocytes have deep in foldings of basal plasma membrane that are adjacent with mitochondria.

Key words: *Notonecta viridis*, *Notonecta maculata*, Digestive tract, Ultrastructure

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Doç. Dr. Menderes SUIÇMEZ'e, Biyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Aydın ÖZLÜK'e, Elektron Mikrokobu kullanımında yardımcı olan İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Mehmet GÜL'e, ayrıca arazi çalışmalarında bana yardımcı olan Ali Haydar AKKUŞ'a, laboratuvarında görevli tüm çalışma arkadaşlarıma ve hayatım boyunca benden manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez, Hitit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Biriminin FEF03.10.003 nolu projesi tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
RESİMLER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	50
3.1. Materyal	50
3.2. Yöntem	50
3.2.1. Transmission (Geçirmeli) Elektron Mikroskobu İçin Dokuların Hazırlanması	50
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	52
4.1. Araştırma Sonuçları	52
4.2. Tartışma	59
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	62
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	66

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Böcek sindirim kanalının genel görüntüsü	3
Resim 4.1. Disekte edilmiş <i>Notonecta maculata</i> 'nin sindirim kanalının genel görüntüsü.....	52
Resim 4.2. Disekte edilmiş <i>N. viridis</i> 'in sindirim kanalının genel görüntüsü.....	53
Resim 4.3. <i>N. maculata</i> 'nin orta bağırsağındaki enterosit hücre	53
Resim 4.4. <i>N. viridis</i> 'in orta bağırsağındaki enterosit hücre	54
Resim 4.5. <i>N. maculata</i> 'nin orta bağırsağındaki rejeneratif hücre	55
Resim 4.6. <i>N. viridis</i> 'in orta bağırsağındaki rejeneratif hücre	55
Resim 4.7. <i>N. maculata</i> 'nin orta bağırsağındaki endokrin hücre	56
Resim 4.8. <i>N. maculata</i> 'nin orta bağırsağındaki endokrin hücre	57
Resim 4.9. <i>N. viridis</i> 'in orta bağırsağındaki endokrin hücre	58
Resim 4.10. <i>N. viridis</i> 'in orta bağırsağındaki endokrin hücre	58

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklama

m_1, m_2, m_3

midgut (orta bağırsak)

mm

milimetre

μm

mikronmetre

Kısaltmalar

Açıklama

AP

Antero posterior

DER

Düz endoplazmik retikulum

GER

Granüllü endoplazmik retikulum

PAS

Periyodik Asit Schiff Reaksiyonu

SEM

Scanning Elektron Mikroskobu

(Taramalı Elektron Mikroskobu)

TEM

Transmission Elektron Mikroskobu

(Geçirmeli Elektron Mikroskobu)

1.GİRİŞ

Hayvanların en kalabalık grubunu oluşturan böcekler, karasal ortamda ve tatlısularda kendileri için uygun olan hemen hemen her türlü habitatı işgal etmişlerdir. Biyolojik başarıya karar vermek için eğer sayı kriter olarak ele alınacak olursa, böcekler yaşayan en başarılı hayvan grubudur. Diğer hayvan gruplarından daha fazla sayıda böcek türü vardır. Fakat onların dominant rolü üzerinde kısıtlama vardır: böcekler denizlerde bulunmazlar (acı sular içerisinde yaşayan ve okyanusların üzerinde yürüyen az sayıda tür bulunmasına karşın); böceklerin karada oynadığı rolü denizlerde kabuklular oynar.

Devoniyen dönemine ait az sayıda böcek fosili vardır; fakat Karbonifer ve Perm periyotlarının baskın hayvan gruplarından birisi böceklerdir. Paleozoyik çağın sonuna kadar, günümüz böcek takımlarının birçoğu ortaya çıkmıştı ve tür sayısı çok fazlaydı. Evrimsel dallanmanın ikinci büyük dönemi Kretase'de başladı ve günümüze kadar devam etti; bu ikinci dallanma, çiçekli bitkilerin artışı ile ilişkilidir.

Böcek vücudu, baş, toraks (göğüs) ve abdomen (karın) olmak üzere üç bölgeye ayrılır. Baş segmentleri tamamen kaynaşmış olup ergin bireylerde segmentlerin sınırları ayırt edilemez. Baş, genellikle bileşik gözleri de içeren çok sayıda duyu almacı, bir çift anten ve atasal bacaklardan köken almış üç çift ağız parçasını taşır. Ağız parçaları, bir çift mandibül, bir çift maksilla ve iki adet ikinci maksillanın kaynaşmasıyla oluşan ve *labiyum* adı verilen alt dudakı içerir. Genellikle ağız parçası olarak kabul edilmeyen üst dudak ya da *labrum* da atasal bacaktan türemiş olabilir.

Toraks herbiri bir çift bacak taşıyan üç segmentten oluşmuştur. Böceklerin çoğunda (fakat hepsinde değil), ikinci ve üçüncü toraks segmentleri birer çift kanat taşır; bu hayvanlar genellikle iyi uçucudurlar.

Abdomen, değişik sayıda (12 ya da daha az) segmentten meydana gelmiştir. Abdominal segmentler bacadan yoksundur; fakat atasal üyelerin çok fazla değişikliğe uğramış kalıntıları posterior uçta bulunabilir. Bunlar, çiftleşmede ve yumurta koymada işlev görür.

Böcekler yaklaşık 28 takımında sınıflandırılırlar. Çalıştığımız türler de bu takımlardan biri olan Hemiptera (yarımkanatlılar) takımı içindedir. Genellikle iki çift kanatları vardır. Ön kanatların kaide kısmı kalın ve derimsi, distal (uca yakın) kısmı zarsıdır; arka kanatlar ise tamamen zarsıdır. Ağız parçaları sokucu emici tiptedir. Yarıbaşkalaşım geçirirler (Demirsoy ve ark., 2004).

Çalıştığımız Notonectidae familyasına ait türlerin vücudunun sırt tarafı düz, karın tarafı kubbelidir. Baş büyük ve bileşik gözlerin arka kenarına kadar toraksın içine gömülüdür. Bileşik gözleri çok büyüktür. Arka bacaklar diğerlerinden uzun ve tüylü yüzücü bacak şeklindedir. Sırtüstü yüzerler, kan emicidirler, insanı da sokabilirler ve durgun sularda yaşarlar.

Genel olarak böcekler besinlerini ısırıp çiğnemek veya emmek suretiyle alırlar. Yalnız iç parazit olan larvalarda besinler vücut yüzeyiyle alınır. Böceklerde görülen beslenme tipleri ve besin çeşitleri;

- a) Bitkilerin çeşitli kısımlarıyla beslenenler (herbivorlar)
- b) Çürümüş bitkilerle beslenenler (saprofitler)
- c) Küçük böcek veya diğer hayvanlarla beslenenler (yırtıcı karnivorlar)
- d) Fungus ve bakterilerle beslenenler
- e) Dışkı, leş ve kanla beslenenler
- f) Süzüntü ile beslenenler (su içindeki besin parçacıklarını süzerek beslenen sivrisinek larvaları gibi) şeklindedir.

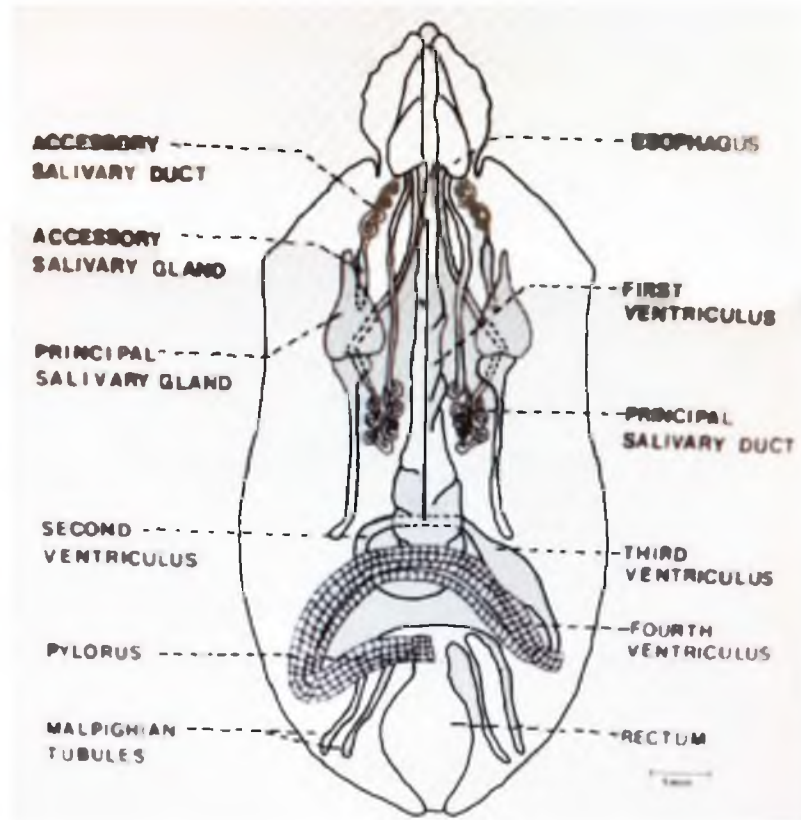
Böceklerin sindirim kanalı ön, orta ve son bağırsak olmak üzere üç bölgeye ayrılır. Ön ve son bağırsak ektoderm kökenli ve kitin-kütikula astarlıdır. Orta bağırsak ise endoderm kökenli ve astarsızdır.

Güçlü kaslarla donatılmış bir yutakla (farinks) ağıza bağlanan ön bağırsak, dar bir yemek borusu (özofagus) ile arkaya doğru uzanır. Yemek borusu arka kısımda genişleyerek besinlerin depo edildiği bir kursak oluşturur ve daha sonra çiğneyici bir mide (proventrikulus) vasıtasıyla orta bağırsağa bağlanır. Kaslı yapıda olan ve kitinli çıkıntılar taşıyan çiğneyici mide, besinlerin öğütüldüğü bir taşlık halindedir. Bir kapakçıkla (valf) orta bağırsağa açılır. Orta bağırsak, alınan besinleri bir bohça gibi

saran ince bir kitinli zar (peritrofik zar) oluşturarak bağırsak epitelinin zedelenmesini önler. Bu zar orta bağırsağın ön bölgesi veya tüm iç yüzeyi tarafından meydana getirilir. Orta bağırsak genellikle ön kısımda kör bağırsakları oluşturur.

Orta bağırsak genellikle bir pilorik valfle son bağırsağa bağlanır. Son bağırsak, ince bağırsak (ileum) ve kalın bağırsak (kolon) olmak üzere iki bölgeye ayrılmış olabileceği gibi basit bir tüp halinde devam ederek rektum yoluyla anüse bağlanır.

Böceklerde tükürük salgısı ve diğer bir takım enzimlerle karışmış haldeki besinler orta bağırsağa alındıktan sonra, bu bölgeye salınan enzimler sayesinde sindirilir. Hücre dışı sindirimin büyük bir kısmı ve besinlerin emilmesi orta bağırsakta meydana gelir (Salman, 2006).



Resim 1.1. Böcek sindirim kanalının genel görüntüsü (Barber ve ark., 1980).

Böceklerin çok fazla türe sahip olmaları ve ilk bakışta zararlı organizmalar olarak algılanmaları sebebi ile bu organizmalardan uzak durulması ve onlarla mücadele

edilmesi fikrini akla getirmiştir. Ancak, böceklerin doğadaki işlevlerine bakıldığı zaman zararlı türlerin yanında zararsız hatta yararlı olan pek çok tür de bulunmaktadır (bal arısı, ipek böceği, vb.). Böceklerin hem zararlı hem de faydalı olarak kabullendiklerimiz bile ekolojik dengenin korunmasında önemli fonksiyonlara sahiptirler. Diğer taraftan faydalı türler dahi ortamda aşırı çoğaldıklarında zararlı bir pozisyona geçebilmektedirler. Normal sınırlar içerisinde çok fazla zararlı olmayan çekirgeler aşırı çoğaldıklarında çiftçilere oldukça büyük zararlar verebilmektedirler. Her yönü ile incelendiğinde böcek popülasyonu genellikle daha büyük hayvansal organizmalar tarafından kontrol edilmelerine rağmen böcekler içerisindeki farklı türler de böcek popülasyonlarının kontrol edilmesinde görev yapmaktadır. Bu da böceklerin beslenme ve üreme özelliklerine göre değişmektedir. Çalıştığımız *Notonecta viridis* ve *Notonecta maculata* (Hemiptera:Notonectidae) türleri de bu özelliğe sahiptir. Yani predatör beslenme özelliğine sahip olmalarından dolayı diğer böceklerle beslenerek onların sucul ortamda aşırı çoğalmalarını bir dereceye kadar engellemektedirler. Çalıştığımız bu türler günde 24-28 tane sivrisinek larvalarıyla beslendikleri için, sucul ortamda kendilerinin de dahil olduğu besin zincirinin dengede kalmasına yardımcı olmaktadır. Böylelikle sivrisineklerin aşırı çoğalmalarını engelleyerek böcek öldürücü ilaçlara olan talebin azaltılması açısından da ekolojiksel olarak önemli bir yere sahiptirler (Aldemir ve Boşgelmez, 2003). Hayvansal organizmaların ekolojik dengenin korunmasında ve sürdürülebilir bir canlılığın oluşmasındaki etkileri ancak doğal koşulların dengede kalması ile mümkündür. Her bir hayvan popülasyonunun optimum koşulları kendine hastır. Bu sebeple optimum koşullarda meydana gelecek olan herhangi bir olumsuz değişiklik o bölgedeki canlı popülasyonlarını etkileyecektir. Ekolojik dengenin korunmasında her bir canlı türünün ayrı ayrı etkileri vardır. Özellikle pek çok yönü ile yararlandığımız böcekler, dengenin bozulması durumunda zararlı hale gelebilmektedirler. Böcek popülasyonları arasında da bulunan predatör ilişkiler, böcek popülasyonlarının otokontrolünü kendilerinin de sağlamasına yardımcı olmaktadır. Bir canlı türünün aşırı çoğalması onun besin kaynağı olarak kullandığı canlılığın azalmasına, tersi durumda ise besin kaynağı olarak kullandığı canlılığın aşırı çoğalmasına sebep olacaktır ki bu da ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkileyecektir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Beyazsineğin (*Bemisia tabaci*) (Hemiptera:Aleyrodidae) sindirim kanalı, besin diken kanalının precibarium ve cibariuma boşaldığı yerde başlamaktadır. Cibarium ve tükruk iğnesi subözofagusun altında bulunmaktadır. Cibarium farinkse boşalarak tentorial çubuk ve dairesel özofagal bölüme geçmektedir. Sonuç olarak özofagusun dışına açılmaktadır.

Eksternal özofagus oldukça incedir ve toraksik-abdominal gangliyonik kütlesi ve subözofagus dorsalinin karşısındaki farinkse uzanmaktadır. Bu yapı kalın kütikula ile çevrili bir lümen ve belirgin bir bazal membranı olan ince epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Eksternal özofagus önemli bir kas yapısına ve bu kaslar gevşediği zaman genellikle akordeon gibi kıvrılan kütikular intimaya sahiptir. Özofagus, filtre çemberiyle bağlantılı olan odacığın ön kısmına açılmaktadır.

SEM görüntüleri özofagus, filtre çemberi, bağlantı odası ve seka arasındaki birleşme noktasının yüzeysel görüntüsünü ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, filtre çemberinin yüzeyindeki son bağırsak ve orta bağırsağın inen ve çıkan kısımları da görülmektedir. Filtre çemberi ince bazal membranlı epitel hücreleri ile kuşatılmış ve lümen tarafı kütikular intima ile kaplanmıştır. Bu hücreler lümen boyunca uzanan yoğun mikrovilliyeye sahiptir. Bazal plazma zarları yoğun poligonal kıvrımlarda epitel hücrelerinin en iç tabakasındaki bazal plazma zarlarıyla iç içe girmiştir. Bu şekildeki epitel hücreleri içten filtre çemberine uzanan ileum lümenini kuşatan en içteki tabakayı oluşturur. İleum içindeki epitel hücreleri, yoğun mikrovillili bazı malpighi benzeri hücrelerle birleşir. Cicero (1995) tarafından bu epitel hücreleri iyi gelişmiş mikrovillilere, geniş poligonal kıvrımlara, bazal labirente, büyük nükleuslara ve malpighi tüplerinde yaygın olan geniş bölmeli dezmozomlara sahip olduklarından malpighi benzeri hücreler olarak tanımlanmıştır. Ayrıca bu hücrelerin konumları salgılama fonksiyonlarıyla uyumludur. Yutulan bitki materyalleri ve kristalize maddeler lümen boyunca görülmektedir, fakat ileumun merkezi lümeninde gözlenmemektedir.

İnen orta bağırsak geniş bir lümeni çevreleyen oldukça kalın epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Epitel hücreleri böcek hemosel yüzeyindeki zayıf bazal membrana, veziküllü ve dağınık pilili apikal membrana ve lümen içine seyrek olarak dağılmış mikrovillilere sahiptir. Boylamsal kaslar nadiren inen orta bağırsak üzerinde görülür fakat dairesel kaslar gözlenmemektedir. Çok sayıda vakuol ve vezikül vardır ve bu hücreler oldukça büyük nükleusla iyi gelişmiş nükleolusa sahiptir. Kristalize materyaller hemen hemen her zaman inen orta bağırsak lümeninde görülmektedir.

Çıkan orta bağırsağın çapı, inen orta bağırsak çapından daha küçüktür ve çok kalın epitel hücrelerince kuşatılan oldukça küçük bir lümeden oluşmaktadır. İnen orta bağırsağın aksine çıkan orta bağırsak hücreleri iyi organize olmuş ve yoğun fırça kenarlı mikrovilliye sahiptir. Çıkan orta bağırsağın epitel hücrelerinin nükleusları büyüktür ve çok sayıda nükleolusa sahiptir. Kristalize materyaller orta bağırsağın diğer bölgeleri ve filtre çemberinin lümenine benzer şekilde çıkan orta bağırsakta da mevcuttur. İnen orta bağırsaktaki gibi çıkan orta bağırsakta da birkaç tane boylamsal kas tabakası vardır. Çıkan orta bağırsak filtre çemberine girer ve içteki ileumun bazal membranı ve iç özofagusun lümeniyle sindirim kanalının bu kısmı lümen boyunca birleşirler.

Rektal kese, kalın bir intima astarına sahiptir. Hücreler gevşediği zaman akordeon şeklini almaktadır. Rektal kese dolduğu zaman son bağırsağın diğer kısımlarına nazaran genişleyebilmektedir. Kese yoğun eksternal kaslı kapak benzeri bir yapıya sahiptir ve bu kapak açıldığında muhtemelen böcek sıvısının rektum ve anüs vasıtası ile salınmasını sağlar. Böceğin son bağırsağı tipik olarak geniş bazal bir labirente sahiptir (Ghanim ve ark., 2001).

Lygus hesperus (Heteroptera: Cimicomorpha: Miridae)'un sindirim kanalı ön bağırsak, orta bağırsak, malpighi tüpleri ve son bağırsaktan oluşmaktadır. Orta bağırsak üç bölüme ayrılır (m_1 , m_2 , m_3) fakat gastrik sekum yoktur. Yanai ve Iga(1956)' a göre Heteropter bağırsağının bu tipi '**Lygus gut**' olarak isimlendirilir. Alman enine kesitler, bağırsak kısmının iç morfolojisini ve sindirim kanalının daha ilerisindeki alt kısımlarda bulunan farklılaşmış yapıları göstermektedir.

Lehane (1998)'e göre, çoğu böcekte olduğu gibi, en yaygın hücre tipi silindirik (sindirim) hücrelerdir. Bu hücreler, bağırsak kısmına, şekline, genişliğine, veziküllerin sayısına ve tipine, her bir bölge içinde fırça kenarlı mikrovilli bolluğuna ve uzunluğuna göre yapısal olarak farklılaşmaktadır. Silindirik hücreler ya orta boylu şeffaf vezikülleri ya da küçük yoğun opak granüllü vezikülleri veya her ikisini de içerir. Veziküllerin her bir tipinin sayısı, büyüklüğü ve oranları pek çok bölgede oldukça çeşitlidir. Endokrin hücreler silindirik hücrelerden daha kısadır. Genellikle küçük, çok sayıda opak granüler veziküllere ve az sayıda küçük saydam granüler veziküllere sahiptirler.

Birinci ventrikulus, iyi gelişmiş içteki dairesel ve dıştaki boylamsal kaslarla kuşatılmış olarak, bazal membran altında gözlenmektedir. Bu bölgede yeni disekte edilmiş bağırsağın, peristaltik hareketleri gözlenmektedir. Birinci ventrikulus, anterior bölgesinin enine kesiti muhtemelen bağırsağın doluluk durumuna veya bağırsak hareketine göre değişik şekillerde olabilir.

Birinci ventrikulusun anterior bölgesindeki epitel, iki temel hücre tipinden oluşmaktadır. Yani endokrin ve silindirik olarak varsayılan hücreler birbiri içine girmektedir. Her iki hücre tipi de birinci ventrikulus bölümündeki anterior kısmın sonlarına doğru genişler. Silindirik epitel hücreler parmak şeklinde olup apikal bölgeleri orta boydaki granüler vezikülleri içermektedir. Sadece şeffaf veziküller içeren bu silindirik hücreler sık sık iki nükleuslu ve çok kısa fırça kenarlı mikrovilliye sahipmiş gibi gözükse de emin olmak için TEM görüntüleriyle desteklenmelidir. Her bir hücrenin lateral kısmının yaklaşık üçte biri, komşu hücreleri ile bağırsak lümeni içine serbestçe uzanan her bir hücrenin üçte ikisi birbirine yakındır. Bu hücrelerin apikal bölge içindeki fırça kenarlı mikrovillisi kısadır, divertikül kısımda seyrek ve serbest lateral bölgelerde daha çok sayıdadır. Silindirik hücrelerdeki bazı nükleuslar ile sadece saydam veziküller, bazal kısma yerleşmektedir ve bazal zara yakındır oysa diğer hücrelerin nükleusları apikale yerleşmiştir.

Silindirik hücreler arasına muhtemelen endokrin benzeri hücreler serpiştirilmiştir. Bunlar silindirik hücrelerden daha kısa olup sitoplazmaları daha açık boyanmıştır. Bu hücreler onların orta-bazal kısmına yerleşmiş, çok sayıda küçük, opak granüler veziküllere ve genellikle silindirik epitel hücrelerindeki daha küçük olan sadece birkaç tane şeffaf veziküle sahiptir. Bu hücreler, endokrin hücrelere yakındır; alman kesitler, bu hücrelerin apikal kenarlarının fırça kenarlı mikrovilliyeye sahip olmadığını göstermektedir. Genellikle bu hücreler oval şekilli olup, her biri iki nükleus içeriyormuş gibi görülmektedir. Birinci ventrikulusun anterior kısmındaki birbirine yakın olan endokrin hücrelerin birkaç tanesi başka yere dağılmış şekilde gözlemlenmektedir.

Olgunlaşmamış ve farklılaşmamış görünüşlü hücreler, sadece bazal zara yakın yerdeki birinci ventrikulusun anterior kısmında bulunmaktadır. Bu hücreler komşu epitel hücrelerden daha soluk boyalıdır. Bu durum rejeneratif hücrelere uygunluk göstermektedir. Bu bölgedeki bazı rejeneratif hücreler orta bağırsağın diğer kısımlarındaki hücrelerden çok daha büyüktür.

Birinci ventrikulusun orta kısmı, hemoselin ventral yüzeyindedir. Bu orta kısmın en anterior bölgesinin enine kesiti üçgen şeklinde olup uzun silindirik epitel hücrelerini içermektedir. Çok sayıda küçük vezikül ve nükleus içeren bu hücreler, rastgele yerleşmektedir. Orta kısmın merkezindeki epitel, katlanarak küçük bir divertikül oluşturmaktadır. Böylece bu bölgede, boyuna kesitlerden ziyade, enine kesitlerde, çok tabakalı görünen bağırsak lümeni içinde kümelendikleri görülmektedir. Bu bölgede bağırsağın karşı tarafında bulunan epitel tek tabakalı ve kısa fırça kenarlı mikrovillili ($\approx 1,5-2 \mu\text{m}$) uzun silindirik hücrelerden oluşmaktadır. Oysa katlanmış bölgedeki epitelyum fırça kenarlı mikrovillisi olmayan, kısa silindirik hücrelerden oluşmaktadır. Lümenin kenarındaki silindirik hücreler, birinci ventrikulusun anterior kısmındaki gibi granüler ve saydam vezikülleri içermektedir. Bu bölgede endokrin hücreler görülmemektedir.

Birinci ventrikulusun posterior kısmında, bağırsağın enine kesiti $\approx 0,5$ mm'ye kadar daralır ve lümen küçülür. Epitel, çok uzun fırça kenarlı mikrovilluslu ($\approx 4-8$ μm) uzun parmak şeklindeki silindirik hücrelerden oluşmaktadır. Bu hücreler, birinci ventrikulusun posterior kısmından daha az sayıda, apikal kısımlarında ise çok sayıda soluk boyanmış vezikülleri ve birkaç tane opak granüler vezikülleri içermektedirler. Nükleuslar öncelikle komşu hücrelere yakın olan bazal kısma yerleşmektedirler. Birinci ventrikulusun ucu, ikinci ventrikulusla birleşmeden önce daralmaktadır.

İkinci ventrikulus bölümü, toraksa doğru uzanmakta ve hemosel içindeki birinci ventrikulusun dorsal kısmına yerleşmektedir. İkinci ventrikulusun enine kesiti, ilk kısma göre daha dairesel ve kısadır. İkinci ventrikulusun tamamının enine kesitindeki silindirik hücreler ilk kısımdaki hücrelerden daha kısadır. Belirgin şekilde iki farklı silindirik hücre gözlenmektedir. Birincisi birkaç tane saydam veziküllü kısa bir hücredir ve uzun fırça kenarlı mikrovilliyeye sahiptir ($\approx 3,5-4$ μm uzunluğunda). İkinci hücre tipi, birkaç tane orta boydaki granüler veziküllerle doludur ve ayrıca birkaç tane küçük saydam vezikül içermektedir.

Üçüncü ventrikulusun enine kesiti aynıdır ve oval şekilli görülmektedir. Yine iki tip silindirik hücreden oluşmaktadır. Bu hücreler ya orta kısımda ya da bazalda yerleşmiş nükleuslarıyla dikkat çekmektedir. Birinci hücreler parmak gibi uzun fırça kenarlı mikrovilliyeye ve birkaç tane şeffaf veziküle sahiptir. Diğer hücreler çok uzun, dar ve damla şeklindedir. Lümen içinde çok sayıda büyük şeffaf veziküllerle birkaç tane opak granüler veziküller bulunmaktadır. Bu hücreler apikal kısmın yan tarafında çok kısa fırça kenarlı mikrovilli içermektedir. Damla şeklindeki hücreler üçüncü ventrikulusta çok uzundur ve bazı bölgelerdeki epitel doku sadece bu hücre tipinden oluşmaktadır. Birinci ventrikulusun aksine, az sayıdaki dairesel veya boylamsal kasların, ikinci ve üçüncü ventrikulusun kaide membranlarıyla ilişkili olduğu gözlenmektedir. Hem son bağırsak hem malpighi tüpleri, kütikular intima tabakasına ve oldukça ince epitel hücre tabakasına sahiptirler (Habibi ve ark., 2008).

Abedus ovatus (Heteroptera: Belostomidae)'un sindirim kanalı, böceklerde yaklaşık 23 mm ile 52 mm uzunluğunda çeşitli çaplarda kıvrılmış bir tüp şeklindedir. Sindirim kanalı üç temel kısma ayrılmıştır; ön bağırsak (FG), orta bağırsak (MG), son bağırsak (HG). Ön bağırsak, malpighi tüplerinin kökenine uzanan, birinci orta bağırsak kısmı (MG₁), ikinci orta bağırsak kısmı (MG₂) ve üçüncü orta bağırsak kısmı (MG₃) içeren özofagus ve farinksi içerir. Son bağırsak, ileum (IL), rektal sekum (rectal caecum) (RC) ve rektum (R) içerir.

Ön bağırsak, farinksten başlar ve ikinci toraksik segmentin sonuna doğru uzanır. Ön bağırsak, bu üç bölgenin en ince ve en kısa kısmıdır ve 7 mm uzunluğunda, 0,5 mm genişliğindedir.

Bağırsağın en uzun kısmı olan orta bağırsak yaklaşık 31-35 mm uzunluğundadır. Orta bağırsağın ilk kısmı yaklaşık 7-10 mm uzunluğunda ve engebelidir fakat merkezi yaklaşık 3 mm uzunluğundadır. Orta bağırsağın ikinci kısmı açıldığı zaman 23-25 mm uzunluğunda ve 0,8 ile 1 mm genişliğinde görülmektedir. Fıçı şeklindeki orta bağırsak, en geniş kısım olup 3-4 mm uzunluğunda ve 2-3 mm genişliğindedir.

İleum, 9-10 mm uzunluğunda 1-5 mm genişliğinde tübüler, kalın duvarlı ve hafif şekilde kıvrımlıdır. Kese benzeri rektum ve membran 0,9 mm uzunluğunda 1-1,2 mm genişliğindedir. Rektumun anterior ucu kör bir kesedir. Diseksiyonlarda bütün rektal sekumun ritimsel şekilde büzüldüğü ve genişlediği görülür. Böcekçil beslenenlerde, anüs arasından koyu akışkan bir sıvı, fişkırılarak dışarı atılır. Dört tane uzun iplik benzeri malpighi tüpü son bağırsak ve orta bağırsağın kesiştiği birleşme kanalı içine ayrı bir şekilde açılır.

Tek tabakalı ön bağırsak epiteli, lümenin etrafında kalın bir intima tabakasıyla kaplanmıştır. Epitel, tek tabakalı boylamsal kas tabakası ile çevrelenmiştir. Son bağırsağın arka ucundaki epitel, küçük bir özofagal invaginasyonuyla oluşmaktadır. Dairesel kaslar çevresindeki invaginasyon, çok gelişmiştir fakat yoğun büzgen bir kas değildir. Muhtemelen bu hücreler, Marks (1958)'in belirttiği pek çok suçul

mikroorganizmalardaki gibi yumuşak koruyucu bir uca uygunluk gösteren silindirik kapakçıklar gibi işlev görmektedir.

Orta bağırsaktaki epitel, dıştaki tek tabakalı boylamsal kas tabakası ve içteki iki tabakalı dairesel kas tabakasıyla çevrelenmektedir. Kassal yapı en iyi orta bağırsakta gelişmiştir. Epitel pek çok hücre yuvasının oluşturduğu birkaç katlanmadan oluşmaktadır. Silindirik epitel hücreler, hücre yuvalarını oluşturmak için hücreler arasında boşluk olmayacak şekilde kümelenmişlerdir. Hücrelerin temelinde küçük hücre yuvaları gözlenmiştir. Hücre yuvalarının nükleusları, olgunlaştıkça hücre yuvalarının bazal kısımları da daha genişlemektedir.

İlk orta bağırsaktaki gibi her bir hücre yuvası küresel ya da eliptik nükleuslara sahiptir. Yoğun granüler sitoplazmalı hücre yuvası, epitelden daha koyu boyanmaktadır. Yuvanın bazal hücreleri çoğunlukla bölümler halindedir fakat birkaç tanesinin sınırı ayrıdır. Son bağırsağın ilk kısmının posteriorunda belirli sayıdaki bu hücre yuvaları daha çok bir kenar üzerindedir ve orta bağırsağın lümeni kaybolmuştur. Orta bağırsağın ikinci kısmı, histolojiksel olarak daha az sayıdaki küçük hücre yuvalarının dışındaki orta bağırsağın ilk kısmına benzemektedir.

İleumun anterior kısmı, proctodaeal kapakçık ile arka kısmından ayrılmaktadır. Bu bölgedeki çok sayıda dairesel kaslar muhtemelen büzgen kas gibi rol oynayarak orta bağırsak içeriğinin buraya girişini düzenlemektedirler. İleuma ait epitelyum, proctodael kapakçığın ucundan devam eder ve belirli sayıda nükleus ile ayrılır.

İleumun enine kesitinde iki epitel tipi görülmektedir. Bunlar normal ve zarlı epitellerdir. İleumun posterior kısmındaki epitel, anteriordaki hücrelerden daha kısadır ve lümen posterior kısma doğru daralmaktadır. Epitel zarı, koyu boyalı çok ince bir tabakadır ve düzensiz dağılmış sitoplazma ile seyrek olarak dağılmış nükleuslarla sinsityal yapmaktadır. Kaslar oldukça zayıftır ve tabaka genel olarak çok incedir.

Rektum ve rektal sekum çok yoğundur. Bu yüzden, açılmamış bir epitelin bozulmamış kısımlarını iyi bir şekilde belirlemek oldukça güçtür. Rektal sekum kesitlerinde iyi gelişmiş boylamsal ve dairesel bir kas tabakası bulunmaktadır. Epitel, ileumun zarlı epiteline benzer. Malpighi tüplerinin epiteli geniş, oval şekilli nükleuslarla, granüler sitoplazmaya sahiptir, hücre sınırları ayrıdır ve bazal membranı kalındır (Goverdhan ve ark., 1980).

Triatoma vitticeps (Hemiptera:Reduviidae)'nin orta bağırsağı, histolojide iki farklı hücre tipine sahip basit bir epitelden oluşmaktadır: **(i)** çizgili kenarlarıyla karakterize olmuş sindirim hücreleri farklı yoğunluktaki kromatinli nükleuslarla ve farklı boyanmış sitoplazmik granülleriyle karakterize olur **(ii)** rejeneratif hücreler bazal membran üzerine uzanan sindirim hücreleri arasındaki yuvada oluşmaktadır. Bazal membranın tabanında içte dairesel ve dışta boylamsal kas tabakası vardır.

Açlık periyoduna bakılmaksızın orta bağırsağın üç bölümü apikal epitel katlanmaları ve kalınlaşmış kas tabakasıyla birbirinden ayrılabilir. Bu yüzden orta bağırsağın anterior ve posterior bölgeleri, orta bölgeye nazaran katlı görünmektedir. Ayrıca anterior bölgedeki kas tabakası, orta bağırsağın diğer iki bölgesine göre daha çok gelişmiştir.

Böceklerde beslenmeden üç gün sonra orta bağırsağın anterior bölgesinde, apikal yüzeyindeki çıkıntılı epitel ve bazal katlanmalar, boyanmış sindirim hücreleri ile boyanmamış sitoplazmik granüller ve az yoğun kromatinli nükleuslar görülmektedir. Kan emdikten yirmi gün sonra farklı boyanabilme özelliğindeki veziküllere ve epitelin apikal yüzey katlanmalarına üç günlük açlık periyoduna nazaran daha sık rastlanmaktadır.

T. vitticeps orta bağırsağı'nın orta ve posterior kısmı farklı açlık periyotlarından sonra apikal kısmı katlanmış epitel ve böceklerde daha kısa açlık periyotlarına nazaran beslendikten yirmi gün sonra daha çok sayıda ve daha belirgin farklı sitoplazmik veziküllere sahiptir. Böceğin orta bağırsağının arka bölgesinde kan

emdikten yirmi gün sonra koyu bazofilik bölgeci sindirim hücrelerine rastlanmaktadır.

Morfometrik verilerde, orta bağırsağın farklı bölgeleri ve farklı açlık periyotları karşılaştırıldığında, *T. vitticeps*'in orta bağırsağındaki sindirim hücresi, orta bağırsağın nükleus/sitoplazma oranında, nükleus bölgesindeki hücrelerin etrafında ve boyunda farklılık olmadığını göstermektedir.

Farklı açlık periyotlarında, orta bağırsağın üç bölgesindeki histokimyasal testler, nötral glikozidik bağların temel olarak, epitelial uçta, bazal membranda ve sindirim hücrelerinin sitoplazmik granüllerinde oluştuğunu gösterir. Ancak bununla beraber, kan emdikten üç gün sonra epitelial uçta, orta bağırsağın ön ve arka bölgelerinin bazal membranında ve orta bağırsağın ön bölgesindeki sindirim hücrelerinin sitoplazmik granüllerinde PAS pozitif bölgelerde artış görülmektedir. Böceklerde 20 günlük açlık periyodunda sitoplazmik granüllerin artışının yanı sıra orta bağırsağın üç bölgesindeki epitelial uçta PAS pozitifdir.

Merkür bromfenol blue testi, beslendikten üç gün sonra orta bağırsağın ön ve orta epitelial ucun proteinlerle ve az sayıdaki sitoplazmik granüllerle pozitif reaksiyon verdiğini göstermektedir. *T. vitticeps* kan emdikten 20 gün sonra orta bağırsak boyunca epitelial uçtaki sitoplazmik granüllerde ve bazal membranda üç günlük açlık periyodundakinden daha fazla protein vardır.

Lipitlere bakıldığında böceklerin üç günlük açlık periyodunda orta bağırsağın ön bölgesindeki sindirim hücrelerinin sitoplazmik granüllerinin yanı sıra epitelial uçta ve bazal kısmında yoğun pozitif reaksiyonlar gerçekleşmektedir oysa orta bağırsağın orta kısmında daha az miktarda lipit bulunmaktadır.

T.vitticeps'in orta bağırsağının farklı bölgelerindeki sindirim hücreleri aktin hücre iskeletiyle ilişkili filamentli materyal tarafından desteklenen mikrovilli ucu göstermektedir; ayrıca, mikrovilli yüzey perimikrovillar membrana uyan bir ek

membran tarafından kaplanmıştır. Birleşme bölgeleri, komşu sindirim hücrelerinin lateral plazma membranlarında oluşmaktadır.

Perimikrovillar membran, lümen ve orta bağırsağın bazı noktalarından izole olan mikrovilli ile örtülüdür ve böceklerin 25 günlük açlık periyodunda görülmemektedir. Orta bağırsağın arka bölgesindeki sindirim hücrelerinin apikal sitoplazması, küçük ve pek çok sayıda köşeli mitokondriye sahiptir.

Orta bağırsağın üç bölgesinde de sindirim hücrelerinin bazal plazma membranı, mitokondri ile ilişkili, katlanarak oluşan, iyi gelişmiş bir bazal labirente sahiptir. Bazal labirentin hücre dışı boşlukları yedi günlük açlık durumlarında diğer açlık periyotlarına nazaran orta bağırsağın ön bölgesinde daha geniştir.

Orta bağırsağın üç bölgesinde sindirim hücresi, elektronca yoğun çeşitli veziküllere ek olarak bazı küçük bölgelerde yoğun ve seyrek kromatinli bir nükleusu, zengin Golgi kompleksi bölgesindeki perinükleolar sitoplazmayı, GER ve mitokondriyi göstermektedir.

Sitoplazmadaki veziküllerin ve granüllerin bazı özelliklerinden biri de *T. vitticeps*'in orta bağırsağının üç bölgesindeki sindirim hücrelerine farklılaşabilmesidir. Böylece orta bağırsağın anterior bölgesindeki sindirim hücreleri, glikojen granüllerine, yağ damlacıklarına ve küresel kristallere sahiptir. Bu orta bağırsak bölgesinde lizozomal aktivite tarafından indirgenmiş görünüşlü bazı küresel kristaller bulunmaktadır. Orta bağırsağın orta bölgesindeki sindirim hücreleri, orta bağırsak lümenine yayılmış, elektron yoğunlukları farklı olan granül ve vezikül yığına sahiptirler. Orta bağırsağın arka bölgesindeki sindirim hücreleri farklı görünüşlü veziküllere sahiptir ve onlar mikrovillili, lipit damlacıkları ve koyu yoğun elektronlarca oluşturulan hemozin granüllerinin arasına yayılmasının yanı sıra sitoplazmaya da dağılıbilirler. Kan emdikten 25 gün sonra düzensiz mikrovilli ve sitoplazmik vakuolasyonla bozulma aşamasına gelen hücreler, bu orta bağırsak bölgesinde görülmektedir (Rocha ve ark., 2010).

Predatör *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae)'un orta bağırsak duvarı, içte dairesel ve dışta boylamsal kas tabakasıyla çevrelenen, bazal lamina üzerine oturan tek tabakalı sindirim (silindirik) hücrelerinden oluşmaktadır. Bu orta bağırsağın üç bölgesinde de sindirim hücreleri, iyi gelişmiş fırça kenarı ve sitoplazmik granülleri gösteren genişlemiş bir ucu olan silindirik şekilli hücrelerdir. Bu hücreler kısa mikrovillili ince bir glikokaliks ve perimikrovillar membran içermektedir. Apikal sitoplazma elektron yoğunluğu farklı olan granüllere, lizozomlara, yağ damlacıklarına ve glikojene sahiptir. Yağ damlacıkları, glikojen, Golgi kompleksi, elektronca yoğun granüller, GER ve mitokondri, belirgin nükleolusu olan nükleuslar uzadıkça sindirim hücrelerinin perinükleolar bölgesinde görülmektedir.

B. tabidus'un sindirim hücrelerinin bazal bölgesi, mitokondri ile ilişkili plazma membran katlanmaları ve GER profilleriyle karakterize olmaktadır. Hücre-hücre etkileşimi, hücrelerin apikal bölgesindeki düz birleşme yerinde görülmektedir. Orta bağırsak epiteli, hücreler arası boşluk içine girebilen, hücresel olmayan kalın bir bazal lamina üzerine yaslanmaktadır. Bütün çalışmalarda, orta bağırsağın üç bölgesinin de bir perimikrovillar membran içerdiği görülmektedir. Bazı apoptotik benzeri hücreler orta bağırsak epitelinde bulunmaktadır.

B. tabidus'un orta bağırsağının anterior bölgesindeki sindirim hücreleri, kısa mikrovillili çalışmalar arasındaki ince yapısal farklılıkları göstermektedir. Depo glikojen ve elektronca yoğun granüller aç ya da bitkilerle beslenen predatörlerde bulunmamaktadır. Bu çalışmalardaki sindirim hücrelerinin bazal kısmı, bir bazal labirentle sonlanan mitokondri ile ilişkili bazal plazma zar katlanmalarına sahiptir. Bitkilerle beslenen böceklerdeki hücrelerin bazal kısmında multiveziküler kümeler vardır. Bütün çalışmalarda bazal lamina $0,66 \pm 0,1$ μm kalınlığındadır.

Orta bağırsağın ön bölgesindeki sindirim hücrelerinin apikal ve perinükleolar sitoplazmasında, avla beslendikten 2, 6 ve 12 saat sonraki çalışmalarda çok sayıda elektronca yoğunluğu farklı olan granüller, yağ damlacıkları ve glikojen depoları oluşmaktadır. Avlanarak beslenmeden 2 saat sonra sindirim hücrelerinin

sitoplazmalarında küresel kristaller bulunmaktadır ve beslenmeden 6 saat sonra glikojen depoları azalmakta ve lizozom miktarı artmaktadır. Avlanarak beslenen bu böceklerin sindirim hücrelerinin bazal kısmında aç ya da ökaliptus yapraklarıyla beslenen böceklerle karşılaştırıldığında, mitokondriyle bağlantılı daha derin bazal plazma membran katlanmaları görülmektedir.

Bu çalışmaların, ince yapılarındaki farklılıklar, orta bağırsağın orta bölgesindeki sindirim hücrelerinin daha az belirgin olmasıdır fakat mikrovillileri orta bağırsağın anterior ve posterior kısımlarına nazaran daha uzundur ($2,00 \pm 0,26 \mu\text{m}$). Bütün çalışmalarda apikal sitoplazma, yağ damlacıkları, elektronca yoğun granüller ve perinükleer bölgede iyi gelişmiş GER içermektedir. Beslenmeden 6 saat sonra, bu hücrelerin, lizozom birikintilerinin ve glikojen depolarının azaldığı görülmektedir. Sindirim hücrelerinin bazal bölgesinde, mitokondri ile ilişkili plazma membran iç katlanmalarının yanı sıra, lipit damlacıkları ve glikojen deposu da görülmektedir. Bazal lamina $0,42 \pm 0,1 \mu\text{m}$ kalınlığındadır.

Orta bağırsağın arka kısmındaki sindirim hücreleri, ön ve orta bölgesinin ince yapısındaki farklılıklarla karşılaştırıldığında, nispeten kısa mikrovillilere sahiptir ($0,62 \pm 0,40 \mu\text{m}$). Bütün çalışmalarda, sindirim hücrelerinin apikal ve perinükleer sitoplazmasında, yağ damlacıkları, elektron yoğunluğu farklı granüller, GER, çok sayıda lizozom ve mitokondri görülmektedir. Bu hücrelerin bazal bölgesinde, orta bağırsağın diğer iki bölgesine nazaran daha az plazma membran katlanmaları görülmektedir. Mitokondri ve yağ damlacıkları bu iç katlanmalarla ilişkilidir. Bazal membran, $0,66 \pm 0,05 \mu\text{m}$ kalınlığındadır.

Orta bağırsağın posterior kısmındaki çalışmaların, ince yapısındaki farklılıklar belirgindir. Aç olan böceklerin sindirim hücreleri daha az miktarda glikojen içermektedir. Bitkilerle beslenen bu böceklerde çok miktarda glikojen sitoplazma boyunca dağılmış halde bulunmaktadır. Avlanarak beslendikten 6 saat sonra, apikal sitoplazma da dahil sindirim hücrelerinin sitoplazmalarında, bol miktarda GER ve mitokondri bulunmaktadır. Aksine, diğer çalışmalarda, orta bağırsağın anterior ve orta kısmında bu organeller yoktur. Bu farklılıkların yanı sıra bu çalışmada apikal

hücre kısmında çift zarlı veziküller gözlenmektedir. Beslenmeden 12 saat sonra, *B. tabidus*'un sindirim hücrelerinin apikal sitoplazmasında çok sayıda lizozom oluşmaktadır (Fialho ve ark., 2009).

Arıların ileumu, malpighi tüplerindeki açıklığın hemen üzerine yerleşmiş olan bir kapakçık tarafından belirginleştirilen, orta bağırsağın distal kısmına geçmesiyle son bağırsağın proksimal kısmına benzemektedir. Tüm ileum lümeni, kütikula ile kaplıdır ve rektum içermektedir. İleumun arka distal kısmı, kapak benzeri bir yapının olduğu yer olan, rektum içine girinti yapar. Enine kesitler, epitelin lümen içine doğru 4-6 katlanmadan oluştuğunu göstermektedir. Yüzeysel olarak, birkaç kas lifi tarafından oluşturulan, tek tabakalı dairesel bir kas tabakası vardır ve bu tabaka ile ileum epiteli arasında, trakenin girişini engelleyen kas tabakasının olduğu yerdeki epitel katlanmaların bazal kısmında, daha geniş olan ayrı subepitelial bir yüzey vardır. Tek tabakalı epitel kübik epitelden silindirik epitele değişebilen sadece tek hücre tipinden oluşur. Çalışılan numunelerin hepsi, ileum rektal ara yüzeyinde düzleşmiş hücrelerle genellikle apikal plazma membran katlanmaları ve bazal nükleusları olan ileum epitelial hücrelere sahiptir.

İleal duvarının yapısal organizasyonu burada çalışılan bütün türlere benzese de epitel hücrenin şeklinde, nükleusun konumunda, kromatin yoğunluğunda ve kütikular kalınlığında bazı farklılıklar vardır. Örneğin, *Apis mellifera*, *Cephalotrigona capitata*, *Exomalopsis auropilosa*, *Melipona rufiventris*, *M. compressipes*, *M. eburnea*, *Nannotrigona testaceicornis*, *Partamona helleri*, *Paratrigona lineata*, *Plebeia remota* ve *Tetrapedia nigritarsis*, küresel hücrelere sahipken, diğer türler silindirik hücrelere sahiptir.

Tüm epitel boyunca uzanan kütikula, sırasıyla *M. Scutellaris* ve *Xlycopa frontali*'de 0,7 µm' den 4,6 µm'ye kadar çeşitli kalınlıktadır. *Augochloropsis* sp., *Melipona capixaba* ve *M. Scutellaris*'in epitel hücrelerinde nükleus merkezdeyken, diğer türlerde hücrenin bazal kısmına yerleşmektedir. *Augochloropsis* sp., *Bombus morio*, *Centris violacea*, *Epicharis flava*, *Euglossa mandibularis*, *Exomalopsis auropilosa*, *Friesomelitta varia*, *Geotrigona* sp., *Megachile* sp., *Megalopta* sp., *Paratrigona*

lineata ve *Xylocopa frontalis*'de kromatin yoğun değilse de diğer pek çok türde bazı kısımlarda yoğun kromatin görülmektedir. Feulgen reaksiyonu, yoğun kromatinli pek çok bölgeye sahip olan deforme olmuş nükleusla, farklı büyüklükte, çok sayıda vakuol içeren sitoplazmayı göstermektedir. Bu vakuoller, organın arka yarısında biriktirilen *A. mellifera*, *E. mandibularis*, *F. varia*, *Melipona quadrifasciata anthidioides*, *M. Bicolor* ve *P. helleri* türleri hariç, tüm orta bağırsak boyunca mevcuttur. Ayrıca, hücrenin orta kısmına uzanan apikal plazma membran katlanmaları da gözlenmektedir.

Genel olarak bağırsağın genişliği vücut büyüklüğü ile artmaktadır; fakat sosyalite derecesiyle bir ilişkisi yoktur (Santos ve Serrão, 2006).

Brochymena quadripustulata (Hemiptera: Pentatomidae)'nm sindirim kanalı farinks, özofagus, dört bölgeden oluşan mide, pilor ile bir çift malpighi tüpü, rektum ve yardımcı salgı yapılarından oluşmaktadır.

Mide dört bölgeye ayrılmaktadır. Her bir bölge uzunluk ve şekil bakımından farklıdır. Midenin ilk kısmı, belirgin göze çarpan dorsal çizgili, katlanmış, buruşuk yüzeyle, ince duvarlı, içi boş, genişlemiş şekilde uzanan bir kese gibi görünmektedir. Disekte edilen numune, laboratuvar koşulları altında, bu bölgede, ringer çözeltisiyle peristaltik hareketler sergilemektedir. İkinci mide kısmını dorsal şekilde yönlenmiş, uzun ince bir tüp takip etmekte ve daha sonra midenin ilk bölümünün posterior kısmının altına, önden ventrale doğru uzanmaktadır. *B. quadripustulata*'nın sindirim kanalının en kısa bölgesi olarak görülen midenin üçüncü kısmı giderek genişlemektedir. Midenin dördüncü bölümüyle birleşmek için son kısımlara doğru daralan bu soğan şeklindeki yapı, onun tüm uzunluğu boyunca yerleşen, dört sıra halindeki gastrik sekum tarafından kuşatılan tübüler yapıdan oluşmaktadır. Midenin dördüncü bölümü, pilorik bölge üzerindeki pilorun ucuyla birleşmekte ve abdominal boşlukta halka şeklinde kıvrılmaktadır. Gastrik sekum, mideyi bu açıdan örtmektedir. Gastrik sekum, birbirine yaklaşmış kese şeklinde görülmektedir.

Pilor kısmına, malpighi tüplerinin eklenmesinin yanı sıra midenin dördüncü kısmının tutunmasını sağlar. Pilor, ön ucunun her tarafına tutunan bir çift malpighi tüpü ile yuvarlak tokmak benzeri bir yapı olarak görünmektedir. Malpighi tüpleri, daha aşağı abdomen ile sivrileşmeden önce, mide bölgesi etrafına sarılarak serbestçe yüzer. Pilor'un posterior ucu, rektum ile birleşme yerinde hafifçe daralır.

Rektum, anal açıklığı olan sindirim kanalının en posterior kısmıdır. Rektal kese, merkezde genişleyen ve daha sonra aniden anüs içine doğru daralan zarlı bir yapıdadır. Rektum, içerdiği sıvı miktarına bağlı olarak geniş kalp şeklinden, küçük oval şekilli keseye kadar çeşitli şekillerde ve genişlikte olabilmektedir.

Yardımcı salgı yapıları, temel ve yardımcı bez ve kanallarından oluşmaktadır. İki temel salgı bezi, eşsiz bir şekilde çok lobludur ve torakstaki mide kısmının dorsalindeki arka loblar, abdomen içine uzanmaktadır. Her temel salgı bezi, baştaki kapsül içine uzanan uzun bir kanalla açılan, yardımcı salgı bezini oluşturur. Abdomenin içine geri dönen kanal, direk olarak anterior kısma yönelir ve sonuçta temel salgı bezinin iki lobunun birleştiği açıklıklara ve bir seri katlanmalara maruz kalır (Barber ve ark.,1980).

Lepidopteran larvasının sindirim kanalının en geniş kısmı orta bağırsaktır. Orta bağırsakta, silindirik hücreler bulunmaktadır. *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae)'un endokrin hücreleri nadiren silindirik epitel hücreleri arasına ve bazal lamina üzerine yerleşmektedir. Yapılan çalışmalarda, bu hücrelerin luminal yüzey ile ilişkili olmadığı gözlemlenmiştir. Yarı ince kesitlerde, grup halinde veya ayrı ayrı bulunmaktadırlar.

Orta bağırsak endokrin hücreleri ya silindirik ya da koni şeklindedir ek olarak, eksenleri silindirik epitel hücrelerin eksenlerine paraleldir. Koni hücrelerinin nükleusu yoğun ökromatin külesiyle doludur. Nükleolus nükleusta oldukça net görülmektedir.

Bu hücelerin sitoplazmalarında organeller az sayıdadır. Ancak, sitoplazmada GER net bir şekilde görülmektedir. Golgi kompleksi iyi gelişmiştir. Endokrin hücrelerin bazal kısmına çok sayıda salgı granülü yerleşmiştir.

Salgı granülleri, bazal lamina ve hücreler arası boşluklara salgılanmaktadır. Bu granüller, bir birim membranla çevrelenmiş olup yoğun materyaller içermektedirler. Endokrin hücrelerinin bazıları, vezikül ve mitokondri içermektedir (Gül ve ark., 1999).

Yapılan tüm araştırmalara göre *Anastrepha fraterculus* ve *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)'nın sindirim sistemi yapıları, karşılaştırıldığında çok önemli farklılıklar yoktur.

Kursak kanalı, yoğun bir kas tabakasıyla kuşatılmış, geniş, mesane benzeri bir yapı olup geniş bir kursakla sonlanan uzun dar bir tüptür; kursak kanalı stomodeal sinir tarafından uyarılmaktadır. Boylamsal kaslar dairesel kas lifleriyle bağlantılıdır.

Peritrofik membranı oluşturan mide ağzı kapakçığı yuvarlaktır, fakat antero-posterior bölgeye doğru yassılaştırmıştır ve yüzeyinde çok belirgin boylamsal oluklar vardır. Mide ağzı kapakçık ve orta bağırsak arasında, diğer böceklerin proventrikulusunun boyun kısmında bulunan dar ve kısa bir bağlantı vardır.

Toraksik bölgedeki bu dar bağlantıyı, dorsal kısmının üzerinde nodülleri olan düz bir orta bağırsak takip etmektedir. Orta bağırsak, boylamsal ve dairesel kas lifleri içermektedir. Nodüller dairesel kas liflerinin hareketiyle oluşmuştur. Bu bölüm epitele giren ve kas lifleri arasında gelişen çok sayıda trakeal dallarla alt bölümlere açılmaktadır.

Karıncığın abdominal kısmında merkezdeki zayıf kıvrımlar görülmektedir ve yüzeyinde düzenli kas lifleri vardır. Aksine, distal bölge ise çok pürüzlüdür ve kas liflerinin dağılımı çok belirgin değildir. Kas lifleri çok belirgin olmadığı için, boyuna lifleri ayırmak mümkün değildir. Anterior bölgelerdeki gibi kas liflerinin arasına

giren, kıvrımlı karıncığın tüm yüzeyindeki trakeal sistem çok sayıda dallanmalar yapmıştır. Mide ileuma açılmaktadır ve ileumda malpighi tübüllerine ek olarak daha düzenli dairesel kas lifleri görülmektedir.

İleum, rektum girişinde büzülen ve iyi gelişmiş dairesel kas tabakasından oluşan temel bir organizasyona sahiptir. *A. fraterculusta*'da rektum, *C. capitata*'dan daha geniştir fakat daha az gelişmiş dairesel kas tabakasına sahiptir. Rektumun anterior kısmı, ikişer ikişer düzenlenmiş dört rektal yastık içerir. *A. fraterculusta*'da rektal yastık, *C. capitata*'nın kinden 1,5 kat daha büyüktür. *A. fraterculus* ve *C. capitata*'nın rektal keseleri, morfolojiksel olarak farklı bölgedeki yuvalara giren bir trake tarafından direk olarak karşılanır.

Rektum bir anal rektal bağlantısıyla dış çevre ile ilişkilidir. Bu bölge daha ince ve çok belirgin olmayan bir kas tabakası olan bir posterior kısım ve kalın dairesel kas tabakalı anterior bölgeden oluşmaktadır. Bu ikinci kısım, kloak ile bağlantılıdır (Caetano ve ark., 2006).

Bactrocera dorsalis (Diptera: Tephritidae)'in sindirim kanalı uzun bir tüp şeklindedir. Diğer böceklerde ön, orta ve son bağırsak parçaları bulunmaktadır. Yapılan gözlemler sadece ön bağırsak ve mide ağzı ile ilgilidir. *B. dorsalis*'in ön bağırsağı özofagus ve kursak olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.

Özofagus, toraksın anterior kısmındaki servikal bölgeye yerleşmiş ince bir tüptür. Bu yapı, cibarial pompadan kardiyağa uzanır. Işık mikroskopunun enine kesit görüntüleri, özofagusun iyi gelişmiş tek tabakalı dairesel bir kas takasıyla çevrelendiğini göstermektedir. Epitel sade ve farklı kalınlıklardadır. Bir kütikul tabakası vardır. Böceğin özofagus yapısının, anteriordan posteriora kadar farklı olduğu görülmüştür. Anteriordaki epitel kalınlığı, enine kesitlerde aynı iken, dorsal kısımlarda daha kalındır. Bağırsak lümeni geniştir. Posterior kısımdaki epitel kalınlığı tüm enine kesitlerde eşit görülür, bağırsak lümeni ise daha dar ve küçüktür.

Elektron mikrograflarında epitel çok basit bir şekilde görülmektedir. Epitel hücreleri az sayıda ribozomların yanı sıra birkaç endoplazmik retikulum sisternası ve sadece birkaç tane küçük mitokondri içermektedir. Bazal membran epitel altına uzanmaktadır. Periferik özofagus, iyi gelişmiş düz kas yapısıyla çok sayıda ve oldukça küçük mitokondri, endoplazmik retikulum ve sarkolemmayla kuşatılmıştır.

Sineğin kursağı, kursak kanalı olarak bilinen dar bir tüp tarafından özofagus içine açılan ön bağırsağın yanal divertikulumudur. Saplı bir kese, kursak, kanalının ucuyla bağlantılıdır. Bu kese, abdomenin anterior kısmına uzanmaktadır. Dar kanal $1,5 \pm 0,2$ mm (n=10) uzunluğunda $45 \pm 5\mu\text{m}$ (n=10) çapındadır ve özofagusun uç kısmına açılmaktadır.

Kursağın, ışık mikroskopik yapıları, kursak duvarına uzanan çok sayıda katlanmalar içermektedir. Epitel ve kütikul katlı olup lümen içine çıkıntı yapmış yıldız şeklindedir. Kesenin duvarı, lümen içine doğru katlanmıştır. Kese, ayrıca iyi gelişmiş dairesel bir kas tabakasıyla çevrelenmiştir ve besin depolandığı zaman daha geniş ve daha uzun görülmektedir.

Kursağın ince yapısı, yoğun epikütikullu dar bir tabaka olan kütikulu ve oldukça kalın bir tabaka olan mikrofilament endokütikulu göstermektedir. Kütikul altındaki epitel tabakası, kasın sarkolemmasına yakın olan bazal membrana bağlıdır. Epitel hücreleri birkaç tane mitokondri fakat çok sayıda düz endoplazmik retikulum içermektedir. Visseral kas fibrilleri, sıkı paketli kas ile I, Z ve A bandına ayrılmaktadır (Lee ve ark., 1998).

Bactrocera dorsalis (Diptera: Tephritidae)'in sindirim kanalının (yaklaşık 16 mm) en uzun kısmı olan orta bağırsak, ön ve son bağırsak arasına yerleşmiştir. Silindirik yapılı düz anterior bölge toraksa yerleşmiştir, posterior bölge ise ilk üç abdominal segmente kadar uzanarak halka şeklinde kıvrılmaktadır. Düz bölge, ön bağırsağı izleyen mide ağzının arkasında ve yaklaşık 0,45 mm çapındadır. Halkalanmış kısım fiksasyondan önce peristaltik hareketler yapmaktadır. Burada çap tam olarak her yerde aynıdır (0,19 -0,55 mm) fakat ön kısımlar dardır. Başlangıçta halkalı kısmın

yönü aşağı doğrudur, sonra sola ve yukarı doğru dönerek, saat yönünde iki tur yapmaktadır. Sonuçta, posterior kısım, son bağırsakla birleşen pilor bölgesine doğru iner. Orta bağırsağın ince yapısı, bazal membrana bağlı tek tabakalı epitelden oluşmaktadır. Epitelin apikal kısmı, çizgili kenar mikrovilli ile karakterize olur. Epitel ve bazal membran zayıf kaslı iki tabaka ile hemosel yüzeyden çevrelenmektedir. Trakeoller hücrenin hem iç hem dış kısmına dağılmıştır.

Epitel dört tip hücreden oluşmaktadır: Silindirik hücreler, goblet hücreleri, dokular arası hücreler ve rejeneratif hücreler. Epitel temel olarak silindirik hücrelerden oluşur ve farklı kısımlarda ikizkenar yamuk ve küresel şekillidir. Bu hücreler lümen içinde fırça kenar benzeri mikrovilli içerirler. Sitoplazmaları iyi gelişmiş endoplazmik retikulum, Golgi kompleksi, mitokondri, salgı granülleri ve sitoplazma içine uzanan bazal katlanmaları içermektedir. Mitokondriler, çoğunlukla hem hücrenin kenarına hem de bazal kısmına dağılmıştır. Çok sayıdaki salgı granülleri Golgi kompleksleri ile birleşmektedir.

Az sayıdaki goblet hücreleri, böceğin orta bağırsağında bulunur. Goblet hücreleri, orta bağırsağın orta kısmındaki, merkezi lümen katlanmalarına yerleşmiş olup, düzensiz mikrovillilere sahiptir. Mikrovillinin alt ve uç kısımları genellikle elektronca yoğun veziküllerle doludur. Bu hücreler, ayrıca endoplazmik retikulum, küçük mitokondri ve veziküller içermektedir. Dokular arası hücreler, goblet hücreleri arasındaki boşluklarda bulunmaktadır. Bunlar, bağırsak lümeni içine uzanan zengin mikrovillili büyük hücrelerdir ve goblet hücrelerinin apikal kısımlarını kaplamaktadırlar. Bu hücrelerin sitoplazmik bölümleri silindirik hücrelere benzemektedir. Mitokondrileri çoğunlukla bazal plazma katlanmaları ve hücrelerin apikal bölgesiyle ilişkilidir. Ancak bu hücrelerin çoğu mikrografta görülmemektedir.

Rejeneratif hücreler grup olarak epitelin bazal kısmında bulunan yuva hücrelere farklılaşmamıştır. Bağırsak lümeni ile bağlantı yapmazlar. Bu hücreler, uzun nükleuslara sahiptir ve sitoplazmaları çok sadedir, birkaç endoplazmik retikulum, Golgi kompleksi ve kısa bazal katlanmaların yanı sıra mitokondri içermektedir. Bu hücrelerin mikrovillileri yoktur.

Peritrofik membran iki tabakadan oluşur. İnce olan tabaka ektoperitrofik yüzeye doğru yerleşirken, kalın olan tabaka endoperitrofik yüzeye doğru yerleşmektedir. Gevşek bir şekilde birbirleriyle bağlantılıdır fakat birbirlerine paralel değildirler. Salgı granülleri hücrelerin apikal kısmından ayrılmaktadır.

Apikal plazma membranında mikrovilliler arasında pinositik çöküntülere sahiptir. Pinositik vezikül hücrenin korteksi boyunca apikal plazma membranından uzanır. Salgı granülleriyle bağlantılı ve plazma membran çöküntülerine sahip olan bu yapı, hücreden lümenine salınan enzimlerin ektositozisi olarak tanımlanmaktadır (Hung ve ark., 2000).

Spodoptera exigua (Lepidoptera: Noctuidae)'nm orta bağırsak epiteli, silindirik, goblet, endokrin ve rejeneratif hücrelerden oluşmaktadır. Endokrin hücreler, silindirik hücreler arasında ve rejeneratif hücrelerin yakınlıklarına yerleşmiştir. Her bir larval evrenin başlangıcında (1st-5st), endokrin karakterli silindirik hücreleri ayırt etmek zordur. Rejeneratif hücreler, çoğalabilmekte, silindirik, endokrin ve goblet hücrelerine dönüşebilmektedirler. Goblet veya silindirik hücrelerin farklılaşmasını belirlemek kolaydır fakat silindirik hücreler, orta bağırsak lümenine geçtikten sonra endokrin karakterli bir hücre olmaktadır. Rejeneratif hücreler, öncelikle orta bağırsak lümenine doğru uzanır. Orta bağırsak lümenine geçtikten ve mikrovilli oluşuktan sonra silindirik ve endokrin hücrelere farklılaşırlar. Böylece, *S. exigua*'nın orta bağırsak epitelindeki endokrin hücreleri, mikrovilli oluşturan, apikal membranla ilişkili “**serbest**” tip orta bağırsak lümeni ile bağlantılıdır.

Endokrin hücrelerin bazal membranı çok belirgin katlanmalar yapmamaktadır. Sitoplazmaları çok sayıda Golgi kompleksi, GER ve DER sisternaları ve lamelli (ince tabakalı) yapılar oluşturur. “Serbest” tip endokrin hücrelerin 1st-5st larval evrelerinde, granüller ve veziküller gözlenmektedir. Endokrin hücrelerin granülleri, muhtemelen glikojen içeren elektronca yoğun granülleri biriktirmektedir. Bu yapılar, öncelikle bazal sitoplazmada sonra perinükleer ve apikal sitoplazmada bulunmaktadır. Veziküllü endokrin hücreler iç merkezi kısmı elektronca yoğun

olan küçük ve büyük şeffaf elektron veziküllerince zengindir. Tüm sitoplazmada mevcuttur. 5. larval evresinde, 1-4 larval evresine oranla veziküllü endokrin hücre sayısında artış gözlemlenmiştir (Roszkowska ve ark., 2008).

Sindirim kanalının en uzun kısmı olan *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nin larval orta bağırsağı, larval vücut boşluğu içinde katlanmış ve bükülmüş şekilde uzanmaktadır.

Orta bağırsağın ince yapısı temel olarak mikrovillili silindirik hücrelerden, çok sayıdaki lipit damlacıklarından, farklı yapıdaki salgı granüllerinden, ferritin granüllerinden, büyük lizozomal cisimlerden ve çok sayıda mitokondri tarafından çevrelenen GER veziküllerinden oluşmaktadır. Nükleus, net bir şekilde görülmektedir ve çok sayıda GER vezikülü tarafından kuşatılmaktadır. İyi gelişmiş peritrofik bir membran gözlenebilmekte ve ayrıca lateral hücre, birbirinden ayrı, iki farklı hücreyi birleştirmektedir. Hücreler bazal membrana bağlıdır ve plazma membranındaki bir bazal labirent, ekstraselüler boşluğu olmayan dar kanalları içermektedir (Taha ve ark., 2010).

Üçüncü larval evresindeki *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae)'nin sindirim kanalı, tek, ön orta bağırsak (stomodeum), merkezi orta bağırsak (mesenteron) ve arka son bağırsak (proctodeum) ve esas sindirim tüpünün yardımcı kanallarından oluşan uzun tübüler organ sistemidir. Orta bağırsak çoğunlukla, bu türlerin sindirim kanalının en uzun kısmına uzanmaktadır.

Ön bağırsak, ağız ucunun anterior kısmından başlayan belirgin bir tek tüpten, özofagustan ve kardiyağın ön kısmı ile tükürük bezleri ve ana sindirim bezinden oluşan oldukça belirgin bir kursaktan oluşmaktadır.

C. megacephala'nın üçüncü larval evresinde, kursak, oldukça genişlemiş bir divertikül gibi yanal şekilde özofagustan ayrılmaktadır. Narin bağ dokusunun iç yüzey kılıfı, SEM görüntülerinde, oldukça katlanmış düzensiz konformasyonlu kursak duvarını kaplamaktadır. Bir kütikulanın yarı ince kısmı, iç epikütikulanın ve

endokütikül örtüsünün, katlanmış yapısını açık bir şekilde göstermektedir. SEM görüntülerinde, basit düz tüp şeklinde, özofagusun dış yüzeyinde boylamsal, katlı soluk görünüşlü kas lifleri mevcuttur. Yarı ince kesit görüntüsünde bu yapının ayrıca da bir sıkı epikütikül ve lümen içine invaginasyon yapan endokütikül örtü katlanmalarından oluşan kütikular bir tabaka ile çevrelendiği görülmektedir. Dairesel kaslar ise bu dokuyu periferel bir şekilde kuşatmıştır.

Orta bağırsak, *C. megacephala*'nın orta bağırsağı larval vücut boşluğu içinde bükülmüş ve katlanmış sindirim kanalının en uzun kısmıdır. Bu türde, dört uzun gastrik sekum gözlemlenmektedir ve dış yüzeyleri düz, düzensiz şişkinliklere sahiptir.

Anterior orta bağırsak, gastrik sekumun birleşme yeri ve mide ağzından ortaya çıkmaktadır. Dış yüzeyi, içte dairesel, dışta boylamsal kas tabakalı çok düzgün yüzeyli olan gastrik sekuma benzemektedir. Trake tübüllerinin orta bağırsak içine eklenmeside, bu bölgede oldukça yaygındır. Bu bölgenin, son araştırmalardaki yarı ince kesitleri, merkezi lümen içinde peritrofik membran içeren anterior orta bağırsak dokusunu göstermektedir ve çeşitli büyüklükte, oldukça çok sayıda koyu boyanmış salgı granülleriyle dolu tek tabakalı kübik epitel hücreleriyle çevrenmiştir. Gastrik lümen içindeki hücrede nadiren geniş salgı granülleri görülmektedir.

Orta bağırsağın anteriordan posteriora doğru uzantısı, orta bağırsak merkezinin en genişlemiş kısmı olarak bilinmektedir. Orta bağırsak merkezinin bileşenleri, tek tabakalı kübik epitelle çevrili, lümen içindeki peritrofik membrana sahip olan anterior orta bağırsağa benzemektedir. Peritrofik membran ince, şeffaf iken, orta bağırsak merkezindeki epitel hücreleri hem iç hem dış kısımlarda çok sayıda salgı granülü içermektedir. Orta bağırsak merkezi boyunca, yarı ince kesitlerde, epitel hücrelerinin her birinin içinde koyu boyanmış çok sayıda salgı granülü bulunmaktadır. Ayrıca tımbul vücut hücreleri de bu epitel hücrelerinin arasında bulunmaktadır. Bu epitel hücrelerinin hem bazal membrandan içe doğru zar katlanmalarının varlığı hem de apikal yüzeylerinde uzun mikrovillilerin varlığı ile bu

hücrelerin önemli absorpsiyon ve salgılama fonksiyonlarını yerine getirdiği anlaşılmaktadır.

İleum, rektum, kolon ve anüsün dış yüzeyi, gaz değişimi için bol trakeolle gömülmüş ve bir kas tabakasıyla kaplı orta bağırsağa benzemektedir. Son bağırsağın karakteristiği olan, oldukça katlı kütikul tabakası, ileum lümenini kuşatmıştır (Boonsriwong ve ark., 2006).

Yaygın olarak çoğu Lepidoptera larvasında sindirim sistemi, yapısal ve fonksiyonel olarak üç farklı kısım olan ön, orta ve son bağırsaktan oluşmaktadır. Kıvrımlı halkasal yapısı çözülmemiştir ve divertikül ya da kripte sahip değildir. Ön bağırsağın anterior kısmı proksimal ağız kısmına açılmaktadır. *Hofmannophilla pseudospretella* (Lepidoptera: Oecophoridae) larvasında ön bağırsaktan orta bağırsağa besin iletilmektedir ve depolama fonksiyonuna sahip değildir. Orta bağırsak sindirim ve absorpsiyon bölgesidir. Malpighi tübülleri orta ve son bağırsağın birleştiği yerden çıkar ve bu tübüllerin üç dalının distal son kısmı anüse açılan kese benzeri son bağırsak ve rektumdan oluşmaktadır. Son bağırsak su ve diğer besinlerin feçesten atıldığı bölge olarak görülmektedir. Disekte edilmiş ön bağırsak kesiti, 15-20 tane dikenli kısa tübül, kaslı farinks, ince duvarlı ve hafif kaslı, iç yüzeyi düzgün özofagustan oluşmaktadır. Ön ve orta bağırsak arasındaki büzgen kas proventrikulusunda kütikul yoktur. Özofagal invaginasyonu 0,35 mm, üç loblu, hafif sert olup, orta bağırsak içine uzanmaktadır.

Orta bağırsak, belirgin bir bölmesi olmayan uzun tüp şeklinde bir yapıdır. Sindirim sisteminin geri kalan kısmının duvarı şeffaf bir zara benzerken, orta bağırsak yarı opak görünümündedir. Bu, epitel kalın olduğu için ve larva aktif bir şekilde beslendiği için, peritrofik membran ve orta bağırsak duvarı arasında bol sayıda ince duvarlı sitoplazmik küreler oluşmaktadır. Aç larvada, bu geniş dağılık sitoplazmik küreler az sayıdadır.

Son bağırsak, her biri 5-7 bantlı büzgen kas tarafından ayrılan üç odadan (ileum, kolon, rektum) oluşmaktadır.

Silindirik, goblet ve rejeneratif olan üç tip hücre, orta bağırsak epitelinde ışık mikroskobu tarafından kolayca görülebilmektedir. Orta bağırsak epiteli, orta bağırsağın çoğunda (%70) aynıdır sadece anterior ve posterior bölgelerde çeşitlilik görülmektedir. Orta bağırsağın anterior ve posterior bölgesindeki silindirik ve goblet hücreleri, merkezi bölgede daha büyük ve daha dardır. Bu anterior ve posterior bölgelerde nükleuslar daha uzundur. Özellikle mikrovillus hattı belirgindir ve 200 µm'ye kadar ulaşmaktadır ve böylece orta bölgede gözlenen hücrelerden ortalama hemen hemen üç kat daha uzundur. Orta bağırsak bölgesindeki goblet ve silindirik hücrelerde önemli bir farklılık yoktur.

Silindirik hücrelerin nükleusları taban ve merkez kısmına yerleşmektedir. Nükleus üzerindeki apikal sitoplazma granüler görünmektedir ve bazal sitoplazma PAS Alcian ile boyandığı zaman şeritli bir şekilde görülmektedir. Silindirik hücrelerin dış yüzeyindeki mikrovilliler, gri-mavi boyanmaktadır ve özellikle mikrovillinin uzun olduğu bölgede, bağırsak boyunca mukus benzeri maddeler PAS boyası ile belirsiz bir şekilde boyanmaktadır. Özellikle orta bağırsağın anterior ve posterior bölgelerinin apikal sitoplazmasında, PAS Alcian ile boyanan muhtemelen küresel koyu granüller görülmüştür.

Sitoplazmik küreler, özellikle anterior ve posterior bölgede silindirik hücrelerin apikal yüzeyindeki tomurcuklanmalarla oluşmaktadır. Hücre yüzeyinin sadece bir kısmı çöküntüleşmektedir ve veziküller kısa kadeh görünümündedir. Sitoplazmik küreler, 150 µm çapındadır ve genişliği 60-200 µm arasındadır. Bu yapılar, granüler sitoplazmalı ve ince duvarlıdır fakat nükleus içermemektedirler. Goblet hücreleri, cep şeklindedir. Oval şekilli nükleus, bazal sitoplazmada lateral yönde uzanmaktadır. Goblet hücrelerinin apikal kısmında sitoplazma gözlenmemektedir. PAS Alcian ile, açık mavi boyanmış goblet hücrelerinin oluşması ve parmak benzeri villilerin uzanışı, asit mukopolisakkaritlerin varlığını göstermektedir. Orta bağırsaktaki goblet hücre oyukluklarının apikal kısmı, PAS pozitifdir. Mikrovilliler, Giemsa ile boyandığı zaman, goblet hücrelerinin yarısını doldurmaktadır ve silindirik hücre mikrovillileri asidofilik olarak görülmektedir.

Rejeneratif hücreler, orta bağırsaktaki düzensiz aralıklarda gruplar halinde bulunmaktadır. Dış zar üzerine tutunurlar ve sindirim sisteminin lümeni ile temas etmezler. Sitoplazma da aynı görünümde ve her hücre geniş bir nükleusa sahiptir. Rejeneratif hücreler granüler hücrelere benzediği için onları ayırt etmek oldukça güçtür.

Aç larvadan alınan hem bütün hem de bölümlere ayrılmış bağırsak örnekleri, açlık periyodundaki 7 gün süresince deri değiştiren larvaları gösteren, kapsüllü kütikula parçalarını içermektedir. Peritrofik membran, hem aç hem tok larvada mevcuttur. Peritrofik membran arasındaki geniş sitoplazmik kürecikler ve orta bağırsak epiteli aç larva dokusunda yaygın değildir ve yeni sitoplazmik küre tomurcuklanmaları gözlenmemektedir. Belirgin sınırları olmayan çöküntüler ve daha küçük sitoplazmik kürecikler bronz mat ışık altında, epitel yüzey örtüsüyle kuşatılmış olarak gözlenmektedir. Bu kısımdaki kabuk soyulabilir ve diseksiyon solüsyonunda bozulabilir. Yün ve kazeinle beslenen larvalar arasında bağırsak histolojisi arasında farklılıklar vardır. Bu aç larva iki farklı özellik gösterir. Birincisi çok sayıda rejeneratif hücrenin Giemsa ile boyandığı zaman ayırıcı bir bant gibi görünmesi, ikincisi bir ya da daha çoğunlukla iki tane küresel granüler kütle içeren goblet hücrelerinin boşluğun apikal yarısında bulunmasıdır.

Beslenmiş larvalar aç larvalarla kıyaslandığında silindirik hücrelerden daha uzun ve goblet hücrelerinden daha geniştir. Yünle ya da kazeinle beslenen larva hücrelerinin boyutunda önemli bir farklılık yoktur (Gerard, 2002).

Anticarsia gemmatalis (Lepidoptera: Noctuidae) larvasının sindirim kanalında fark edilebilen üç temel bölge, çeşitli uzunluk ve çaplarda olabilen düz bir tüpten oluşmaktadır: ön bağırsak, orta bağırsak ve son bağırsak.

Ön bağırsak, ağız boşluğu, farinks, özofagus ve kursaktan oluşmaktadır. Ağız boşluğu, mandibul, epifarinks ve hipofarinks arasına yerleşen ağız yüzeyine açılmaktadır; dorsal dilator kasların iki kısmı morfolojiksel olarak ağız boşluğu ile karakterize olmaktadır. Farinks ve özofagus iyi gelişmiş dairesel, dorsal ve dilator

kasları gösteren dar bir kanaldır. Benzer özellikler, diğer Lepidopteralarda da görülmektedir. Gillot (1995)'a göre, ön bağırsağın anatomik yapısı böcek beslenme habitatlarıyla ilişkilidir. Eğer onlar Lepidoptera, Blattaria ve Orthoptera gibi katı besinlerle beslenirlerse dairesel ve dilator kaslar farklı çaplarda olduklarından dolayı besin alımından sorumlu olabilirler. Emici böceklerdeki bu kaslar, besin emilimi ve pompalamasına imkan verdiği için daha gelişmiş ve özelleşmiş olabilmektedir.

A.gemmatalis larvasındaki kursak, kas tabakaları tarafından çevrelenen kese benzeri bir yapıdır. Dıştaki dairesel kas lifleri, böceğin dorsal ve ventral kenarındaki farklı anatomiksel dizilişli kursak, orta bağırsak arasının yanı sıra, özofagus-kursak bileşiminde daha belirgindir. Kursağın dorsal bölgesindeki bu dairesel fibriller, kursağın sadece anterior ve posterior sınırında çan benzeri bir yapı oluşturur, kursağın orta bölgesinde anastomoz dairesel kas lifleri, bilateral şekilde bir grup, boylamsal dış kaslar arasına girmektedir. Kursağın ventral bölgesindeki dairesel kas lifleri ince ve seyrek olarak daha büyük bir kas lifi ağı çevresine yerleşmektedir. Bu kas yerleşiminin özel görünümüne diğer Lepidoptera larvalarında rastlanmamaktadır. Orta bağırsak, sindirim kanalının en geniş ve en uzun kısmıdır. Gillot (1995)' a göre, orta bağırsağın uzunluğu ve çapı, böcek türlerinin beslenme habitatına bağlı olarak çeşitlilik gösterebilmektedir. *A. gemmatalis*'in orta bağırsağı, orta bağırsağındaki kas yapısı, ön bağırsaktan daha az gelişmiş olup içteki dairesel ve dıştaki boylamsal kas tabakası tarafından oluşmaktadır. Benzer bulgular, çoğu böcekler için de geçerlidir. Omurgalı sindirim sisteminde düz kasların aksine böceklerde sindirim kanalı şeritli fibrillerden oluşmaktadır.

Sindirim kanalının en son ve en kompleks yapısı olan son bağırsak, farklı böcek türlerinde çok çeşitlilik göstermektedir. *A. gemmatalis*'in son bağırsağı, çoğu Lepidoptera'da da tarif edildiği gibi, pilor, ileum, kolon ve rektumdur fakat diğer böcek türlerinde Hymenoptera, Coleoptera ve bazı Dipteralarda farklı morfolojik kısımlar gözlenebilmektedir.

A. gemmatalis'in piloru iki farklı kısımdan oluşmaktadır: boylamsal kas liflerini çevreleyen belirgin dairesel kas lifli anterior bölge; malpighi tübüllerinin yaygın olduğu yerde, pilorik kapakçık denilen posterior bölge arasına girmektedir.

İleum pilordan daha geniştir ve içteki boylamsal kas tabakası çevresinde iyi gelişmiş dairesel kaslar vardır. Termitler gibi odunla beslenen böceklerde, ileum içinde simbiyont mikroorganizmalar bulunmaktadır, bu durum selüloz sindirimine ve fermantasyona yardımcı olmaktadır.

Kolon ileumdan daha dar ve daha uzun olsa da, her iki son bağırsak kısmı da benzer kas tabakasına sahiptir. *Heliothiszea*'da, ileum ve kolon, aynı çapta olan diğer Lepidopteralar gibi kolayca alt bölümlere ayrılamamaktadır.

Rektum genellikle, feçes hareketini kolaylaştıran, rektal kapakçığın açılmasında rol oynayan dorsal ve lateral ekstrinzik kas lifleri tarafından çevrelenen, genişlemiş bir kesedir. Bu bölgenin temel karakteristiği, rektal zara geçen malpighi tübüllerinin distal ucunun birleşimiyle oluşan rektal kompleksi karakteristik Lepidopter kriptonefrik boşaltım sistemini oluşturmaktadır. Kriptonefrik kompleks, hem hemolenften hem malpighi tübünün lümeninden ve feçesten suyu aktif olarak absorblamaktadır. Ayrıca bu sistem, iyon kaybı ve suyun geri absorpsiyonunu kontrol etmek için bu mekanizmayı kullanan kurak bölgelerde yaşayan böcekler için çok önemlidir.

Sonuç olarak, *A. gemmatalis*'in sindirim kanalının genel morfolojisi diğer Lepidoptera türlerine oldukça benzese de kursağın kas tabakasının anatomiksel sıralanışı diğer larval böcek türlerine göre oldukça farklılık göstermektedir (Levy ve ark., 2008).

Tetraponera attenuata, *Tetraponera binghami* ve *Tetraponera nitida* (Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae)'nm diseksiyon çalışmalarında, orta bağırsak ve son bağırsak bileşimindeki sindirim kanalının genişlemesiyle belirginleşen, armut şekilli bir yapıya rastlanmaktadır. Bu yapı sadece işçi arılara özgü olsa da *T. binghami*'nin

erkek ve kraliçe arılarında da görülmektedir. Bu organın lateral kısmı, malpighi tübüllerinin açıldığı bölgeyi oluşturmaktadır. Distal ucunda birkaç tane trakeal tüp gözlenebilmektedir. Bunların her biri, bu kese benzeri organ içine giren yoğun dallarla kaplanmış bir yüzey oluşturmaktadır. Mikroskopik kesitlerde, bakterilerle dolu, kesenin derinindeki distal bölge içine, on tane paralel trakeol girdiği görülmektedir. Kesenin epiteliyal zarı, distal ve proksimal kısımda çok farklıdır. Distal epitel, şeffaf kütikular tabakalı, yassı hücrelerden oluşmaktadır ve kesenin ¼'lük kısmından daha az ya da daha çok yer kaplamaktadır. Oysa ana proksimal kısımda duvar, kütikular tabakası olmayan silindirik epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Her iki kısımdaki birleşme bölgesi, kesenin çevresinde kemer benzeri bir yapı oluşturan içe doğru oldukça karışık epitel katlanmalarından oluşmaktadır. Silindirik epitel boyunca kese içine açılan malpighi tüpleri, bu katlı kemer yapısının proksimal kısmına yakındır. Kesenin lümeni, sindirim kanalının ana lümeninin içine uzanmaktadır.

Kesenin sap kısmının yanı sıra laterali 30 µm kalınlığında silindirik epitelden oluşmaktadır. Silindirik hücreler merkeze yerleşmiş oval şekilli nükleuslara ve bol yuvarlak veziküllü bir sitoplazmaya sahiptir. Çoğu hücre şeffaf elektron vezikülleri içerirken bazı hücreler elektronca yoğun veziküller içermektedir. Diğer sitoplazmik bir özelliği ise çok sayıda mitokondri ve Golgi aygıtı içermesidir. Ne DER, ne de GER mevcut değildir, bazı izole ribozomlar ya da polizomlar sitoplazmada dağınık halde bulunmaktadır. Bazal hücre membranı çok sayıda düzensiz invaginasyonlar içermektedir. Bazal membran altında birkaç kas fibrili görülmektedir.

Kese yüzeyinin ¼'ü, yaklaşık olarak 1µm kalınlığındaki kütikular tabakalı epitelden oluşmaktadır. Yassılaştırmış ektodermal hücreler, çok sayıda koyu mitokondri içermekte hücreler arası katlanmalar (kıvrımlar) ile karakterize edilmekte ve apikal plazmalemmanın farklılaşması ile düzenli mikrovilluslar oluşmaktadır. Elektronca yoğun dış epikütikular ve elektronca açık prokütikuldan (yaklaşık 0,2 µm) oluşan belirgin bir kütikular tabakası hücrelerin luminal yüzeyini kuşatmaktadır. Çok sayıda trakeal dallar kesedeki epitele girmektedir (Billen ve Buschinger, 2000).

Melasoma saliceti ve *Chrysolina pardalina* (Coleoptera: Chrysomelidae)'nın bağırsak gelişimi birbirine çok benzemektedir. Embriyonik germ bandının posterior kısmında da, benzer olaylar görülebilmektedir. Üçüncü günde, morfogenetik hareketler sonucu, sivri uçlu bir koni gibi vitellus kütlesi içinde stomadaeum ve proctodaeum gelişmektedir. Vitellus ile birleşilen yerde sindirim kanalının iki kısmı kübik epitelden oluşmaktadır fakat vitellus içine giren konikal kısımlar, daha yassılaştırmış hücrelere sahiptir, her iki tüpün de lümeni daraldıkça, epitel tamamen gözden kaybolmaktadır. Proctodaeum başlangıcı daha hızlı gelişmekte, katlanmakta ve ilmik oluşturmaktadır. Gelişen hücrelerin dördüncü günündeki anterior ve posterior bağırsak hücreleri, silindirik epitel hücrelerinden oluşmakta, hücreler arası birleşme yerleri tarafından birleştirilmektedir. Apikal kısımlarda birleşme *zonula adherens* (kemer dezmozom bölgesi) tipi yerleşme yerleri ve aşağısında aralıklı birleşme yerleri bulunmaktadır. Komşu hücrelerin, hücre membranlarını düzenli bir sıra takip etmektedir. Sitoplazmada, nükleusların yanı sıra, birkaç mitokondri, kısa sisternalı endoplazmik retikulumlar, ribozomlar ve büyük glikojen granülleri görülmektedir. Stomadaeum ve proctodaeum'un gelişmiş apikal kısımlarının bu aşamasında, kütikul yoktur. Bağırsağın, çöküntülü ektodermal kısımları ile birlikte, grup halindeki endoderm hücreleri de çöküntülüdür, vitellus kütesinin ucunda, stomadeum ve proctodaeum çevresinde, endoderm hücreleri toplanmaktadır. Bu noktadan endoderm hücreleri, iki dar bant gibi vitellusun sağ ve sol kısmına göç etmeye başlarlar. Sonuç olarak, gelişimin dördüncü gününde bantlar anterior ve posterior kısma doğru göç edip, birleşerek, vitellus kütesinin her iki tarafına uzanan iki hücre bandını oluştururlar. Endoderm hücrelerinin lateral bantları, iki ya da üç hücre tabakasından oluşmaktadır. Sitoplazma, pseudopod benzeri çok sayıda çıkıntı oluşturmaktadır. *M. saliceti*'deki bu çıkıntılar yassı ve uzunken, *C. pardalina* embriyoları belirgin şekilde daha kısadır. Endodermal hücrelerin sitoplazması, ribozomca zengindir fakat mitokondrice ve Golgi aygıtınca fakirdir. Endoplazmik retikulum, nadiren kısa sisternalı olarak görülmektedir. Vitellus hücre topluluğu, vitellus kütlesi, orta bağırsak oluşumuna katılmamaktadır. *C. pardalina*'nın embriyolarında, elektronca şeffaf sitoplazmanın kortikal tabakasından herhangi bir yapı görülmemektedir. *M. saliceti*'nin endoderminde bu tabaka, daha az görülmektedir. Endoderm bantları, mezoderm hücre tabakasıyla kaplıdır. Mezoderm

hücreleri, endoderm hücrelerinden elektronca daha şeffaf, uzamış nükleus ve sitoplazma içermektedir. Gelişmekte olan bu iki doku çeşitinin bu evreleri, bir bazal laminayla ayrılmamaktadır. Gelişimin dördüncü gününde, endoderm bantları, vitellus çevresine uzanmaya başlamaktadır. Öncelikle, ventral kenara doğru, sonra dorsal kenara doğru dorsal bir kapanma görülmektedir. Bu hareketler, başlıca tek tabakalı epitelyum hücrelerinin içine pek çok tabakadan endoderm hücrelerinin translokasyonu ile oluşmaktadır ayrıca hücre bölünmeleri de görülmektedir. Sonuç olarak, gelişimin beşinci gününde, *zonula adherens* tip hücreler arası birleşmeler ile bağlanan hücreler, tek tabakalı epitel ile kaplı vitellus kütesini oluşturmaktadır. Aynı zamanda gelişimin dördüncü gününün sonu ve beşinci günün başında, proctodaeum ve orta bağırsak bileşiminin yanı sıra stomodaeum ve orta bağırsak arasındaki birleşme noktası, değişikliklere dayanıklıdır. Konikal çöküntü kaybolmakta, proctodaeum ve stomadeum lümeni genişlemekte, vitellus, ince hücresele bir epitel ile dolu embriyonik orta bağırsaktan ayrılmaktadır. Gelişimin beşinci gününde, her iki türde de, orta bağırsak epitelinde geniş vakuoller görülmektedir. Altıncı gün süresince orta bağırsak epiteli, bazal lamina tarafından mesoderm bileşiminden ayrılarak farklılaşmaya başlamaktadır. Bu süreç, kübikten silindiriğe dönüşen epitel hücreleri ile başlamaktadır. Hücreler arasında, *zonula adherens* ve birleşme yerlerinin yanı sıra, *gap junctionlar* (aralıklı birleşme yerleri) görülür. Orta bağırsak epiteli sitoplazmasındaki ribozom miktarı, embriyogenezisin yedinci gününde artmakta ve uzun sisternalı granüllü ve çok sayıda kısa sisternalı granülsüz endoplazmik retikulumlar görülmektedir. Lizozomal vakuol ve Golgi aygıtı sayısı da artmaktadır.

Birinci larval evrede, yumurta kılıfından çıktığında, stomadeum ve proctodeumun silindirik epitelden oluştuğu görülmektedir. Sindirim kanalının bu kısmındaki hücre membranları çok karmaşık bir sıra izler ve *zonula adherens*, pilili kısımlar ve *gap junction*'ın hücreler arası birleşme yerleri ile bağlanmaktadır. Hücre nükleusları oval şekillidir ve sitoplazmada çok sayıda ribozom, endoplazmik retikulum sisternaları, Golgi aygıtı ve lizozomların yanı sıra çok sayıda mitokondri vardır. Epitel hücrelerinin apikal yüzeyi düzensiz, kısa mikrovillili ve ince kutikül ile kaplıdır.

Eklozyondan hemen önce, orta bağırsağın epitel hücrelerinin apikal yüzeyi, mikrovilli ile kaplıdır. Birinci larva evresinde, yumurta kılıfından çıktıktan sonra, orta bağırsağın epiteli uzun mikrovillilerle kaplı silindirik epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Hücreler çok sayıda ribozom, uzun endoplazmik retikulum sisternaları ve çok sayıda mitokondri içermekte ve bazal lamina üzerine uzanmaktadır. Bütün orta bağırsak kas lifleri ile kaplıdır ve mezodermal hücrelerinden farklılaşmış trake ile ilişkilidir.

Sekizinci gündeki embriyo orta bağırsağını besili larvadan ayıran, en önemli ayırt edici özelliklerden biri, bazal membran çöküntülerinin olmamasıdır. Embriyogenezin sonunda, çalışılan türlerin orta bağırsağında, goblet hücresi oluşmamaktadır. Çalışılan iki türün orta bağırsağını ayıran, özelliklerden biri belirli sayıdaki rejeneratif hücrelerdir. Böcek orta bağırsağının bazal kısımları arasında farklılaşmamış hücreleri gösteren küçük konikal hücreler vardır. Bu yapılar, orta bağırsaktaki eski hücrelerin yerine geçen rejeneratif fonksiyonu olan hücrelerdir. Küçük yuvarlak nükleuslu ve elektronca şeffaf sitoplazma oldukça çok sayıda mitokondri, Golgi aygıtı, kısa endoplazmik retikulum sisternaları ve nadiren tek damlalı yağ hücrelerine sahiptir. Bunlar, *C. pardalina*'da çok sayıda iken, *M. saliceti* embriyolarında, çok nadir bulunmaktadır (Roszkowska ve ark., 2007).

Allacma fusca (Collembola: Symphypleona)'nm yetişkin türlerinin orta bağırsak epiteli, hücresel olmayan bazal lamina üzerine uzanan silindirik epitelyum hücrelerinden oluşmaktadır. Rejeneratif hücreler gözlenmemektedir. Epitel bir peritrofik membran ile orta bağırsaktan ayrılmaktadır. Epitel hücrelerinin sitoplazmasının organel dağılımında farklı bölgeselleşmeler gözlenmektedir.

Orta bağırsak epiteli farklılaşması süresince epitelyum sitoplazmasındaki değişimler, absorpsiyon, depolama, sindirim ve salgılama fonksiyonları tamamen gelişene kadar devam eder. Ancak, pek çok katlanmanın olduğu bazal membrandaki bazal sitoplazma farklılaşmasının başlangıcında, çok sayıda mitokondri ve GER sisternaları gözlenmektedir. Daha sonra, hem açık dairesel hem de tipik lamelli

yapılar oluşmaktadır. Nükleus zarının yanma yerleşen heterokromatin kümeli nükleuslar pek çok nükleolusa sahiptir. Perinükleolar bölgede, çok sayıda granülsüz endoplazmik retikulum sisternaları, Golgi aygıtı, mitokondri ve GER sisternaları gözlenmektedir. Apikal sitoplazmada, bol mitokondri, şeffaf elektron içerikli küçük ve büyük veziküller ve DER sisternalarından oluşan dairesel yapılar mevcuttur. Epitelin farklılaşması süresince, çoğunlukla apikal sitoplazmada, mitokondriyer toplanmaktadır. Bu bölgede görülen elektronca yoğun granüller, içeriklerinin orta bağırsak lümeni içinde kaldığı yer olan, apikal membrana doğru gitmektedir. Apikal membranlar, sitoplazma içine çıkıntı yaparak karakteristik kökler oluşturan, bol sitoiskeletli mikrovilli oluşturmaktadır. Sitoplazmanın tümü, serbest ribozomlarla zengindir. Bitişik epitel hücrelerinin arasındaki bölgede, *zonula continua* ve *macula adherens*'in (desmozom) hücreler arası birleşme yerleri mevcuttur. Perinükleolar ve bazal bölgeler arasında pilili bölümler ve *gap junctionlar* gözlenebilmektedir.

Orta bağırsak epitel farklılaşmasının başlangıcında, sadece perinükleolar sitoplazmada ürosferite görülmektedir. Apikal ve bazal sitoplazmada epitel hücreleri sayıca ve hacimce artış göstermektedir. DER sisterna birikimleri oluşumları süresince gözlenebilir. Nükleus zarının yanında ürosferite görüldüğünde bazal sitoplazmada, başlangıçta küçük olan ama giderek daha büyüyen yağ damlaları oluşmaktadır. Apikal membran yanma yerleşmiş, tüm sitoplazmada ve küçük veziküllerde, granülsüz endoplazmik retikulumlar çok sayıdadır. Ancak apikal membranlarda elektronca yoğun granül sayısı azalmaktadır. Bu yapılar, orta bağırsak epitel farklılaşmasının sonunda tamamen gözden kaybolmaktadır. Epitel hücrelerinin sitoplazmasındaki vakuollerin varlığı dejenerasyonunun morfolojiksel bir işaretidir. Tüm epitel sadece epitelial hücrelerinden oluşmaktadır ve anterior ve posterior uçlarında hiçbir rejeneratif hücre ya da rejeneratif gruplar gözlenmemektedir (Roszkowska ve Undrul, 2008).

Apis mellifera yementica (Hymenoptera: Apidae)'nm bir günlük kraliçe pupa evresinde, ventrikulus vücut boşluğuna yayılan uzun boru şeklindedir. Fraksiyonlar görülmeye başladığında bir grup orta büyüklükteki epitel hücre, çeşitli seviyelerde yalancı epitelium tabakası oluşturan nükleusları, silindirik epitel hücrelerine benzer.

Hücrelerin üst kısmında birkaç tane vakuol görülmektedir. Peritrofik membran varlığından dolayı açıkça görülebilen içte ince çizgili kenar tabakası görülmektedir. Larval evrede herhangi bir besin bulunmayan ventrikulus boşluğu farklılaşmamış kas tabakasından oluşmaktadır.

İki günlük kraliçe pupanın iç gelişimi bir günlük kraliçe pupaya benzemektedir fakat küçük materyaller çok belirgin değildir ve farklı epitel hücrelerinin nükleusları aynı seviyededir. Hücrelerin bazalindeki rejeneratif hücrelerle hücrelerin üst kısmında birkaç tane vakuol görülmektedir. Bunlar dairesel kasların takip ettiği boylamsal kaslarla çevrilidir.

Üç günlük kraliçe pupanın iç gelişimi iki günlük pupaya benzemektedir fakat onun katlanmaları, açık, uzun, içe uzanmakta ve belirgin nükleuslu uzun epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Epitel hücrelerinin üst kısmında birkaç vakuol görülmektedir. Vakuoller içten ince düz bir şerit tabakası ile çevrenmiştir ve çok miktarda enzim bulunan bir grup küçük sindirim epitel hücreleri ile dikkat çekmektedir. Ayrıca hücrelerin bazalinde çok sayıda rejeneratif hücreler bulunmaktadır. Dış yüzeyleri, dairesel kasların takip ettiği boylamsal kaslarla çevrilidir.

Bir günlük işçi pupanın iç yapıları, bir günlük kraliçe pupaya benzemektedir fakat, katlanmış yapıları farklılaşmamıştır. Farklı seviyelerde bulunan epitel hücrelerinin olduğu yerde yalancı epitel tabakası oluştururlar.

İşçi bal arılarının dördüncü günündeki pupa evresi, katlanmış yapılarla karakterize olmaktadır. Hücrelerin üst kısmında küçük sindirim epitel hücreleri olan birkaç vakuol gözlenmektedir. Ayrıca çok sayıdaki rejeneratif hücreler hücrelerin bazalindeki dışarıdan dairesel ve boylamsal kaslarla kaplı birbirine yakın gruplarda gözlenmektedirler.

Yedi günlük işçi pupanın iç yapısı, dört günlük kraliçe pupaya benzemektedir fakat katlanmış yapılar belirgin olabilmektedir. Peritrofik membran görülmeye ve vakuol

sayısı artmaya başlamaktadır ve ayrıca küçük sindirim epitel hücreleri de görülmektedir.

Dördüncü evredeki proventrikulusu ventrikulus izlemektedir. Bu yapı vücut boşluğunun içinde başlamaktadır ve astarı pek çok katlanmış yapılarla karakterize olmaktadır. Ventrikulus epiteli, endodermik kökenli ventrikulus başlangıcı ve kanalın ektodermik kısmının ucuna açılan merkezi kapakçığın dış plakasının bazalinden başlamaktadır.

Kraliçe pupanın orta bağırsağı pek çok düzenli katlanmış yapıları içeren iki tip epitel hücresinden oluşmaktadır. İlk tipi silindirik hücrelerdir. Farklı seviyelerdeki belirgin nükleuslu epitel hücre tabakasının yanı sıra içteki çizgili kenarlar dikkat çekmektedir. Küçük doğurgan hücrelere benzeyen küçük sindirim epitel hücre tabakası gözlenmektedir. Bu hücreler ventrikulusun epitelinden ve peritrofik membran ile ventrikulus epitelinin dizildiği çok sayıdaki epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Epitel hücrelerinin ikinci tipi dışta dairesel ve içte boylamsal kas tabakasıyla çevrili çok sayıda rejeneratif hücreleriyle çok belirgin bir şekilde görülmektedir.

Yeni doğmuş işçi bal arılarının orta bağırsağının histolojiksel yapısı toplayıcı veya bakıcı bal arılarından farklıdır. Katlanmış yapılar kraliçe işçi arılardakinden daha az sayıdadır. Silindirik hücreler, belirgin şekilde birbirinden ayrıdır ve bir peritrofik membran tarafından ventrikulusun epitelialinde sıralanan epitel hücre kısımlarından oluşmaktadır ve ventrikulus epitelinden oluşan küçük doğurucu hücreye benzeyen küçük sindirim epitel hücre tabakası vardır. Çok sayıdaki belirgin rejeneratif hücreler, içte boylamsal ve dışta dairesel kas tabakasıyla çevrenmektedir.

Bakıcı arılarda, içteki katlanmış yapıların sayısında artış görülmektedir. Epitel hücreleri bir araya toplanmıştır ve ventrikulus epitelini kaplayan küçük sindirim epitel hücreleri artmaktadır. Bu yapılar, epitel hücre kısımlarından oluşmaktadır. Hücrelerin bazalinde rejeneratif hücreler çok sayıdadır.

Toplayıcı arıların epitel hücreleri, çok sıkdır. Aralarındaki boşluklar yok denecek kadar azdır. Farklı seviyelerdeki hücre tabakasının yanı sıra, küçük sindirim epitelyum hücrelerinin sayısının azalışı ve rejeneratif hücrelerin az sayıda olması dikkat çekmektedir (Aljedani ve ark., 2010).

Cephalotes atratus, *C. clypeatus* ve *C. pusillus* (Hymenoptera:Formicidae: Myrmicinae)'un orta bağırsak epiteli, kalın bazal lamina üzerine uzanmakta ve bazalda üç hücre tipinden oluşmaktadır: silindirik veya sindirim hücreleri, rejeneratif hücreler ve goblet hücreleri.

Caetano ve Ladim (1994a,b), goblet hücrelerini, *Pachycondyla striata* (Hymenoptera:Formicidae:Ponerinae) karıncasının apikal bölgesindeki derin çöküntüler ve geniş tabanlı fincan benzeri bir yapı oluşturan, dört hücreli bir grup olarak tanımlamışlardır. Bu hücre apikal membran çöküntüsünden oluşmaktadır ve boşluklu yapılar belirli tekniklerle belirgin şekilde gözlemlenen pek çok uzun mikrovilliye sahiptir.

Goblet hücrelerinin karakteristik yapısı, iyon derişiminin düzenlenmesindeki rollerini, orta bağırsak lümeni ve hemolenf arasındaki Na^+ , K^+ ve H^+ değişimini yansıtmaktadır. King ve Akai (1984), ayrıca, goblet hücrelerinin, sıkı silindirik hücrelerinden, kalsiyum iyonlarının aktif transportunun da gerçekleştirildiğini ileri sürmektedir. Bu bileşimler, sonra orta bağırsak lümenine geçmektedir. Chapman (1975)'a göre, hemolenfteki bu maddeler malpighi tübülleri ve epitel hücreleri tarafından düzenlenebilmektedir.

Farklı gelişimsel evredeki rejeneratif hücreler, bazal lamina yanma yerleşmektedir. Sitoplazma pek çok organele sahiptir, nükleus, geniş ve düzensizdir. Dağınık haldeki kromatinin yüksek metabolik bir seviyede olduğu düşünölmektedir. Arab ve Caetano (2001)'a göre, benzer özellikler ayrıca, *S. saevissima*'nın rejeneratif hücreleri için de gözlenmiştir. Böylece erken gelişimsel evre süresince, olgunlaştıklarında görevlerini yansıtacak olan, birkaç mitokondri, iyi gelişmiş GER ve düzensiz şekilli nükleuslar, rejeneratif hücrelerde mevcuttur.

Sindirim hücreleri (silindirik hücre), orta bağırsak epitelinde en çok bulunan hücre tipidir. Bu yapılarda, oldukça aktif olan, pek çok mitokondri arasında bazal labirentler oluşturan bazal plazma membranındaki pek çok katlanmalar görülmektedir. King ve Akai (1984) ve Caetano ve Cruz-Landim (1983)'e göre, bu hücrelerin ince yapıları çok çeşitli olmakla beraber temel olarak yaşam döngüsü süresince sahip oldukları çeşitli görevlere bağlıdır. Bu hücreler, enzim salgıları, mukopolisakkarit, absorpsiyon, organik ve inorganik ürün depolarını içermektedirler.

C. atratus, *C. clypeatus*, *C. pusillus*'da King ve Akai tarafından tanımlanan diğer böceklerin yanı sıra, silindirik hücreler, ayrıca salgılama yapabilir ve çok tabakalı küreselleşmiş kristal yapılarda mineral depolayabilirler. Bu küresel kristaller temel olarak, besinlerden (Ca^{++} ve Mg^{+2}), fosfat, karbonat ve klorit absorbe etmektedir.

Bu karıncalardaki silindirik hücrelerin sitoplazmaları, iyi gelişmiş GER ve yakınında Golgi aygıtı vardır. Bu özellikler sindirim enziminin protein sentezi yaptığını göstermektedir. *C. atratus*, *C. clypeatus* ve *C. pusillus*'daki, GER, orta bağırsakta bulunan özelleşmiş vakuollerdeki iyon depolarını içermektedir. Bu yapılar, küresel kristalleri oluşturmaktadır.

Formica polyctena (Hymenoptera: Formicidae)'daki küresel kristaller, apikal sitoplazma kısmına gizlenmiştir. Benzer özellikler, apokrin silindirik hücrelerden oluşan lümen içine yayılan küresel kristallerin bulunduğu *C. atratus*, *C. clypeatus*, ve *C. pusillus*'da bulunmaktadır.

İncelenen karıncaların orta bağırsak lümenindeki küresel kristaller, pH dengesine de katkıda bulunabilir, dolayısıyla, sindirim kanalının bu bölgesindeki bakteriler yaşamlarını sürdürebilirler.

Silindirik hücrelerin en önemli rollerinden biri apikal bölgede toksik metallere kontamine olan karıncalarda metalleri depo eden ve detoksifiye eden birkaç lizozom içermesidir.

Silindirik hücrelerin sitoplazmasında multivezikül gruplar, plazma membran yüzeyinde oluşan pinositik veziküller ve Golgi kompleksi gözlemlenmektedir. Görevleri, muhtemelen, plazma membranı yeniden oluşturmak ve hücreler arası proteinlerin sindirimini sağlamaktır. Multiveziküler grupların membranları yenilendiği için, temel olarak salgı hücreleriyle bağlantılıdır (Bution ve Caetano, 2010).

Anticarsia gemmatalis (Lepidoptera: Noctuidae)'in orta bağırsak duvarı ektoperitrofik ve endoperitrofik boşluktaki, orta bağırsak lümenini sınırlayan hücresel olmayan peritrofik membran, fırça kenarlı pseudostratifie, silindirik epitel doku, bazal membran, içte dairesel ve dışta boylamsal kas tabakasından oluşmaktadır.

Silindirik hücreler, çok sayıda, bazen vakuollü, bazofilik sitoplazmalı ve prizmatik şekilli olup; sitoplazmik kısımlar ektoperitrofik boşluğa doğru yayılabilmektedir.

İnce yapısı, apikalden bazal kısma doğru, bu hücre tipinde, üç ayrı kısım olarak görülmektedir: apikal kısım; uzun mikrovilli ve çok sayıdaki mitokondri, orta bağırsak; çok sayıda GER, gelişmiş Golgi kompleksi, az sayıda mitokondri, bazal kısım; bazal plazma membran katlanmalarıyla oluşan bazal labirentle bağlantılı mitokondrileri bulundurur.

Goblet hücrelerinde, geniş bazal bir bölge, asidofilik sitoplazma ve gevşek kromatinli bir nükleus görülmektedir. Bu hücre tipinde, mitokondri ile dolu, sitoplazmik çıkıntılar tarafından sınırlandırılan büyük goblet şeklinde boşluklar mevcuttur. Uç kısım, birbirine yakın kapak şeklinde oluşan, mitokondrisiz daha ince ve daha küçük dar bir çıkıntı olarak görülmektedir. Sitoplazma seyrek, Golgi aygıtı, mitokondri ve az gelişmiş GER vardır. Bazal bölgede, bazal bir labirent görülmektedir.

Rejeneratif hücreler, epitelin bazal kısmında tek tek, çift ya da grup halinde (nidiler) bulunmaktadır. Bu hücreler, yuvarlak ya da oval şekillidir, yoğun olmayan GER ve mitokondri içeren, güçlü bazofilik sitoplazmaya sahiptir.

Orta bağırsak epiteli boyunca, nadiren bulunan endokrin hücreler, orta bağırsak lümenine ulaşabilen, bazal kısma yerleşmektedir. Başlıca, bazal bölgede bulunan, bol miktarda, elektronca yoğun granül materyallerini içeren, belirgin sitoplazmaya sahip konik şekilli yapılardır. Bazal laminanın yanında iki farklı granül gözlenmektedir. Bunlar yoğun matriks ile dolu, katı granüller ve membran arasında belirgin boşluklara sahip olan, haleli granüller ve yoğun matriks özüdür. Uç kısımlarda çok sayıda vakuolü olan membranlı materyaller, Golgi kompleksleri, farklı şekil ve büyüklükteki mitokondriler, serbest ribozomlar ve GER ve ayrıca depo glikojen molekülleri gözlenmektedir (Levys ve ark., 2004).

Cotesia flavipes (Hymenoptera: Braconidae) kurtlarında, hem parazit hem parazit olmayan larvaların orta bağırsak epitel hücreleri dört tip hücreden oluşmaktadır.

Parazit olmayan larvada, orta bağırsağın anterior kısmındaki silindirik hücreler mitokondriler elektronca yoğun matriks ve pek çok kristaya sahip mitokondri içerirler. Orta bağırsağın posterior kısmında ise mitokondriler apikal sitoplazmada yoğunlaşmıştır.

Parazitik olmayan larvalardaki goblet hücreleri, goblet hücreleri boşluğunun bazo-lateral bölgesinde bulunmakta ve orta bağırsağın posterior bölgesinde olduğu gibi anterior bölgesindeki goblet hücreleri kadar çok sayıda kristaya sahip olan elektronca yüksek yoğunluklu matriksli mitokondriler içermektedir.

Parazit olmayan larvaların, anterior ve posterior orta bağırsak bölgesinin rejeneratif hücrelerindeki az sayıdaki mitokondrilerin dağılımı, sayısı ve morfolojisinde farklılıklar yoktur. Parazit larvada, farklı yoğunluktaki matrikse sahip mitokondriler, anterior orta bağırsak bölgesindeki mitokondriyal vakulasyon ve krista sayısı daha fazladır fakat posterior bölgede değişim görülmemektedir.

Parazit olmayan larvadaki endokrin hücrelerin, anterior ve posterior orta bağırsak bölgesindeki mitokondrilerinin dağılımında, sayısında ve morfolojisinde farklılıklar yoktur. Anterior orta bağırsak bölgesinde endokrin hücrelerin mitokondrilerinde, elektronca yoğun matris ve krista miktarında farklılıklar vardır. Parazit larvada, sadece anterior orta bağırsak bölgesindeki mitokondri matrisinde seyrelmeler gözlemlenmektedir (Pinheiro ve ark., 2010).

Belgica antarctica (Diptera: Chironomidae) (titrek sinek) antartik böceğinin larval bağırsağı, orta bağırsak ve son bağırsağın birleşimindeki sindirim kanalı ile birleşen dört malpighi tüpü ve anterior uçtaki bir çift tükrük bezi ile bağlantılı olan düz bir sindirim kanalından oluşmaktadır. Ön ve orta bağırsak arasında önemli, stomodeal bir kapakçık oluşmaktadır. Ön bağırsak sindirim kanalının sadece %5'ini oluştururken, ön bağırsak-orta bağırsak ve orta bağırsak-son bağırsak arasındaki bölgede oluşan endodermal orta bağırsak, sindirim kanalının yarısını oluşturmaktadır.

Larval titrek sineğin, belirgin tükrük bezleri anterior uç kısımlarda oluşmaktadır. Bu bezler hem poliploid hem politendir. Benzer bezler, titrek sineğin diğer larval üyelerinde de bulunmaktadır, bu tükrük bezleri, besin partiküllerini yakalayan ipeksi iplik salgıdır.

Ön bağırsağın apikal yüzeyinde, kütikul astarlı dar, ön bağırsak lümeni yaklaşık 0,3-0,5 µm kalınlığındadır. Larvanın eksoskeletonun komşu kütikulu ile içteki elektronca yoğun ve kalın tabakanın aksine bu ön bağırsak kütikulu oldukça katlıdır ve dış tabakası elektronca yoğundur. Ön bağırsak, belirgin bir kas tabakasıyla çevrilidir. Larval ön bağırsağın bazal yüzeyindeki bu kaslar, büyük tükrük bezleri ve larval beynini de kaplamaktadır.

Bağırsak içerikleri, katlanmış bir kütikul ile astarlanan ön bağırsak lümeni boyunca, kanal oluşturulduktan sonra, orta bağırsak epitelinin endoperitrofik boşluk içindeki belirgin stomodeal kapakçığa aktarılır. Ön bağırsak epitel katlanması, ön bağırsak kütikulu ile merkezi olarak ve orta bağırsak mikrovilli ile periferal olarak sıralanan

kütiküllü bir sekum oluşturmaktadır. Ön bağırsak ve orta bağırsağın birleştiği kısımda, peritrofik membran oluşmaktadır ve posterior orta bağırsak epitelinin lümenine uzanmaktadır.

Posterior orta bağırsak epiteli ve stomodeal bölgedeki ara yüzde oluşan orta bağırsak mikrovillilerinin farklı uzunlukta olmasından dolayı ani epitelial bir kesintinin oluşması dikkat çekmektedir. Bu ara yüzeydeki bazı hücreler, salgı yapmak için özelleşmiş olan endokrin hücreler olabilirler. Stomodeal kapakçığın posterior bölgesindeki bu hücreler, salgı granülleri içeren, sadece orta bağırsak bölgesinde gözlenmektedir. Stomodeal kapakçık posterioruna doğru, orta bağırsağın anterior bölgesinde oluşan kısa mikrovilli ile ($\approx 0,1-0,2 \mu\text{m}$) orta bağırsak epitelinin, antero-posterior (AP) ekseni boyunca, mikrovilli uzunluğunda bir eğim ve orta bağırsağın posterior bölgesinde, oldukça uzun, düz ve yoğun paketlenmiş mikrovilli oluşmaktadır ($\approx 10 \mu\text{m}$). Bu morfolojiksel eğim, *Belgica* bağırsağının AP ekseni boyunca farklı bölgelerdeki, enine kesitlerinin yanı sıra orta bağırsağın boylamsal kesitlerinde de belirgindir.

Orta bağırsak mikrovillisi ile ortaya çıkan antero-posterior topoğrafyası, orta bağırsak hücrelerinin, apikal yüzeyindeki mikrovillilerin bulunduğu topoğrafyaya paraleldir. Bu yüzeyler, en kısa mikrovillili orta bağırsak bölgelerinde çok katlanmış iken en uzun mikrovillili orta bağırsak bölgelerinde ise daha az katlanma yapmıştır.

GER'lara tüm orta bağırsak boyunca rastlanmaktadır. Büyük yassı GER kümeleri, özellikle orta bağırsak epitelinin posterior bölgesinde belirgindir. Az sayıda DER, orta bağırsağın 1/3'lük anteriorundaki, GER arasına dağılmıştır. Ancak, orta bağırsağın hiçbir hücresinde belirgin Golgi aygıtı görülmemiştir.

Belgica orta bağırsağının 1/3'lük kısmını kaplayan merkezi lümen, aynı büyüklükteki ($\approx 0,05 \mu\text{m}$) elektronca yoğun granüllerle bağlantılı olan, ara uzunluğu ($\approx 1 \mu\text{m}$) olan mikrovilli ile kaplanmıştır. Bu partiküller ektoperitrofik boşluk içine uzanmaktadır ve mikrovilli için güçlü bir afinite göstermektedir. Orta bağırsak hücrelerinin temelindeki sitoplazma içinde, her biri plazma membranı ile kaplı

otofajik vakuollerde, aynı büyüklükte elektronca yoğun partiküller çok sayıdadır, bu epitel hücrelerinin endositozis ile girdiği düşünülmektedir. Bu orta bağırsak hücrelerinin luminal yüzeyindeki mikrovillilerin temelinde bulunan çok sayıdaki zarlı veziküller, bağırsak lümeninin ektoperitrofik boşluğundan, bu elektronca yoğun partiküllerin hücreleşmesine yardımcı olurlar.

Epitel hücrelerinin bazal membran katlanmaları, orta bağırsağın anterior ve posterior bölgelerinde çok belirgindir; mitokondriler, anterior orta bağırsağın bazal yüzeyi boyunca çok belirgindir ve bazal plazma membran katlanmaları çok sayıda mitokondri ve elektronca yoğun vakuoller içermektedir.

Rejeneratif hücreler, larval orta bağırsak epiteli boyunca dağınıktır ve tahminen metamorfoziste larval epitel yerini alan hayali kök hücrelerini göstermektedir. Bu hücreler, larval epitele bazal olarak yerleşmiş olup yoğun ribozoma ve GER'lara sahiptir.

Bağırsak lümeni içindeki peritrofik membran, dış ektoperitrofik boşlukla iç endoperitrofik boşluğu birbirinden ayırmaktadır. Orta bağırsağın anterior endoperitrofik boşluğu nispeten bozulmamış çok hücreli mikrobiyal organizmalar ile doludur. Mikropların yavaş yavaş sindirilmesi, orta bağırsağın posteriorunun 1/3'lük kısımdaki lümenin pigmentasyonun yok olmasına neden olmaktadır. Orta bağırsağın peritrofik membranmm sınırları içinde, tek tek veya grup halindeki mikrobiyal hücreler, rahatlıkla ayırt edilebilmektedir. Bu hücreler, kalıcı nanobakteriyel mikroplar olarak tanımlanabilmektedir, örneğin alg, fungi, liken, protista.

Ektoperitrofik boşluğun çevresi, AP ekseni boyunca uzanan mikrovillili orta bağırsak epiteli ile kaplıdır. Larval bağırsağındaki 10 tane yuvada hazırlanmış, farklı uzantılı protistalar bu orta bağırsak bölgesinde bulunmaktadır (peritrofik matriks ve orta bağırsak epitel yüzeyi arası). Bu protistaların, diğer konakçı türlerden izolasyonuna göre, bu protistler muhtemelen diptera parazitlerinin ayrı bir türünü temsil etmektedirler.

Larval son bağırsağın anterior bölgesinde farklılaşmamış olan, olası ergin son bağırsak hücreleri, larval son bağırsak epitel hücrelerinin poliploid nükleusları arasındaki küçük nükleuslu hücreler gibi tüm yuvalarda görülmektedir.

Epitel hücrelerin posterioruna doğru, son bağırsağın 1/3'lük kısmını oluşturan anterior bölgesi, aşağı yukarı 0,25 µm kalınlığındaki düz kütikül ile kaplanmaktadır. Ön bağırsak kütikulu gibi, bu son bağırsak kütikulu, dış iskelet ile bitişiktir. Ayrıca, ön bağırsak kütikulu gibi, son bağırsak kütikulu da, iyi belirlenmiş elektronca yoğun bir kütikül tabakası salgılamaktadır. Son bağırsak epitel hücreleri tarafından salgılanan bu farklı tabakaların düzenlenişi epidermal epitel tarafından salgılanan kütikular tabakadan farklıdır. Anterior son bağırsak kütikulu, belirgin mitokondri içeren son bağırsak epitelinin apikal yüzeyleri, oldukça katlı uzantılardan oluşmaktadır ve elektronca yoğun olmayan geniş vakuoller ile ayrılmaktadır.

Son bağırsağın 1/3'lük kısmını oluşturan anterior bölgedeki, epitel hücrelerinin apikal uçları, belirgin geniş vakuollere sahipken, son bağırsağın merkezi bölgesi, vakuolleri olmayan fakat su ve iyonların aktif transportunu sağlayan epitel hücrelerinin karakteristiği olan, oldukça katlı apikal membranlara sahip epitel hücrelerinden oluşmaktadır. Ayrıca son bağırsağın merkezi bölgesinde, yüksek çözünürlüklü görüntülerde, elektronca yoğun bakteriler, larval bağırsağının tüm yuvalarında gözlemlendiği gibi, son bağırsağın merkezi kısmının pigmentasyonunu da yansıtmaktadır.

Rektum veya son bağırsağın 1/3'lük posterior kısmı, oldukça katlı kütikül ile kaplanmış olan lümen, son bağırsağın yapısını yansıtmaktadır. Mitokondri ile ilişkili, katlanmış membranı olmayan rektumun epitel hücrelerinin apikal yüzeylerinde, su ve iyonların geçişi olmamaktadır. Bu bölgenin bazal yüzeyi, oldukça katlıdır. Çok sayıdaki bu kaslı bazal yüzeyler, son bağırsağın posteriorundaki epitel hücrelerinin mekaniksel bir fonksiyonunun olduğunu akla getirmektedir. Son bağırsağın posterior kısmında, lümendeki konakçı mikropların yanı sıra dışarıdan alınan mikroplarda bulunmaz.

Ön bağırsak epiteli gibi, son bağırsak epitelinin de bazal yüzeyi, hemen hemen, aynı kalınlıktaki dairesel kas tabakasından oluşmaktadır. Aksine, orta bağırsak epiteli ile ilişkili kaslar seyrek fakat orta bağırsağın bazal yüzeyi üzerine düzenli olarak dağılmıştır. Nispeten daha geniş olarak dağılmış kas hücreleri, orta bağırsak epitelinin bazal yüzeyine uzanarak, bazal lamina epitelinin matriksi içine iyice gömülmektedir. Bu yapı, bağırsağın boylamsal kaslarını temsil etmektedir. Ayrıca seyrek olarak dağılmış dairesel kaslar da mevcuttur (Nardi ve ark., 2009).

Melipona quadrifasciata anthidioides (Hymenoptera: Apidae)'deki orta bağırsak epitel hücreleri orta bağırsağın posterior bölgesi ile sınırlıdır. Yarı ince kesitlerde, bu hücrelerin sitoplazma ve nükleusları zayıf boyalı görünürken, sindirim hücreleri koyu boyanmış olarak görülmektedir. Ancak, düşük çözünürlükte incelendiğinde, sitoplazmik granülleri ayırt etmek mümkün değildir. Orta bağırsak endokrin hücreleri, sindirim hücrelerinden daha küçüktür ve bir ya da iki nükleoluslu, yoğun ökromatinli nükleuslara sahiptir. Endokrin hücreler, rejeneratif hücre yuvalarının içinde değil yanında bulunmaktadır.

Bu hücrelerin ince yapısal özelliklerine göre, iki farklı hücre tipi fark edilmektedir (1) ucu orta bağırsak lümenine ulaşmayan hücreler (Kapalı hücreler) (2) epitel uca ulaşan sitoplazmik bir uzantıya sahip olan hücreler (Serbest hücreler).

Kapalı hücreler, sitoplazmaları seyrek olan, küçük mitokondrili ve birkaç salgı granüllü, orta-apikal bölgedeki nükleuslara sahiptir. Plazma membranı düzdür ve büyük bazal katlanmalar olmaksızın komşu sindirim hücrelerinde bulunmaktadır. Elektronca yoğun pek çok salgı granüllerine sahip bazal kısım, bitişiğindeki sitoplazmaya benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada gözlemlenen kapalı hücreler, hemen hemen 170 nm çapındaki ince yapılu oval granüllere sahiptir ve salgı granülü membranının gözlemlenmesini kolaylaştıran bir özellik olan, elektron yoğunluğu orta derecede olan bir özellik sergilemektedir. Salgı granüllerinin ince yapılarının özelliği, bazıları elektronca yoğun merkezli şeffaf elektron halesine sahipken diğerlerinin bu haleye sahip olmamasıdır. Diğerlerinde bileşenler pıhtılaşmaktadır.

Salgı granülleri ve nükleuslar arasında, geniş otofajik vakuoller, küçük GER sisternaları ve iyi gelişmiş Golgi aygıtı vardır.

Serbest hücreler, daha düzenli bir nükleusa ve bazal bölgede bulunan salgı granüllerine sahiptir. Bu hücreler, bazal membran çıkıntıları içinde gözlenmektedir. Mitokondriler, yakın hücrelerde gözlenenlerden daha büyük ve çok sayıdadır ve onların uzun ve hücre eksenine paralel olduğu yerde, salgı granüllü infranükleer bölgede daha çok sayıdadır. Salgı granüllerinin büyüklüğü, 150 nm dir ve elektronca daha yoğundur. Yakın hücrelerdeki gibi bazı otofajik vakuoller ve Golgi aygıtları vardır (Neves ve ark., 2003).

Bal arısı, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)'nm şeker şurubu ve polenle beslendikten 11 gün sonra elde edilen verilerde, şeker şurubuyla beslenen deney grubundaki arıların sayısı, polenle beslenenlerden daha çoktur.

Benzer besinlerle beslenen gruplarda, yani, hem şeker şurubu hem de polenle beslenenlerde, 11. günün sonunda arıların sayısında benzerlikler olmaktadır. Beslenmeden 11 gün sonraki canlı arı sayısı en az sayıda olduğu için, katkı besin maddesi olmaksızın, polenle beslenen arı gruplarındaki, ölüm oranı en yüksektir. Bu şekilde beslenen işçi arı gruplarının hiç birinde diyare gözlenmemektedir.

Şeker şurubu ile beslenen işçi arıların orta bağırsak epitelinde, morfolojiksel olarak farklı değerlerin oluşması, peritrofik membranın olmadığını ve belirgin rabdoriumun yanı sıra ayrı hiperkromatik hücre nükleusların da ortaya çıkarmaktadır.

Şeker şurubuna, laktik asit, deneysel probiyotik hazır ilaç ilave edildiği zaman peritrofik membran sayısı oldukça artmaktadır.

Polen eklendikten sonra beslenen işçi arıların orta bağırsak epitelinin mikroskopik fotoğrafı, korunmuş rabdoriumun yanı sıra ayrı peritrofik membran ve sitoplazmadaki vakuolleri göstermektedir. Polene laktik asit eklendikten ve

probiyotik hazır ilaçla besledikten sonra orta bağırsağın i çapındaki peritrofik membran sayısı oldukça artmaktadır (Szymas ve Przybyl, 2007).

Posterior orta bağırsak hücreleri üç farklı hücre tipinden oluşmaktadır; enterosit hücreler, rejeneratif hücreler ve endokrin hücreler. Rejeneratif hücreler bazal bölgeye yerleşmişlerdir ve nükleuslar hemen hemen hücrenin tamamını kaplamaktadırlar. Bu hücrelerin apikali bağırsak lümenine uzanmamaktadır. Endokrin hücreler kromatin bir nükleusa ve nükleus içinde belirgin bir nükleolusa sahiptirler. Bu hücrelerin sitoplazmasında GER, mitokondri ve salgı granülleri bulunmaktadır. Enterosit hücrelerin bazal membran katlanmaları, hücrenin hemen hemen yarısına kadar uzanmaktadır. Bu katlanmaların arasında bol miktarda mitokondrilerin bulunduğu gözlenmiştir (Demir ve Suiçmez., 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan *Notonecta viridis* Delcourt, 1909 ve *Notonecta maculata* Fab., 1794 (Hemiptera:Notonectidae) türleri, Borabay Gölü'nden toplanmıştır. Borabay Gölü, Amasya'nın Taşova ilçesine 15 km, uzaklıkta olan, doğal bir heyelan gölüdür. Denizden 800 m yüksekte bulunan gölün, en derin yeri 11 m'dir. Boyu 500 m olan Borabay Gölü'nün, genişliği 40-110 m arasında değişmektedir. Numuneler 2010 yılının Eylül ve Ekim aylarında toplanmıştır. Etrafında kayın, sarıçam, sedir, kestane ağaçlarının yetiştiği Borabay Gölü, T.C. Bakanlar Kurulu tarafından turizm alanı ilan edilmiştir. Numuneler, dokuların canlı yapılarının korunması ve hücrelerinin lizize olmalarını engellemek için, canlı olarak yakalanıp, buldukları ortamdaki suyla beraber saklama şişelerine konularak laboratuvara getirilmiştir.

3.2. Yöntem

Canlı yapısı korunan numuneler zaman geçirmeden abdomen boyunca ince uçlu makas yardımıyla açılmıştır. Diseksiyon mikroskobu altında canlının sindirim kanalı bütün halinde çıkarılmıştır. Sindirim kanalı etrafında bulunan yağ ve diğer farklı dokular ince uçlu pensler yardımıyla uzaklaştırılmıştır.

3.2.1. Transmission (Geçirmeli) Elektron Mikroskobu İçin Dokuların Hazırlanması

Diseksiyonla çıkarılan örnekler (20 adet) fosfat tamponlu %3'lük gluteraldehitte (pH=7,2, +4 °C) 4 saatlik ilk tespiti yapıldıktan sonra tespit çözeltisinin hazırlandığı tampon ile 2 saat boyunca her yarım saatte bir değiştirilerek yıkanmıştır. Daha sonra ikinci tespit için fosfat tamponuyla taze hazırlanan %1'lik osmium tetraoksit solüsyonunda 1 saat tespit edilmiştir.

Tespitten sonra reçine içinde blok yapılmıştır. Blok reçinesi şu şekilde hazırlanmıştır;

Araldite CY- 212.....	10cc
HY-964 (DDSA).....	10cc
DY-064 (DMP-30).....	0.5cc
Dibütyl phthalate.....	0.5cc

Alman numuneler sırasıyla karıştırılmış olan bu reçine içerisine konularak 45 °C’de 24 saat ve 60 °C’de 24 saat tutularak polimerizasyon işlemi yapılmıştır. Daha sonra sertleşmiş olan bu bloklardan ultramikrotomda alman kesitler (90-150 A⁰) bakır gridlere yapıştırılıp Uranil Asetat ve Kurşun Sitrata ile boyamaları yapıldıktan sonra Zeiss Libra 120 marka Transmission elektron mikroskobu’nda incelemesi yapılmıştır (Erbengi, 1985; Glauert, 1975; Ozban ve Özmutlu, 1991).

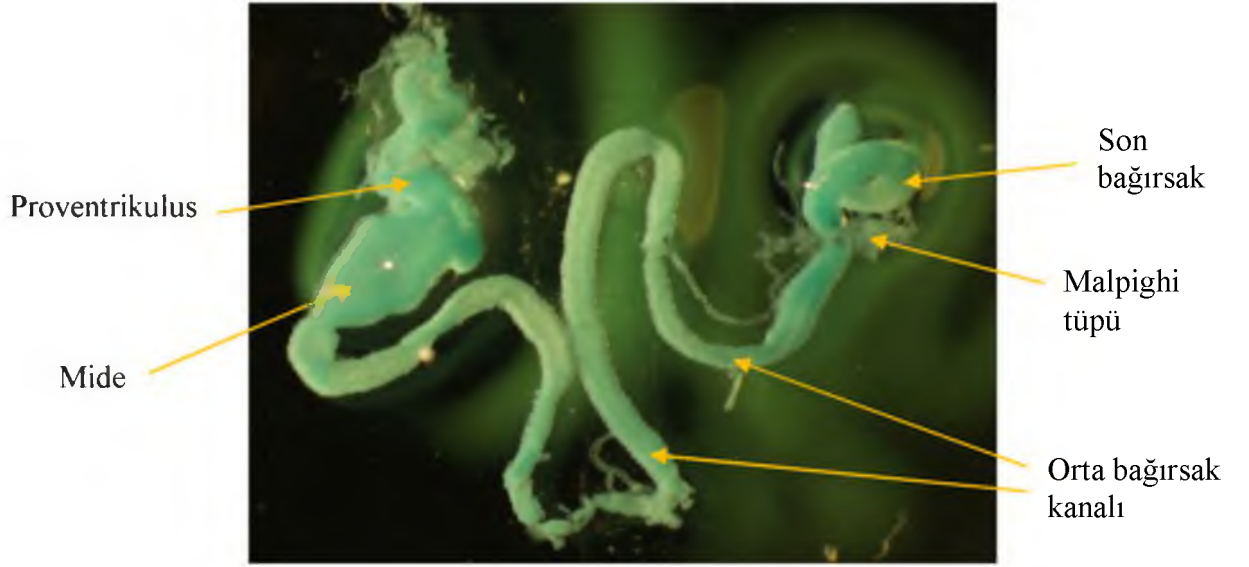
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4. 1. Araştırma Sonuçları

N. viridis ve *N. maculata*'nın sindirim kanalı diğer Hemipterlerde olduğu gibi, ön bağırsak, orta bağırsak ve son bağırsaktan oluşmaktadır. Ön bağırsak özofagus ve kısmen genişlemiş olan proventrikulustan ibarettir. Abdomen içerisinde bulunan orta bağırsak, sindirim kanalının diğer kısımlarından daha geniş ve daha uzundur. Orta bağırsağın (inen orta bağırsak ve çıkan orta bağırsak) ve son bağırsak, abdomen içerisinde çok sayıda kıvrım yapmıştır. Sindirim kanalının toplam uzunluğu, böceğinin uzunluğunun 1,5-2 katı kadardır. Her iki türün sindirim kanalları, morfolojik yönden tamamen birbirinin aynısı olarak görülmektedir. Sindirim kanalı içten tek tabakalı epitel dokusu ile dıştan ise kas tabakası ve bağ dokusu ile kuşatılmıştır. Orta bağırsaktaki epitel doku hücreleri, endokrin hücreler, enterositler ve rejeneratif hücreler olmak üzere üç farklı hücre tipinden oluşmaktadır. *N. viridis* ve *N. maculata*'nın epitel hücrelerinin ince yapısına bakıldığında hemen hemen birbirine benzer oldukları görülmektedir.

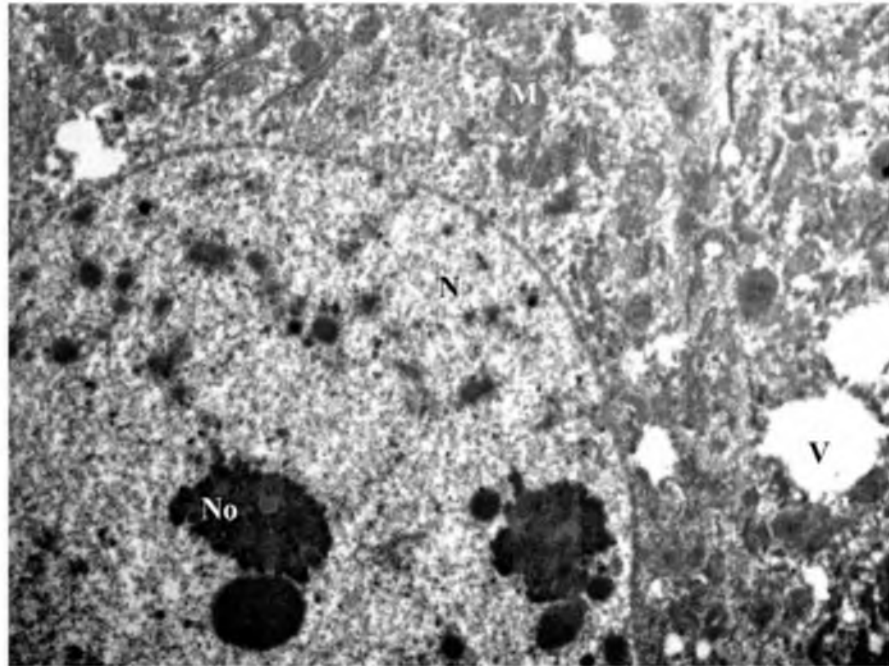


Resim 4.1. Disekte edilmiş *Notonecta maculata*'nın sindirim kanalının genel görüntüsü

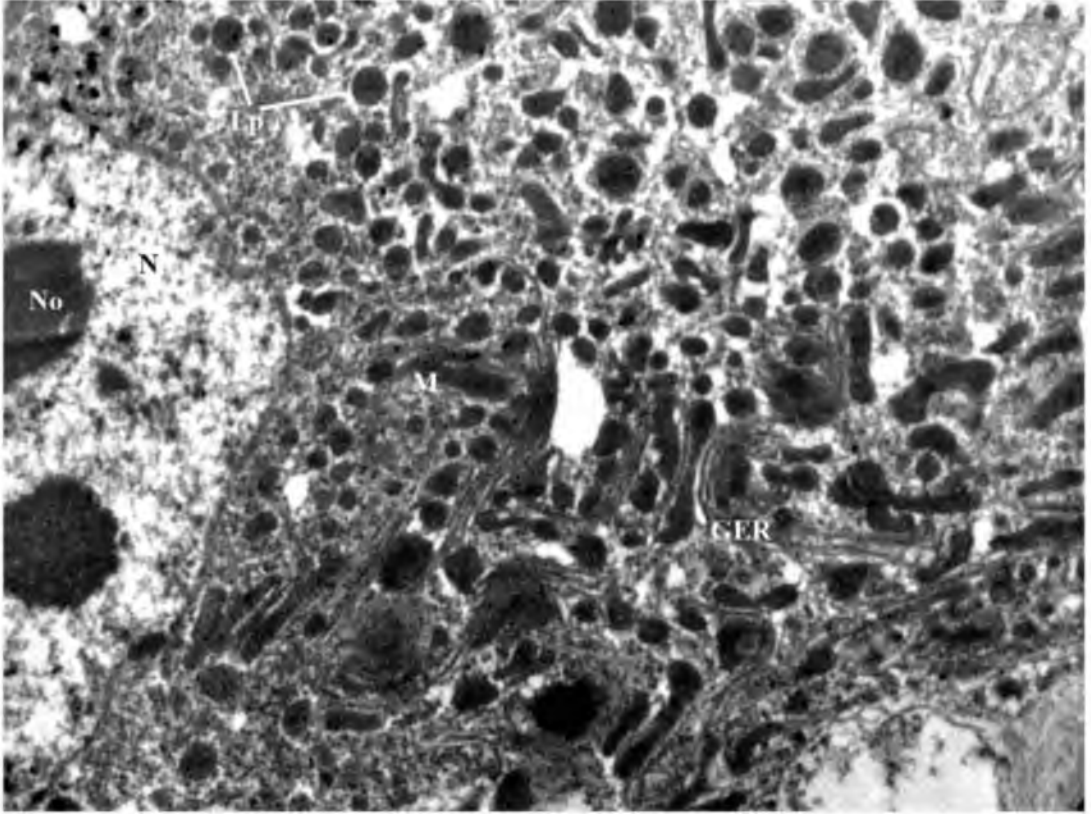


Resim 4.2. Disekte edilmiş *N. viridis*'in sindirim kanalının genel görüntüsü

N. maculata'nın enterosit hücrelerinde, düzgün büyük bir nükleus ve nükleus içerisinde yer yer kümelenmiş kromatin görülmektedir. Aynı nükleus tipi, benzer bir şekilde, *N. viridis*'te de görülmektedir. Ancak *N. viridis*'in enterosit hücrelerinde, çok daha yoğun miktarda hücre içi granüller görülmekte, hücre içi mitokondri yoğunluğu ise aşağı yukarı birbirine eşit görülmektedir (Resim 4.3- 4.4).

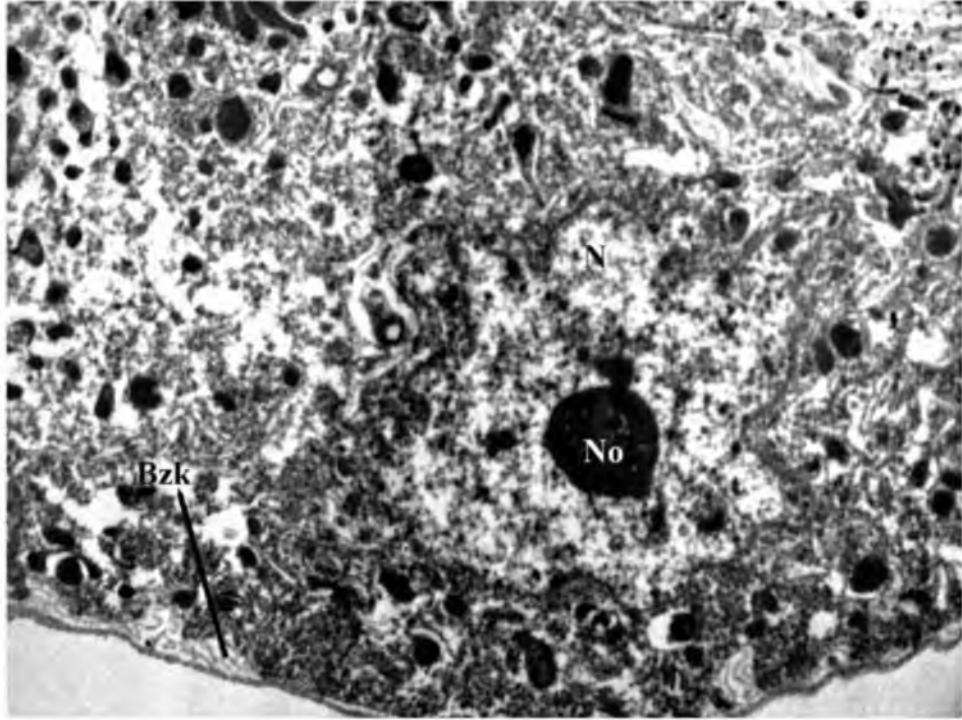


Resim 4.3. *N. maculata*'nın orta bağırsağındaki enterosit hücre, No:Nükleolus, M:Mitokondri, N: Nükleus, V:Vakuol (TEM, x 6000)

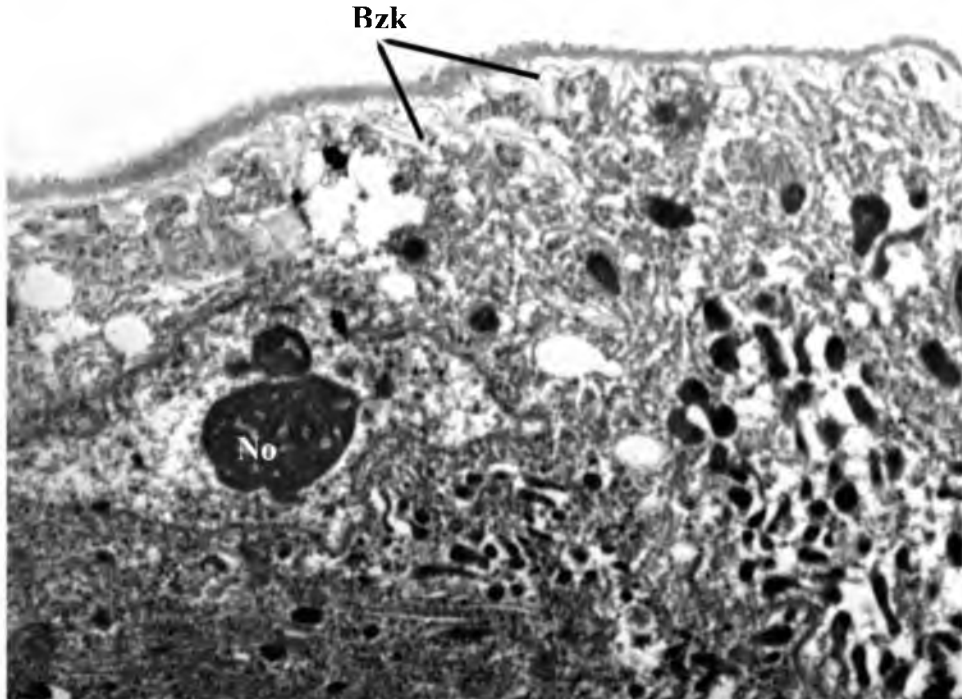


Resim 4.4. *N. viridis* 'in orta bağırsağındaki enterosit hücre, No: Nükleolus N: Nükleus Lp: Muhtemel lipit damlacıkları M: Mitokondri GER: Granüllü endoplazmik retikulum (TEM, x 8 000)

Rejeneratif hücreler, epitel dokuda bazal konumlu tek tek veya gruplar halinde bulunmaktadır. Hücresel yenilenmeden sorumlu olan hücreler yuvarlak ya da oval şekilli olup hücre içerisinde çok yoğun olmayan granüllü endoplazmik retikulum ve mitokondriler içermektedir. Nükleusların içerisinde kromatin homojen bir dağılım göstermektedir ve belirgin nükleoluslar bulunmaktadır. Hücre içerisine doğru uzanan bazal zar katlanmaları gözlenmiştir (Resim 4.5- 4.6).

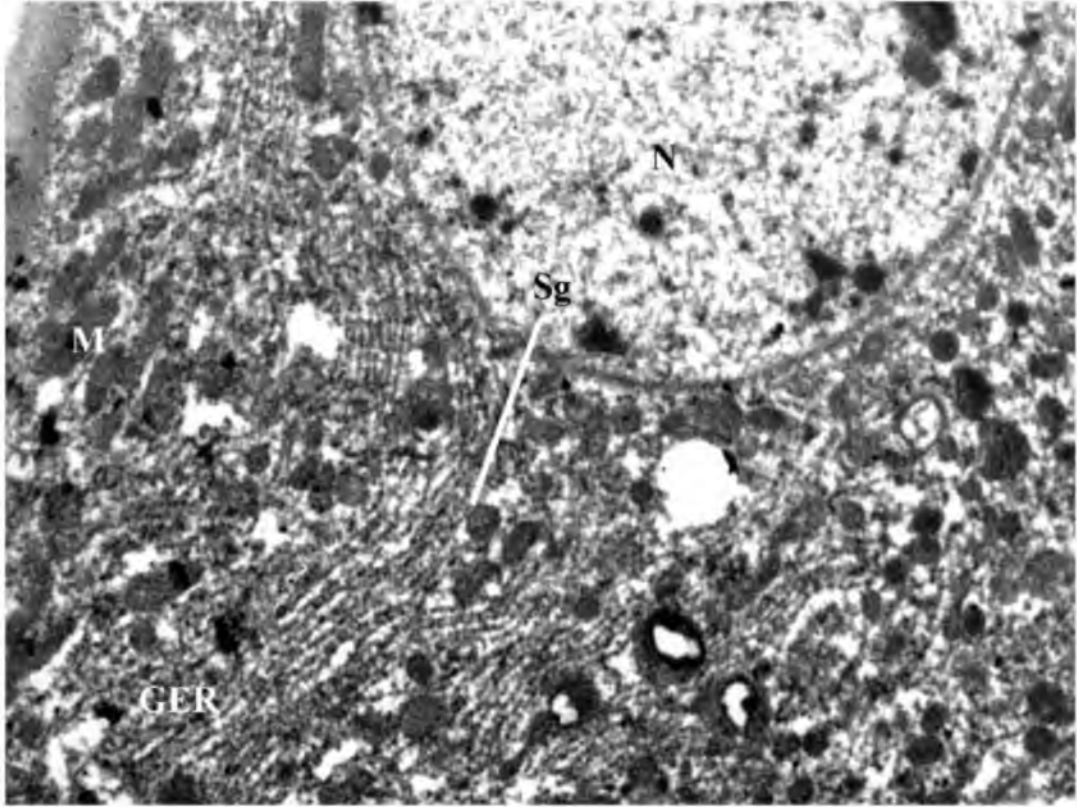


Resim 4.5. *N. maculata* 'nın orta bağırsağındaki rejeneratif hücre, **N:** Nükleus, **Bzk:** Bazal zar katlanmaları **No:** Nükleolus (TEM, x 6 000)

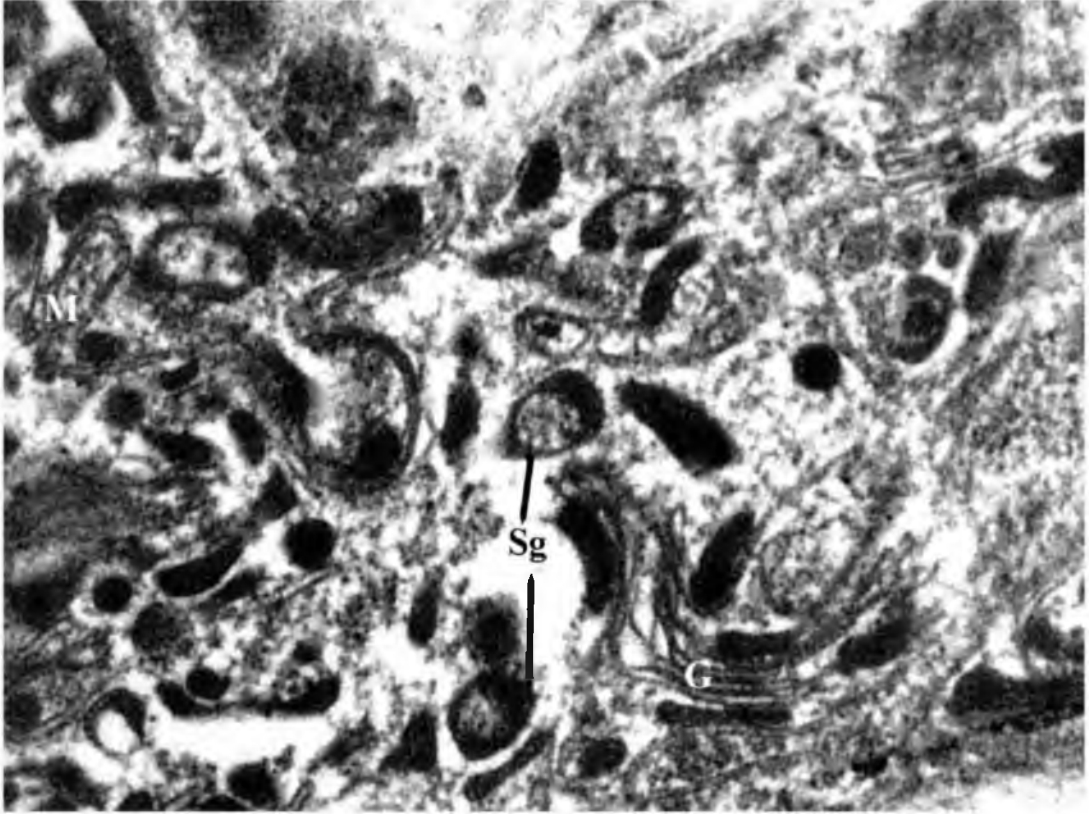


Resim 4.6. *N. viridis* 'in orta bağırsağındaki rejeneratif hücre, **Bzk:** Bazal zar katlanmaları **No:** Nükleolus (TEM, x 8 000)

Hayvansal besinlerle beslenen, bu iki türün bağırsağındaki endokrin hücrelerde ilk göze çarpan yoğun salgı granülü içerikleridir. Bunun yanında mitokondri ve granüllü endoplazmik retikulum yönünden de oldukça zengin görülmektedir (Resim 4.7- 4.8). Hücrelerde yer yer vakuol benzeri yapılar ve Golgi kompleksi de görülmektedir. Mitokondri ve granüllü endoplazmik retikulum yoğunluğu diğer hücre tiplerine nazaran daha fazladır. Hem enterositler hem de endokrin hücrelerin çok daha fazla miktarda salgı granülleri içermeleri, muhtemelen sindirim ve salgılamayla ilgili görevler yapmalarındandır. Bu salgı granülleri hücrenin her tarafına hemen hemen eşit olarak yayılmış durumdadır.

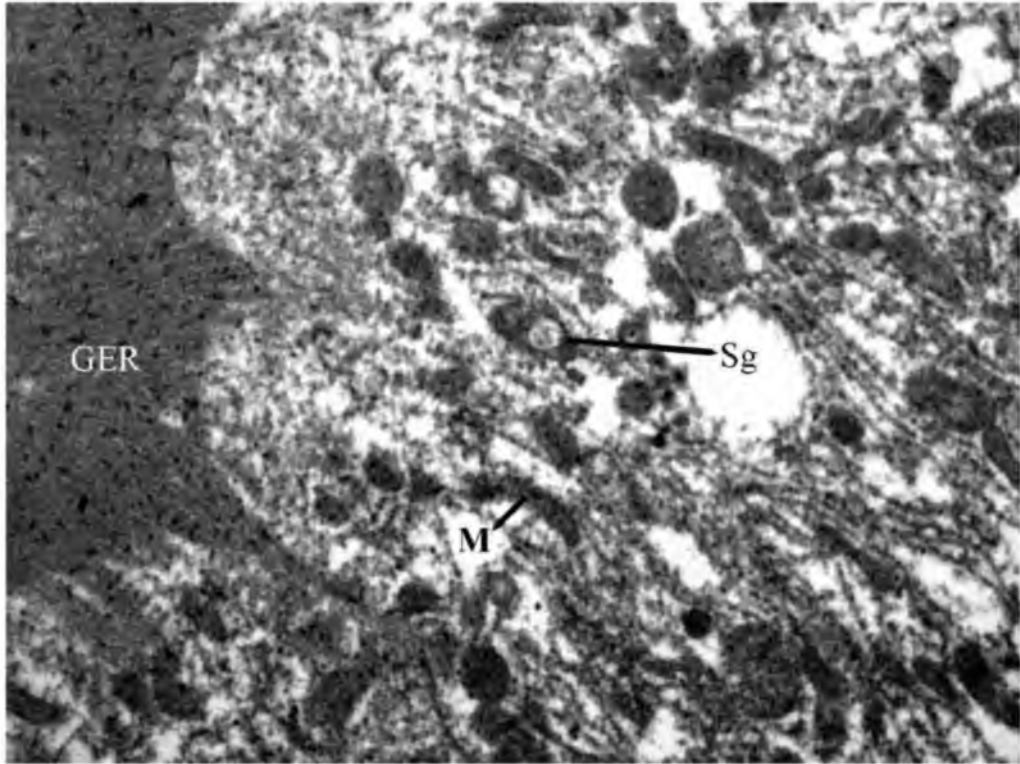


Resim 4.7. *N. maculata* 'nın orta bağırsağındaki endokrin hücre. Sg: Salgı granülü, GER: Granüllü endoplazmik retikulum M: Mitokondri N: Nükleus (TEM, x 8 000)

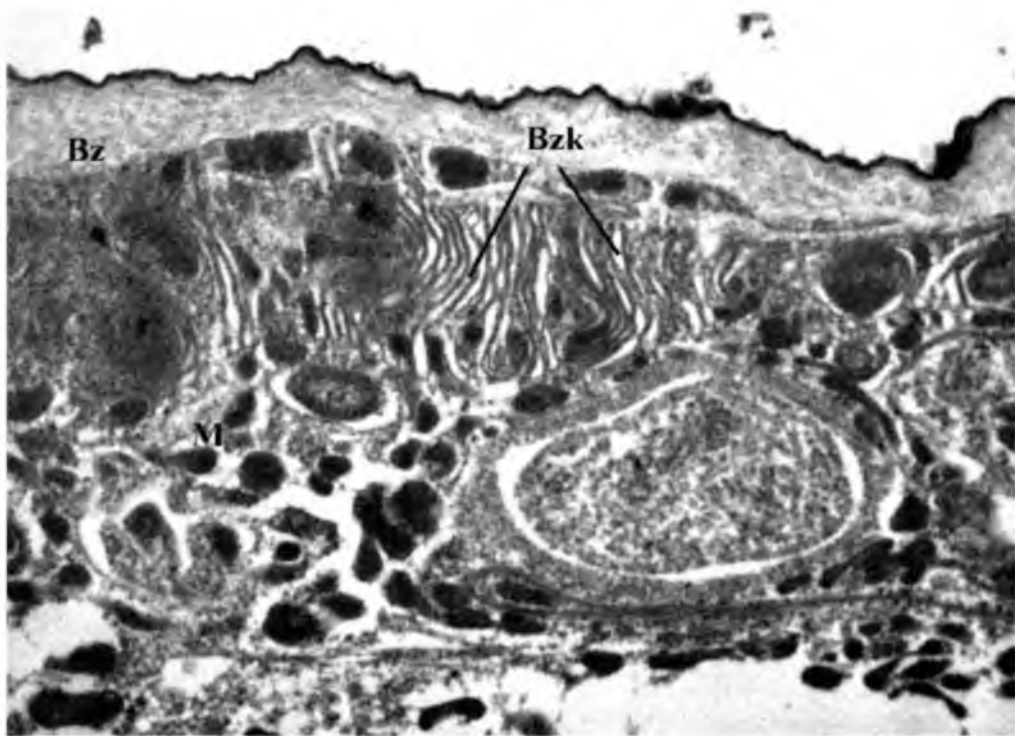


Resim 4.8. *N. maculata*'nın orta bağırsağındaki endokrin hücre **M**: Mitokondri **Sg**: Salgı granülleri **G**: Golgi kompleksi (TEM, x16 000)

Granüllü endoplazmik retikulum yönünden karşılaştırıldığında *N. viridis*'in endokrin hücrelerinin çok daha yoğun olduğu gözlenmektedir (Resim 4.9). Bu hücrelerin bazal kısımlarında yoğun bir bazal zar katlanması görülmekte ve bu zar katlanmalarının arasında mitokondriler gözlenmektedir (Resim 4.10).



Resim 4.9. *N. viridis*'in orta bağırsağındaki endokrin hücre, **GER:** Granüllü endoplazmik retikulum **Sg:** Salgı granülü **M:** Mitokondri (TEM, x 10 000)



Resim 4.10. *N. viridis*'in orta bağırsağındaki endokrin hücre, **Bz:** Bazal zar **M:** Mitokondri **Bzk:** Bazal zar katlanmaları (TEM, x 10 000)

4.2. Tartışma

N. viridis ve *N. maculata*'nın sindirim kanalı, diğer araştırılmış pek çok Hemiptera türlerinde olduğu gibi benzer yapıları içermektedir. Ancak Barber ve ark. (1980)'in *Brochymena quadripustulata* (Hemiptera:Pentatomidae)'nm orta bağırsağın birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ventrikulus olmak üzere dört kısımdan oluştuğunu, orta bağırsak ile son bağırsağın birleştiği yerde malpighi tüplerinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Çalıştığımız türlerin orta bağırsağı da anatomik olarak benzer bir görünüme sahiptir. Demir ve Suiçmez (2011)'in çalıştıkları *Sphex flavipennis* (Hymenoptera:Sphecidae) türünde belirttikleri gibi orta bağırsak epiteli; enterosit hücreler (silindirik emilim hücreleri), rejeneratif hücreler ve endokrin hücrelerinden oluşmaktadır. Rocha ve ark. (2010)'in çalıştıkları *Triatoma vitticeps* (Hemiptera:Reduviidae) türünde, Fialho ve ark. (2009)'in çalıştıkları *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) türünde, Roszkawska ve ark. (2007)'in *Melasoma saliceti* ve *Chrysolina pardalina* (Coleoptera: Chrysomelidae) türlerinde, Bution ve Caetano (2010)'in çalıştıkları *Cephalotes ants* (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae), Levys ve ark. (2004)'in çalıştıkları *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) türünde ve Pinheiro ve ark. (2010)'in çalıştıkları *Cotesia flavipes* (Hymenoptera:Braconidae) türünde de bahsettikleri gibi çalıştığımız her iki türün de orta bağırsağındaki hücrelerin sitoplazmasında belirgin büyük nükleus, nükleolus ve GER sisternalarına rastlanmıştır.

Çalıştığımız her iki türde de Habibi ve ark. (2008) *Lygus hesperus* (Heteroptera: Cimicomorpha:Miridae), Rocha ve ark. (2010) *Triatoma vitticeps*, Fialho ve ark. (2009) *Brontocoris tabidus*, Gül ve ark. (1999) *Agrotis segetum* (Lepidoptera:Noctuidae), Hung ve ark. (2000) *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae), Billen ve Buschinger (2000) *Tetraponera Ants* (Hymenoptera:Formicidae:Pseudomyrmecinae), Roszkowska ve Undrul (2008) *Allacma fusca* (Collembola:Symphypleona), Bution ve Caetano (2010) *Cephalotes ants* ve Neves ve ark. (2003) *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera: Apidae) türlerinde de belirttikleri gibi orta bağırsak bölgesinde emilimden sorumlu enterosit hücreleri görülmüştür. *N. maculata*'nın enterosit hücrelerinin nükleusu

oldukça büyük ve düzgün olup, Fialho ve ark. (2009) *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae), Hung ve ark. (2000) *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) türlerinde bahsettikleri gibi hücrenin büyük bir bölümünü kaplamaktadır. Hücre nükleuslarının çok net bir şekilde görüldüğü, Taha ve ark. (2010)'ın çalıştıkları *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) türünde de belirtilmiştir. Roszkowska ve Undrul (2008)'un *Allacma fusca* (Collembola: Symphypleona) bahsettikleri gibi nükleuslar birkaç tane nükleolusa sahiptirler ve nükleoluslar Gül ve ark. (1999)'ın *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae) türünde de bulunduğu gibi nükleus içinde çok belirgin bir şekilde görülmektedir. Çalıştığımız her iki türde de, Demir ve Suiçmez (2011) *Sphex flavipennis* (Hymenoptera: Sphecidae), Rocha ve ark. (2010) *Triatoma vitticeps* (Hemiptera: Reduviidae), Fialho ve ark. (2009) *Brontocoris tabidus*, Hung ve ark. (2000) *Bactrocera dorsalis*, Roszkowska ve Undrul (2008) *Allacma fusca*, Levys ve ark. (2004) *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae), Pinheiro ve ark. (2010) *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae), Nardi ve ark. (2009) *Belgica antarctica* (Diptera: Chironomidae) türlerinde belirttikleri gibi enterosit hücrelerin sitoplazmasında çok sayıda mitokondri tarafından çevrelenen GER'lara rastlanmıştır. Rocha ve ark. (2010) *Triatoma vitticeps*, Fialho ve ark. (2009) *Brontocoris tabidus* türlerinde gözlemediği glikojen granüllerine ve küresel kristallere, Taha ve ark. (2010)'ın çalıştığı *Chrysomya megacephala* türünde bahsettiği ferritin granüllerine ve büyük lizozomal cisimlere rastlanmamıştır. Çalıştığımız her iki türün de enterosit hücrelerinde, Nardi ve ark. (2009)'ın çalıştığı *Belgica antarctica* türünde belirttiği gibi orta bağırsağın hiçbir bölgesinde belirgin bir şekilde Golgi aygıtı gözlenememiştir. Billen ve Buschinger (2000) *Tetraponera* Ants (Hymenoptera: Formicidae, Pseudomyrmecinae), Roszkowska ve Undrul (2008) *Allacma fusca* türünde belirttikleri şeffaf elektron içerikli veziküller de çalıştığımız kendi türlerimizde çok net bir şekilde gözlemlenememiştir.

Rocha ve ark. (2010) *Triatoma vitticeps*, Hung ve ark. (2000) *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae), Levys ve ark. (2004) *Anticarsia gemmatalis*, Pinheiro ve ark. (2010) *Cotesia flavipes*, Nardi ve ark. (2009) *Belgica antarctica* ve Demir ve Suiçmez (2011) *Sphex flavipennis* türlerinde de ifade ettikleri gibi silindirik

(sindirim) hücrelerini ve endokrin hücrelere farklılaşabilen rejeneratif hücrelerini, çalıştığımız her iki türde de gözlemledik. Rejeneratif hücrelerin bazal zarlarının hücre içine doğru invaginasyonlar yaparak oluşturduğu bazal zar katlanmalarının çok sayıda mitokondri ile ilişkili olduğu Hung ve ark. (2000)'ın çalıştıkları *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) türünde ve Levy ve ark. (2004)'ün çalıştıkları *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) türler tarafından da desteklenmiştir. Hung ve ark. (2000) *Bactrocera dorsalis*, Levy ve ark. (2004) *Anticarsia gemmatalis* ve Nardi ve ark. (2009) *Belgica antarctica* türlerinde bahsettikleri GER ve DER sisternaları çalıştığımız her iki türün bu hücrelerinde de gözlemlendi. Bu hücre tiplerinin, apikal kısımlarında mikrovilli uzantılarının olmadığı Hung ve ark. (2000) *Bactrocera dorsalis* tarafından da belirtilmiştir. Orta bağırsak epitelinin farklılaşması sırasında, Roszkowska ve Undrul (2008) *Allacma fusca* (Collembola: Symphyleona) türünde belirttiği gibi, nükleus zarının yakınında oluşan fosfat, karbonat klorür içeren ve yapısında ürik asit bulundurmayan, farklı düzenlenmiş olan ürosferite yapılarına rastlanamamıştır.

Endokrin hücreler, Habibi ve ark. (2008)'ün çalıştıkları *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) türünde belirttikleri gibi enterosit hücrelerden daha kısadır ve enterosit hücrelerde olduğu gibi apikal kısımlarında mikrovilli uzantıları yoktur. Gül ve ark. (1999) *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae), Roszkowska ve ark. (2008) *Spodoptera exiqua* (Lepidoptera: Noctuidae), Pinheiro ve ark. (2010) *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) ve Demir ve Suiçmez (2011) *Sphex flavipennis* (Hymenoptera: Sphecidae) türlerinde de bahsettikleri gibi endokrin hücrelerde diğer hücrelere nazaran daha çok miktarda salgı granülleri bulunur. Bu durum, bu hücrelerin salgı yapabilmek için özelleşmiş hücreler olduklarını bir kez daha akla getirmektedir. Endokrin hücrelerin bazal membranlarında da çok belirgin bazal zar katlanmalarının görüldüğü Roszkowska ve ark. (2008)'ün çalıştığı *Spodoptera exiqua* türünde de belirtilmiştir. Roszkowska ve ark. (2008)'ün *Spodoptera exiqua* ve Demir ve Suiçmez (2011) *Sphex flavipennis* tarafından da belirtildiği gibi iyi gelişmiş granüllü endoplazmik retikulum ve mitokondri içermeleri bu hücrelerin sentez ve salgılama fonksiyonlarıyla doğrudan ilişkili olduklarını göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kullandığımız *N. viridis* ve *N. maculata* (Hemiptera: Notonectidae) sucul böceklerden olup, su ekosisteminde varlığını sürdürmektedir. Besinlerini sucul canlılardan (protista) karşılayan bu böcekler, aynı zamanda ekolojik dengenin korunmasında önemli işlevleri yerine getirmektedir. Daha önce de belirttiğimiz gibi bu böcek türlerinin sivrisinek larvalarını besin olarak tüketmeleri onların aşırı çoğalmalarını engellemekte ve o bölgedeki popülasyonlarının dengede kalmasını sağlayabilmektedir. Çalıştığımız türler bu özellikleri sayesinde, sivrisinekle mücadelede alternatif bir yol teşkil etmesi açısından önemli bir yere sahiptir. Böylelikle çalıştığımız bu türler, insektisit kullanımını da büyük ölçüde azaltabilmektedir.

Yaşadığı ortamlarda sudaki canlı türleri (özellikle besin olarak kullandığı türler), suyun sıcaklığı, sudaki kirlilik ve toksik maddeler bu türlerin canlılıklarını sürdürebilmelerinde önemli bir yere sahiptir. Bu türler predatör olmaları ile beslendikleri türlerin popülasyonlarını kontrol altında tutarak aşırı çoğalmalarını da engellemektedirler. Ancak ortamlarındaki olumsuz değişikliklerden direkt ya da indirekt olarak etkilenmeleri kaçınılmaz bir gerçektir. Bu yönü ile değerlendirildiklerinde bu türler yaşadıkları sucul ortamda indikatör canlı olarak da kullanılmaktadırlar. Çünkü insanların çeşitli zirai faaliyetleri sonucu toprağa ve toprakta suya karışan pek çok kimyasal bulunmaktadır. Bu kimyasallar çeşitli yollardan canlılara geçmektedirler. Diğer canlılarda olduğu gibi *N. viridis* ve *N. maculata* da bu kimyasallardan olumsuz olarak etkilendiğinden varlığını sürdürememek durumunda kalacaktır.

Yaptığımız bu çalışma orijinal çalışma olup elde edilen bilgilerin bu türlerle yapılacak olan diğer konulardaki çalışmalara temel teşkil etmesi amaçlanmıştır. Ekolojik dengenin korunmasında önemli işlevlere sahip olan bu türlerin biyolojileri ile ilgili çalışmaların yapılması oldukça önem arz etmektedir. Bu sayede bu böceklerin biyolojileri hakkında daha detaylı bilgiler elde edildikçe önemleri daha da net bir şekilde ortaya çıkacaktır

KAYNAKLAR

- Aldemir, A., ve Boşgelmez, A., 2003. *Alburnus orontis* (Cypriniformes: Cyprinidae) ve *Notonecta viridis* (Hemiptera: Notonectidae)'in Sivrisinek Larvaları Üzerindeki Predasyonu. Doktora Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kars. Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ekoloji ABD, Beytepe, Ankara.
- Aljedani, D. M., Al-Ghamdi, A. A., Almeahadi, R. M., 2010. Comparative Study In Midgut Histological Structure of Queen and Worker Yemeni Honey Bees *Apis mellifera jemenatica* (Hymenoptera: Apidae) in Pupae and Adultstages Under Natural Nutrition. Ass. Univ. Bull. Environ. Res. Vol. 13 No. 2., 63-76.
- Barber, Dan T., Cooksey, Lynita M., Abell ve Dawid W., 1980. A Study of the Anatomy of the Alimentary Canal of *Brochymena quadripustulata* (Hemiptera: Pentatomidae), Arkansas Academy of Science Proceedings, Vol. XXXIV.
- Billen, J., ve Buschinger, A., 2000. Morphology and Ultrastructure of a Specialised Bacterial Pouch in the Digestive Tract of *Tetraponera* Ants (Formicidae, Pseudomyrmecinae). Arthropod Structure & Development, 29, 259-266 .
- Boonsriwong, W., Sukontason, K., Olson, Jimmy K., Vogtsberger, Roy. C., Chaithong, U., Kuntalue, B., Ngern-klun, R., Upakut, S., ve Sukontason, Kabkaew L., 2006. Fine Structure of the Alimentary Canal of the Larval Blow Fly *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). Springer-Verlag, Parasitol Res, DOI 10.1007/s00436-006-0363-0.
- Bution, Murillo L., ve Caetano, F.H., 2010. The Midgut of *Cephalotes* ants (Formicidae: Myrmicinae): Ultrastructure of the Epithelium and Symbiotic Bacteria. Micron, 41, 448-454.
- Caetano, F. H., Solferini, V. N., Britto, F. B., Lins, D.S., Aluani, T., Brito, V. G., ve Zara, F.J., 2006. Ultra Morphology of The Digestive System of *Anastrepha Fraterculus* and *Ceratitis Capitata* (Diptera: Tephritidae). Braz. J. Morphol. Sci., 23(3-4), 455-462.
- Demir, F., ve Suiçmez, M., 2011. Investigation of Digestive Tract of *Sphex flavipennis* Fabius, 1793 (Hymenoptera: Sphecidae): Morphology and Ultrastructure. Gazi University Journal of Science GU J Sci., 24(3):397-405.
- Demirsoy, A., Türkan, İ., ve Gündüz, E., 2004. Genel Biyoloji. Palme Yayıncılık, Ankara, 1194 s.
- Erbengi, T., 1985. Yedinci Elektron Mikroskopisi Kongresi. İstanbul, 123-166.

- Fialho, M. 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. *Ann. Entomol. Soc. Am*, 102(1): 119-127.
- Gerard, P. J., 2002. The Digestive System of the Keratin-feeding Larvae of *Hofmannophila pseudospretella* (Lepidoptera: Oecophoridae). *New Zealand Journal of Zoology*, Vol. 29: 15-22.
- Ghanim, M., Rosell, R. C., Campbell, R., Czosnek, H., Brown, J., ve Ullman, E. 2001. Digestive, Salivary, and Reproductive Organs of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) B Type. *Journal of Morphology* 248:22-40.
- Goverdhan, T. L., Shyamasundari, K., ve Rao, H. K., 1980. Histology and Histochemistry of the Alimentary Canal of *Abedus ovatus* (Stal) (Heteroptera: Belostomatidae) *Proc. Indian. Acad. Sci. (Anim. Sci)*, Vol. 90, 2, 237-251.
- Gül, N., Sayar, H., Özsoy, N., ve Ayvalı, C., 1999. A Study on Endocrine Cells in the Midgut of *Agrotis segetum* (Denn. and Schiff.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Turk J Zool*, 25, 193-197.
- 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). *Ann. Entomol. Soc. Am*, 101(1): 159-171.
- Hung, C., Lin, T., ve Lee, W., 2000. Morphology and Ultrastructure of the Alimentary Canal of the Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) (2) The Structure of the Midgut. *Zoological Studies*, 39(4): 387-394.
- 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.
- Levy, S. M., Falleiros, A. M. F., Gregório, E. A., Arrebola, N. R., ve Toledo, L. A., 2004. The Larval Midgut of *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): Light and Electron Microscopy Studies of the Epithelial Cells. *Braz. J. Biol.*, 64(3B): 633-638.
- Levy, S. M., Falleiros, A. M. F., Moscardi, F., Gregório E. A., ve Toledo, L. A., 2008. Ultramorphology of Digestive Tract of *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) at Final Larval Development. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 29, n. 2, . 313-322.

- Nardi, B. J., Miller, L. A., Bee, C. M., Lee, R. E., Jr., ve Denlinger, D. L., 2009. The Larval Alimentary Canal of the Antarctic Insect, *Belgica antarctica*. *Arthropod Structure & Development*, 38, 377–389.
- Neves, C. A., Gitirana, L. B., ve Serrão, J. E., 2003 (a). Ultrastructure of the Midgut Endocrine Cells in *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera, Apidae). *Braz. J. Biol.*, 63(4): 683-690.
- Ozban, N., Özmutlu, Ö., 1991. Mikropreparasyon Yöntemleri. İ.Ü. Fen Fakültesi Yayınlarından: 3664, İstanbul.
- Pinheiro, D.O., Silva, M.D., ve Gregório, E. A., 2010. Mitochondria in the Midgut Epithelial Cells of Sugarcane Borer Parasitized by *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891). *Braz. J. Biol.*, 2010, vol. 70, no. 1, p. 163-169.
- Rocha, L.L. V., Neves, C.A., Zanuncio, J.C., ve Serrao, J.E., 2010. Digestive Cells in the Midgut of *Triatoma vitticeps* (Stal, 1859) Different Starvation Periods. *Comptes Rendus Biologies*, 333, 405–415.
- Rost-Roszkowska, M. R., Kubala, K. A., Nowak, B., Pilarczyk, S., ve Klag, J., 2007. Ultrastructure of Alimentary Tract Formation in Embryos of Two Insect Species: *Melasoma saliceti* and *Chrysolina pardalina* (Coleoptera, Chrysomelidae). *Arthropod Structure & Development*, 36, 351-360.
- Rost-Roszkowska M. M., Chechelska, A., Fradczak, M., ve Salitra, K., 2008 (a). Ultrastructure of Two Types of Endocrine Cells in The Midgut Epithelium of *Spodoptera exigua* Hübner, 1808 (Insecta, Lepidoptera, Noctuidae). *Zoologica Poloniae*, 53/1-4: 27- 35.
- Rost-Roszkowska, M.M., ve Undrul, A., 2008 (b). Fine Structure and Differentiation of the Midgut Epithelium of *Allacma fusca* (Insecta: Collembola: Symphyleona). *Zoological Studies*, 47(2): 200-206 .
- Salman, S., 2006. Omurgasız Hayvanlar Biyolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara, 501s.
- Santos, C. G., ve Serrão, J. E., 2006. Histology of The Ileum in Bees (Hymenoptera, Apoidea). *Braz. J. morphol. Sci*, 23(3-4), 405-413.
- Szymaś, B., Przybył, A., 2007. Midgut Histological Picture of the Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Following Consumption of Substitute Feeds Supplemented With Feed Additives. *Nauka Przyr. Technol.* 1, 4, #48.
- Taha, N., Abdel-Meguid, A., El-ebiarie, A., ve Tohamy, A. A., 2010. Ultrastructure of the Midgut of the Early Third Larval Instar of *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of American Science*, 6(10):1-6.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÖZMEN, Rana
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 30.04.1986 – Çorum
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 543 307 19 86
e- mail : rana-edos@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Hitit Üniversitesi/ Biyoloji ABD	2009-
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniv./Biyoloji Bölümü	2005-2009
Lise	Çorum Atatürk Süper Lisesi	2000-2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2008	Çorum Göğüs Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı	Stajyer
2009-2010	Çözüm Dershanesi	Stajyer Öğretmen
2011-2012	Analiz Dershanesi	Biyoloji Öğretmeni

Yabancı Dil

İngilizce