



Bu Dosya

<https://ziraatweb.com>'dan

İndirilmiştir.

Eğer bu dosya size aitse ve kaldırılmasını istiyorsanız lütfen ziraatweb.com adresinde bulunan "İletişim" kısmından bize bildiriniz. Bize bildirilmeyen dosyalar konusunda sorumluluk kabul etmiyoruz.



Milletimiz çiftçidir. Milletin çiftçilikteki çalışma imkanlarını, asri ve iktisadi tedbirlerle en yüksek seviyeye çıkarmalıyız.

Mustafa Kemal ATATÜRK

HEXAPODA (INSECTA) SINIFI

BÖCEK VÜCUDU

BAŞ
6 segment (halka)

THORAX
3 segment

ABDOMEN
12 segment

Dış çıkıntılar

Kıl

Diken

Pul

Duyu Kılıarı

Koruma Kılıarı

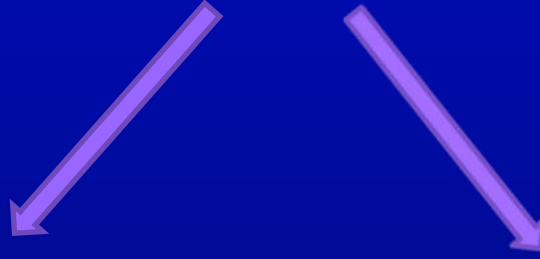
Temizleyici Kılıar

Yapışıcı Kılıar

Zehirli Kılıar

İÇ ÇIKINTILAR

KASLARIN BAĞLANMA YERİ VE
DIŞ İSKLETİN DAYANIKLILIĞININ
ARTMASINA YARAR



LEVHA
ŞEKLİNDEKİLER=
APODEMA

DİKEN (PARMAK)
ŞEKLİNDEKİLER=
APOPHYSIS

Böceklerde genel vücut bölümleri

Böcek vücudu genel olarak üç bölüme ayrılmaktadır. Bunlar baş (6 segmentin kaynaşmış hali), thorax (3 segment) ve abdomen (embriyo döneminde 12 segment, fakat daha sonraki evrelerde genel olarak 11 segmentli) dir.

Böcek başı (Cephalo)

- ◆ Böcek vücudu embriyo döneminde 21 segmentten meydana gelmiştir
- ◆ Baş 6 adet segmentten oluşmuştur ve kapalı bir kutu halinde, sağlam yapılıdır.
- ◆ Baş genel olarak thorax'ın ön tarafında yer almıştır. Fakat bazı familyalarda (Bostrychidae ve Scolytidae (Coleoptera)) baş alt tarafta yer almıştır. Üstten bakılınca görülmemektedir.
- ◆ Baş bazı böceklerde (Curculionidae: Coleoptera) ileriye doğru hortum şeklinde uzamış durumdadır.
- ◆ Baş, baş eksenini vücut eksenine dik ise hypognathous; baş eksenini vücut eksenine aynı doğrultuda ise prognathous olarak isimlendirilmektedir.

BÖCEK BASI

GÖZLER

AGIZ PARÇALARI
1 çift mandibula
2 çift maxilla
bunlari orten ust dudak

ANTENLER
1 çift

NOKTA GÖZLER
1 - 3 adet

PETEK GÖZLER
1 çift



ANTENLER (Görevi)

KOKU ALMA

DOKUNMA

TAD ALMA

ANTENLER
halkalardan oluşmuştur

SCAPUS
1. halkadır
ve basa bağlar

PEDICELLUS
2. halkadır

FLAGELLUM
Geri kalan kısımdır
(3-50 halkadan oluşur)

Böceklerde ağız yapısı

Çiğneyici ağız
(Isırıcı veya kemirici)

Yalayıcı-emici ağız
(Arılar: Hymenoptera)

Emici ağız
(Kelebekler: Lepidoptera)

Sokucu-emici ağız

6 iğneli sokucu emici ağız
Sivrisinekler

4 iğneli sokucu emici ağız
Heteroptera ve Homoptera

2 iğneli sokucu emici ağız
Bazı sineklerde

Çiğneyici ağız (isırıcı kemirici): **Esas tiptir**. Bu tipe örnek olarak **Orthoptera** ve **Coleoptera** takımına bağlı böcekler ile ergin ağız yapısı sokucu-emici olmayan takımların larvalarını gösterebiliriz. Daha pek çok böcek takımlarında ağız bu şekilde yapılmıştır.

THORAX

Thorax

Prothorax (1. thorax segmenti)
Cekirgelerde (Orthoptera)
oldukca iri yapılıdır

Mesothorax
(2. thorax segmenti)

Metathorax
(3. thorax segmenti)

Bir Thorax segmenti

Tergum
Üstte

Pleuron
Yan taraf

Pleuron
Yan taraf

Sternum
altta

Notum
Tergumun üstteki yüzeyi

Pronotum
1. thoraks segmentinin
üst yüzeyi

Mesonotum
2. thoraks segmentinin
üst yüzeyi

Metanotum
3. thoraks segmentinin
üst yüzeyi

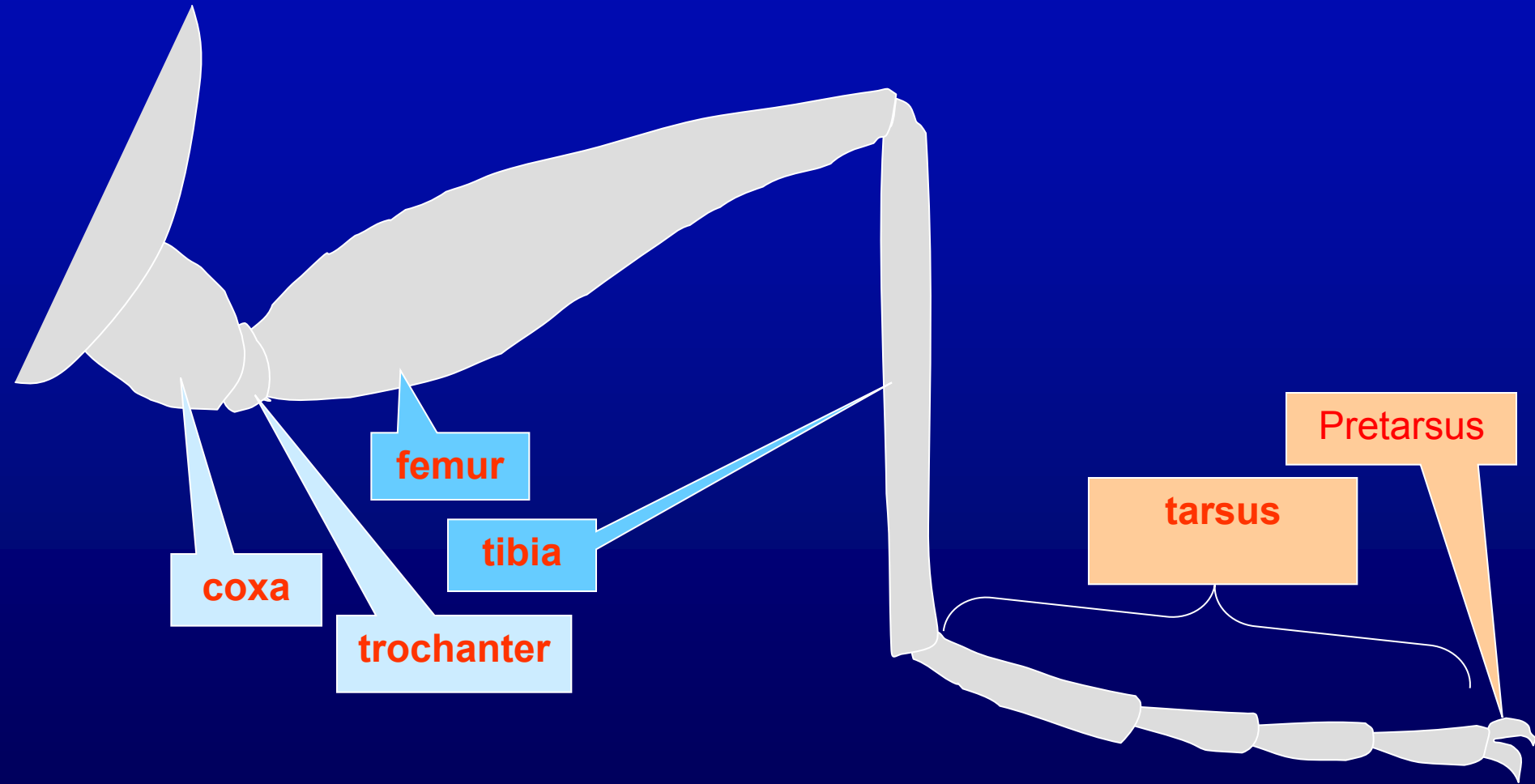
THORAX
3 CIFT BACAK VE
2 CIFT KANAT TASIR

Prothorax (1. thorax segmenti)
1 CIFT BACAK BULUNUR

Mesothorax
(2. thorax segmenti)
1 CIFT BACAK BULUNUR
1 CIFT KANAT BULUNUR

Metathorax
(3. thorax segmenti)
1 CIFT BACAK BULUNUR
1 CIFT KANAT BULUNUR

Bacaklar



Bacakların genel yapıları yukarıda bildirildiği gibi olmakla beraber, gördükleri fonksiyona göre şeklen değişmelere uğramışlardır.

Bu değişmeler özellikle birinci ve üçüncü çift bacaklarda görülür.

1. Çift bacağın değişmesi sonucu meydana gelen bacak tipleri

- ❑ Kazıcı bacak: *Gryllotalpa gryllotalpa* (Orthoptera), Scarabaeidae (Coleoptera)
- ❑ Yakalayıcı bacak: *Mantis religiosa* (Mantidae: Orthoptera)
- ❑ Çengelli bacak: Sularda yaşayan Hemipterlerde (Belostomatidae)
- ❑ Tutucu bacak: Dytiscidae (Coleoptera)
- ❑ Temizleyici bacak: *Vanessa* (Nymphalidae: Lepidoptera)

3. Çift bacağın değişmesi sonucu meydana gelen bacak tipleri

- ❑ Sıçrayıcı bacak: Acrididae, Tettigoniidae, Gryllidae (Orthoptera), Chrysomelidae (Col.), Psyllidae (Homoptera)
- ❑ Yüzücü bacak: Dytiscidae (Col.), Belostomatidae (Hemiptera)
- ❑ Toplayıcı bacak: *Apis mellifera* (Apidae: Hym.)
- ❑ Koşucu bacak: Blattidae (Orth.), Cicindelidae (Col.)

Kanatlar:

- ◆ Thorax'ta sadece 2. ve 3. segmentinden birer olmak üzere 2 çift kanat bulunmaktadır.
- ◆ Deri uzantısıdır.
- ◆ İki deri uzantısı arasında kanat damarları bulunur.
- ◆ Damarlar içerisinde tracheae boşluğu, vücut sıvısı ve sinir kolları bulunur.
- ◆ Apterygota alt sınıfında primer olarak yoktur.
- ◆ Pterygota alt sınıfında kanat bulunur.
- ◆ Kanatlar dıştan görülebiliyorsa – Exopterygota (hemimetabol olan Orth., (Heterop., Homop.)=Hemiptera)
- ◆ Kanatlar dıştan görülemiyorsa – Endopterygota (Holometabol olan Lep., Dip., Col.)

APTERYGOTA
KANATLAR PRIMER OLARAK BULUNMAZ

PTERYGOTA
KANAT BULUNUR

EXOPTERYGOTA
Larva evresinde kanatlar distan görülebilir
Hemimetabol olan Orthoptera,
Heteroptera, Homoptera

ENDOPTERYGOTA
Larva evresinde kanatlar distan görülemiyorsa
Holometabol olan Lepidoptera,
Diptera, Coleoptera

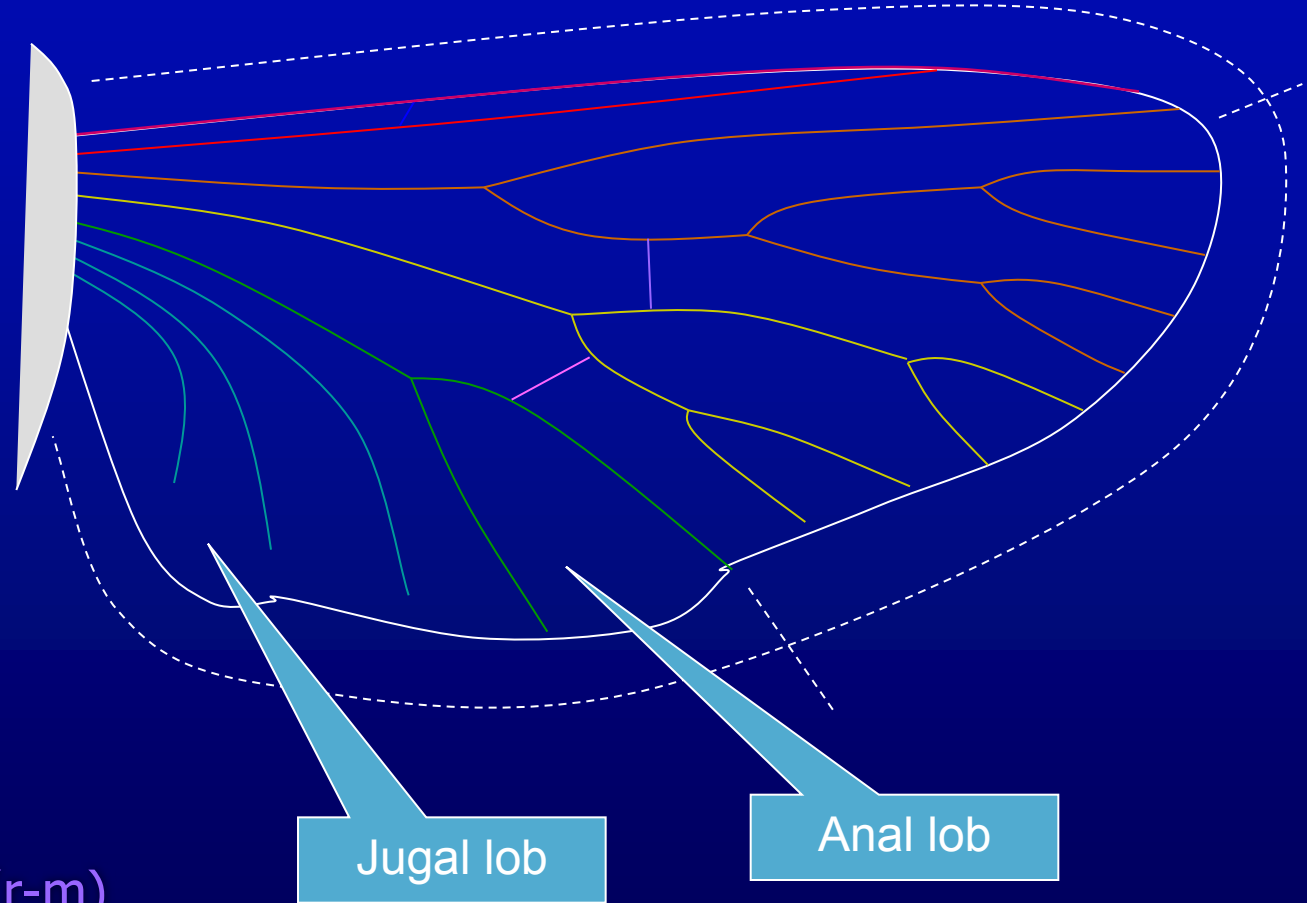
Kanadın yapısı

Boyuna damarlar

- ◆ **Costa**
- ◆ **Subcosta (Sc)**
- ◆ **Radius (R)**
- ◆ **Media (M)**
- ◆ **Cubitus (Cu)**
- ◆ **Anal (A)**

Enine damarlar

- ◆ **Humeral (h)**
- ◆ **Radio-medial (r-m)**
- ◆ **Medio-cubital (m-cu)**



Kanatların hareketleri, böceklerde **genel olarak, pasif şekildedir**; yani kanatları thorax segmentlerindeki dikine ve boyuna kasların kasılma ve uzamaları sonucu olarak bu segmentlerin hafif yassılaşıp kabarması ile aşağı yukarı hareket ederler. Odonata takımında ise kanat hareketi aktiftir; yani, kanatları oynatmak için bunların tabanında özel kaslar vardır.

Böcekler kanatlarının iki çiftini birlikte hareket ettirirler. Bu hareket aşağı ve yukarı olmak üzeredir;uçuş sırasında kanatlar havada bir 8 şekli çizer.
Kanat hareketi:

- ❑ Odonata: Her iki çift kanat zar gibidir, çok sayıda enine ve boyuna damar bulunur, bazı kitinimsi bölgeler bulunur
- ❑ Orthoptera: Üst kanatlar hafif kitinleşmiş ve parşömenimsi yapıda, alt kanatlar zar şeklinde ve bol damarlı.
- ❑ Dermaptera: 1. çift kanatlar kısa, ikinci çift kanatlar yelpaze şeklindedir.
- ❑ Thysanoptera: Kanat ince uzun, az damarlı ve etrafı saçaklı.
- ❑ Heteroptera: Üst kanadın dip kısmı kitinleşmiş, alt kanat zar şeklindedir.
- ❑ Homoptera: İki çift kanatta zar şeklinde, yada 1. çift kanatlar derimsi yapıdadır.
- ❑ Neuroptera: Kanatlarda pek çok enine ve boyuna damar bulunmaktadır.
- ❑ Coleoptera: 1. çift kanatlar sert ve kalın (elytra), alt kanatlar ise zar şeklindedir.
- ❑ Lepidoptera: Kanatlar zar şeklinde ve üzeri pullarla kaplıdır.
- ❑ Diptera: Birinci çift kanatlar zar şeklinde ve ikinci çift kanatlar körelmiş ve halter adını almıştır.
- ❑ Hymenoptera: Her iki çift kanatta zar gibi ve bir takım kapalı hücre oluşturan az sayıda damar bulunur.

ABDOMEN

ABDOMENDEKİ UZANTILAR

CERCI

Son abdomen segmentinin dorsalindedir ve 1 çifttir

Epiproct

Anusun üst kısmında bulunan kitinsel cıktıdır.

Paraproct

Anusun altında bir çift kitinsel cıktıdır

Esey organlar

Disi böceklerde esey organlar 8. ve 9. segmentin ventralindeki 3 çift uzantıda (valvulae) oluşur, Ovipozitor (Sokucu arıda iğneye dönüşmüştür)

Furcula

Collembola takımında abdomenin 4. segmentinde bulunur

Styli

Thysanurada abdomen sonunda bulunur

Corniculus

Aphididae (Homoptera) da abdomenin üst yan kısımlarındaki bir çift uzantıdır

- ◆ **Serkus (Cercus):** Dokunum organı olarak görev yapan, ve son abdomen segmentinin dorsalinden 1 çift olarak çıkan, Thysanura, Orthoptera, Isoptera, Ephemeroptera, Plecoptera ve Dermaptera takımlarına ait türlerde görülebilen uzantı

- ◆ **Epiproct (Epiproct):** Tek olarak anüsün üst kısmında yer alan kitinsel abdomen çıkıntısı
- ◆ **Paraproct (Paraproct):** Anüsün altında bir çift olarak yer alan ufak yapılı kitinsel çıkıntı

- ◆ **Ovipozitör- Yumurta Koyma borusu (Ovipositor):** Dişi böceklerde abdomen sonunda yumurta koymaya yarayan, morfolojik olarak mızrak, iğne gibi farklı şekillerde olabilen çıkıntı
- ◆ **Sıçrama çatalı (Furcula):** Collembola takımı türlerinde 4. abdomen segmentinin ventralinden çıkan ve böceğin sıçramasını sağlayan abdomen uzantısı

- ◆ **Stylus (Stylus):** Bazı böceklerde hareket esnasında abdomenin yukarıda tutulmasını sağlayan, segmentsiz 1 ya da 2 adet olarak bulunabilen uzantı
- ◆ **Mum borucuğu (Corniculus):** Hemiptera takımı Aphididae familyası türlerinde abdomenin 6. segmentinin dorsaline bir çift olarak bulunan, mum salgı ve alarm feromonu gibi maddelerin üretiminde rol alan organ

DUYU ORGANLARI

- ❑ Bir çok etkiler böcekler tarafından alınır ve bunlara karşı tepkiler meydana gelir.
- ❑ Duyu organları, esas itibariyle vücut duvarına yerleşmiş durumdadır ve çoğu mikroskopla görülebilecek büyüklüktedir.
- ❑ Böcekler mekaniksel, kimyasal, görsel, işitsel ve diğer tipteki etkileri alan duyu organlarına sahiptir.
- ❑ Basit yapılı duyu organlarına veya bileşik bir duyu organını meydana getiren birimlere Sensillum (cogul: sensilla) adı verilir.

GÖRME

DOKUNMA

ISITME

KOKU

TAT

PETEK GÖZLER

KIL SEKLİNDEKİ
DUYU ORGANLARI

KORDOTONAL ORGAN

ANTENLERDEKİ
DUYU ORGANLARI

AGIZ PARÇALARINDAKİ
DUYU ORGANLARI

NOKTA GÖZLER

TIMPANAL ORGAN

TARSUSLARDAKİ
DUYU ORGANLARI

Mekaniksel duygu organları



Alicının herhangi bir yerinde şekilsel bir değişiklik yapan uyarmaları alır.

1. **Dokunma kıl ve iğneleri:** Anten, tarsus ve cercide bulunur ve kıl kökündeki oynama sinir tarafından algılanır.
2. **Çan şeklinde duygu organları:** Örneğin cerci' de bulunur, kütikulanın yüzeyinde ve küçük bir kubbe altına yerleşmiş durumdadır.
3. **Kordon şeklindeki duygu organları:** Duygu hücresi vücut duvarının iki noktası arasına gerilmiş bir uzantıya sahiptir. Herhangi bir vücut hareketini algılamaktadır ve özellikle de antenin 2. segmentinde bulunur. Chrysopidlerde erginin kanat diplerinde de bulunur.

İşitme duygusu organları

- Algılayabildiğimiz sesin üst sınırı 15-20 bin titreşime kadardır. Bazı böceklerde ise bu sınır 90 bine kadar yükselebilmektedir.
- 1. **İşitme kılları:** Ses dalgalarının etkisi ile kılın titremesi sonucu ses algılanmaktadır. Örneğin Lepidopter larvalarının vücut kılları ile Orthopterlerde cerci üzerinde bulunan kıllar buna örnek olarak verilebilir.
- 2. **Johnston organı:** Sivrisineklerin antenlerindeki bol sayıda kıllar, ses dalgaları ile bütün antenin oynaması ve sonuçta ikinci anten segmentindeki johnston organının sesi almasını sağlar (300-500 titreşimli).
- 3. **Timpanal organ:** İnce bir zar şeklindeki duygu organlarıdır ve bir çift olarak vücudun değişik yerlerine yerleşmiştir. Bu zarlar solunum sisteminin hava kesecikleri ve kordotonal duygu organları ile işbirliği halindedir. Acrididae (Orh.) de birinci abdomen segmentinin yanlarında kanat altındadır ve üzeri açık ve iri yapıllı bir zar şeklindedir. Gryllidae, Gryllotalpidae ve Tettigoniidae familyalarında birinci çift bacağın tibialarının yanlarında bulunur. Bazı homopterler ve özellikle Cicadidae familyasında her iki cinsiyette de bulunur. Bunlardaki ses alma zarı ses çıkarma organı ile bağlı durumdadır ve timpanum aynası adını alır.

Kimyasal duygu organları

- ◆ Tat ve koku algılanır; tat deyme ve koku ise uzaktan algılanabilir.
- ◆ Tat alma organları asıl olarak ağız parçalarında bulunur, hymenopterlerde antenlerde, lepidopter ve dipterlerde tarsi' de bulunur.
- ◆ Koklamsal duygu organları antenler, bazen palpuslar ve tarside bulunabilir.
- ◆ *Geotrupes* sp. (Geotrupidae-Col.) bir litre havada 0,003 mg skatol çekmede yeterlidir.
- ◆ *Apis mellifera* L. da kokuya hassasiyet insanla aynı düzeydedir.
- ◆ Böcekler için önemli koku olarak.
 1. Cinsel çekici kokular
 2. Hatırlama kokuları (sosyal böceklerde)
 3. Yumurta koyma çekici kokuları
 4. Besin çekici kokular

Görme organları

- ◆ Böceklerin ışığa duyarlılığını sağlayan organlar:
 1. Deri ışık alıcıları
 2. Tepe nokta gözleri (Dorsal ocelli)
 3. Yan nokta gözleri (Lateral ocelli; stemmata)
 4. Petek gözler
- ◆ Bal arısı kırmızı rengi algılayamaz
- ◆ Ultraviyole ışığı görebilirler

1. **Deri ışık alıcıları:** Vücut yüzeyinde ışığa duyarlı olduğu bilinmektedir.
2. **Tepe nokta gözleri:** Vertex' de bulunur ve beyinin ön lobundan gelen sinirlere bağlıdır ve üçgen şeklinde yerleşmiş 3 adettir. Yapısı cornea, corneagen, retina, retinula (retinanın 2-3'lü grupları), rhabdom ve pigment hücrelerinden meydana gelmiştir. Uçuş sırasında vücudun durumunu düzenlemek, uzaktaki cisimleri görmek, gece görmek, ışığın yönünün belirlenmesi işini üstlenmiştir.
3. **Yan nokta gözleri (Stemmata):** Larvalarda bulunur. Türler göre sayı değişir. Hayal oluşması, uzaklık tahmini ve renk belirlenmesi işine yaradığı düşünülmektedir.
4. **Petek gözler (Bileşik gözler):** Ommatidiumlardan oluşur. Cornea kısmı facetlerden ibarettir. Facet sayısı değişkendir: *Ponera* spp.(Hym.)'de petek göz 1 facetten oluşur. Odonata da 28000, lepidopterlerde 12000-17000 adet facetten meydana gelir. Ommatidium cornea, corneagen, crystalline conus, primer iris, retinula ve sekonder iristen meydana gelmektedir.

Dorsal Ocelli

- 1) Cornea: mercek görevi görür
- 2) Corneagen tabakası: saydam renksiz hücrelerdir; corneyi oluşturur.
- 3) Retina: Retinula hücrelerinin dairesel şekilde toplanmış halidir. Bu hücrelerin rhabdomere adı verilen ışığa duyarlı kısımları birleşerek rhabdom'u (görme çubuğu) oluşturur. ışığı elektrik sinyaline dönüştürür.
- 4) Axon: dorsal gözü beyne bağlar.
- 5) Pigment Hücreleri; mercek dışından gelen ışınları absorbe eder.

- ◆ **Petek gözün işlevi olarak**, ışığa duyarlık, değişen derecede kesinlikle şekillerin ayırt edilmesi, hareketlerin ve uzaktaki cisimlerin uzaydaki yerlerinin görülmesi olarak sayılabilir. Görme işlemi mozaik teorisine göre mozayık şeklinde hayal oluşur. Hayal oluşumu apposition ya da superposition şeklinde gerçekleşir. Netlik ommatidium sayısı ile ilişkilidir.
- ◆ Böcekler 2500-7000 (insanlar 4000-7000) angstron dalga boyundaki renkleri algılar ve ultraviyole ışınlar da böcekler tarafından algılanabilir.

BİLEŞİK GÖZ

**Bileşik göz
ommatidium'lerden
oluşmuştur:**

- 1) Cornea: mercek görevi görür
- 2) Kristal koni: İlave mercek görevi görür.
- 3) Corneagen tabakası: saydam renksiz hücrelerdir; corneayı oluşturur.
- 4) Pirimer iris (pigment) hücreleri
- 5) Retina: Retinula hücrelerinin dairesel şekilde toplanmış halidir. Bu hücrelerin rhabdomere adı verilen ışığa duyarlı kısımları birleşerek rhabdom'u (görme çubuğunu) oluşturur. Rhabdom ışığı elektrik sinyaline dönüştürür.
- 6) Sekonder iris (pigment) hücreleri
- 7) Axon: dorsal gözü beyne bağlar.

Nem ve sıcaklık duygusu organları

- ◆ Nem duygusu organları böceklerde genel olarak ufak koni, kıl veya levha şeklindeki duygu organıdır.
- ◆ Böceklerde sıcaklık duygusu organlarının genellikle antenler, maxillar palpuslar ve tarside bulunduğu bilinmektedir.

Ses ıkarma organları

- ◆ Her iki cinsiyette de ses çıkarma organları olabildiği gibi genellikle erkeklerde daha fazla gelişmiştir. Ses çıkartmanın amacı cinsel ağrı, korunma veya birbirlerini tanımadır. Yöntem bakımından ses çıkarma 5 şekilde olabilir. Bunlar:
 1. Vücutun bir kısmını bazı cisimlere vurarak
 2. Vücutun bir parçasını diğer birine sürterek,
 3. Kanatları titreterek,
 4. Kas yardımı ile özel bir zarı titreterek.
 5. Diğer titremeler ile.

1. **Vücutun bir kısmını bazı cisimlere vurarak:** Anobiidae (Coleoptera) bireyleri cinsel çağrı için başlarını galerinin duvarına vurarak ses çıkarırlar.
2. **Vücutun bir parçasını diğer birine sürterek:** Orthoptera, Coleoptera ve Hemiptera da görülür.
3. **Kanatları titreterek:** Böceklerde uçuş sırasında çıkardıkları ses kanat çırpması ile meydana gelir.
4. **Kas yardımı ile özel bir zarı titreterek:** Cicadidae (Homoptera) da erkeklerde görülür. Ventralde metatoraksın geriye doğru bir çift iri levha veya kapak oluşturur. Bu kapak içerisinde tymbal, kıvrımlı zar ve ayna bulunur.
5. **Diğer titremeler ile:** Bir sıra levhanın hareketi ile olur. Örnek olarak Diptera Syrphidae familyası verilebilir.

Işık organları

- ♦ Lamphyridae ve Cantharidae (Coleoptera) familyalarında görülür. Bu organlar 6. ve 7. abdomen segmentinin altında 12 çift olarak bulunur, türe göre sürekli veya sık olarak yanıp sönebilir.
- ♦ Yapı olarak örneğın Phengodes' lerde: Kütikülanın gerisinde bir sıra fotogenik hücreden meydana gelmektedir. Bu hücreler fotogen tabakayı oluşturur, nefes borucukları tarafından sarılmıştır. Fotogenik hücreler birkaç sıra olan ve urat içeren hücreler tarafından sarılmıştır, bu tabakaya reflektör tabaka adı verilir. Kimyasal olarak **luciferin** maddesinin **luciferinase** enzimi ile oksijenli ortamda okside olması sonucu gerçekleşir. Bu oksidasyon sonucu meydana gelen enerji %100 oranda ışık enerjisi haline dönüşür.

Böceklerde üreme şekilleri

- Böcekler yumurta ile ürerler fakat iki şekilde görülür.
 1. Amphigonie (döllenenmiş yumurta ile üreme)
 2. Parthenogenie (döllenenmemiş yumurta ile üreme)

LARVA EVRESI

Larva dönemi:

Apterygota: 1

Diptera: 3

Orthoptera: 5

Lepidoptera: 5 (6-7)

Hymenoptera: 8

Magicicada septemdecim (Cicadidae: HOM.): 30

Larva tipleri

- ❑ **KAMPODEID larva:** Thorax'da 3 çift bacak bulunur ve çabuk hareket ederler. Abdomende cerci bulunur.
 - ❑ Bazı Coleopter ve Neuropter larvaları
- ❑ **MANAS tipi larva:** Vücut şişman, silindirik yapıda ve kıvrık olarak dururlar. Thoraksda 3 çift bacak bulunur, fakat yürüme işine yaramaz
 - ❑ Scarabaeidae: Coleoptera
- ❑ **TIRTİL:**
 - ❑ **Gerçek tırtıl:** Thorax'da 3 çift; abdomende 5 çift (3-6. segmentlerde 4 çift ve son segmentte 1 çift) anal bacak bulunur. İlk iki abdomen segmentinde bacak bulunmaz.
 - ◆ Lepidoptera (Geometridae hariç)
 - ❑ **Muhendis tırtıl:** Thorax'da 3 çift; abdomende 2 çift (6. ve 9. segmentlerde) bacak bulunur
 - ◆ Geometridae (Lepidoptera)
 - ❑ **Yalancı tırtıl:** Thorax'da 3 çift; abdomende 6-8 çift bacak bulunur ve ikinci segmentten itibaren başlar
 - ◆ Hymenoptera-Symphyla alttakımı (Tenthredinidae)
- ❑ **Bacaksız larva:** Bacak bulunmaz.
 - ❑ **Başı gelişmiş:** Scolytidae (Col.), Culicidae (Dip.), Apidae (Hym.)
 - ❑ **Başı ufalmış:** Tipulidae (Dip.) ve Buprestidae (Col.)
 - ❑ **Başı hemen hemen kaybolmuş:** (Calliphoridae, Tephritidae: Diptera)

Böceklerde başkalaşım ve pupa tipleri

Böceklerde başkalaşım (metamorphosis): Böceğin ergin olmak üzere geçirdiği değişikliklere başkalaşım adı verilir.

BASKALASIM TIPLERİ

- ❑ **Ametabola:** Larva tam olarak ergine benzer ve metamorfoz yoktur (Apterygota)
- ❑ **Neometabola:** Larva ergin hale geçerken 1-2 uyuşuk ara dönem geçirir. Bu ara dönemlerde larvanın organları kaynaşmamıştır (Thysanoptera, Phylloxeridae-Aleyrodidae(Hem.))
- ❑ **Hemimetabola:** Larva ergine benzer, Orthoptera, Hemiptera familyasında görülür.
- ❑ **Holometabola:** Larvalar gerçek anlamda pupa dönemi geçirirler ve bu dönemde larvanın iç organları kaynaşarak ergin haldekine değişir. Neuroptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera ve Hymenoptera takımlarında görülür.
- ❑ **Hypermetabola:** Coleopteranın bazı familyalarında (Meloidae), Mantispidae (Neuroptera), ve Coccidae (erkeklerinde)(Hem.)' da ve Strepsiptera' da görülür. Larva dönemleri şekilce birbirlerinden farklı yapıdadır.

Pupa tipleri

- 1. Serbest pupa:** Anten, bacak ve kanat izleri vücut üzerinde serbest olarak görülür. Ör: Coleoptera, Hymenoptera ve Neuroptera takımları ile Diptera takımının bazı familyalarında görülür.
- 2. Mumya pupa:** Bacak ve kanat izleri vücut üzerine yapışıktır. Erginleşince pupa gömleği sırt taraftan yırtılarak ergin çıkar. Ör: Coleoptera, Diptera ve Hymenoptera takımlarından bazı familyalar ile Lepidoptera takımında görülür. Lepidoptera takımından bireylerin pupalarına Krizalit de denilir.
- 3. Fıçı pupa:** Diptera takımına bağlı birçok familyada görülür. Larvanın son derisi içerisinde pupa olması nedeniyle gerçekte serbest yapılı pupa dıştaki larva derisi nedeniyle düzgün yüzeyli bir kapla çevrilidir.

Böcek Morfolojisi

Böcek derisinin yapısı

Umut Toprak, Ph.D

Başlarken...

- <http://www.youtube.com/watch?v=VJITGSDI7IQ>
'Insect Integument and Water Balance'
- http://www.youtube.com/watch?v=6z_IJoYbdAc
'Insect Exoskeleton: Structure and Molting'
- <http://www.youtube.com/watch?v=fZkNlvKdK3g>
'1. Structure and functions of the insect cuticle'

Böcek Derisi

(İntegüment-Ekzoskeleton) ve Görevleri

- Böcek ekzoskeletonu böceklerin karasal yaşama uyumlarındaki en önemli faktörlerden biri olmuştur.
- Omurgalılarda da olduğu gibi deri böcek vücudunu tamamen sararak genel koruyucu bir rol oynamaktadır. Nitekim deri böcek ve çevre arasında bir arayüz oluşturarak parazitler, ve insektisit gibi kimyasallara karşı böceği korurken, vücuttan su ve mineral madde kaybını engellemektedir.
- Deri yine yapısı gereği metamorfozun başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar.
- Elastik yapısı gereği böceğin rahat hareket etmesine yardımcı olur.
- Deri üzerinde bulunan reseptörlerle böceğin dış dünya ile olan iletişimde deri dolaylı rol oynar.

İNTEGÜMENT

- İntegüment– **exoskeleton (dış iskelet)**
 - Vertebratların derisine benzer – çevreye bir bariyer sağlar
 - **Su** (*hacime kıyasla yüzey büyüktür)
 - iyonlar
 - parazitler
 - Pestisidleri de içeren çevresel kimyasallar,
 - Böceklerde iskelet sistemi olarak – kasların bağlanmasına olanak sağlar
 - Besin rezervi & açlık
 - **Çiftleşmede tanımlama faaliyetinde** – özel davranışsal etki oluşturmadan sorumludur
 - Daha birçok işlev

İntegüment

- Avantajlar
 - Aynı ağırlıktaki bir endoskeletona önemli düzeyde mekaniksel kuvvet kazandırır
- Dezavantajlar
 - Böcek gelişimini kısıtlar – **deri değiştirme**
 - Deri değiştirme böcekler için tehlikelidir
 - Deri değiştirme zaman alan, enerji ve metabolik kaynak tüketen bir işlemdir



Integumentin yapısı

- Böceklerin dıştan kavrayan örtüsü exoskeleton ve integüment olarak adlandırılır.
- Integüment:
 - Bazal membran
 - Epidermal hücre tabakası – epidermis
 - Cansız olan kütiküla

Integumentin yapısı

- **Bazal membran:** 0.5 μm kalınlığında mukopolisakkarit, sürekli bir örtüdür, başlangıç olarak hemocytlerce salgılanır
- **Epidermis:** Integümentin canlı olan tek katmanıdır; bu hücrelerin değişimleri **dermal salgı bezleri, duyu alıcı reseptörleri** ve bunların destek hücrelerini ve önositleri (**oocytes**) oluşturur.
- **Kütiküla:** epidermis tarafından salgılanır; iki ana bölgeye ayrılır
 - **epikütiküla:** cement, waks, dış epikütiküla (kütikülin tabaka-zarf tabaka) ve içteki epikütiküladan oluşur
 - **prokütiküla:** **exokütiküla**, mesokütiküla ve **endokütiküladan** oluşur; büyük oranda **kitin** ve protein ihtiva eder

Prokütiküla (Procuticle)

- **Prokütiküla** epidermis hücreleri tarafından salgılanır ve büyük oranda kitin ve proteinden oluşur.
 - **exokütiküla**: proteinler çok sıkı olarak çapraz bağlıdır ve çözünmez özelliindedir; deri değıştirme sürecinde **parçalanmazlar**; pigmentler bu tabakanın içine yerleşmiştir
 - **endokütiküla**: sentezi eski kütiküla atıldıktan sonrada devam eder, sıklıklada günlük olarak katmanlardan oluşur; çapraz bağlanma azalmıştır; deri değıştirme sürecinde tamamiyle **parçalanır**
 - **mesokütiküla**: endokütiküla gibi proteinler sertleşmemiştir fakat exokütiküla gibi protein ve lipidler ile içiçe geçmiş geçişken bir tabakadır

Epikütiküla

- Epikütiküla epidermis hücreleri ve dermal salgı bezleri tarafından üretilen çeşitli katmanlardan oluşan bir kompleksdir.
 - **Cement tabakası**: çoğunlukla dermal salgı bezleri tarafından salgılanan lipoproteinlerden oluşur.
 - **Wax tabakası**: 25-31 karbon atomlu hidrokarbonlar, 24-34 karbon atomlu alkoller ve yağ asidi esterlerinin karışımından oluşmuştur; epidermis hücreleri tarafından üretilir
 - **Dış epikütiküla (cuticulin-zarf)**: epidermis hücreleri tarafından sentezlenir; tüm böceklerde mevcuttur; yeni kütikülanın sentezlenen ilk tabakasıdır
 - **İç epikütiküla** : polifenoller ve polifenol oksidaz enzimini içerir, buda kütikülanın sertleşmesinde görev alır.

Integument'in değişmiş özellikleri

- **Arthroial membran:** exokütikülanın bulunmadığı, vücut segmentleri arasındaki esnek membrandır; sertleşmemiş endokütiküla özel asidik proteinler ve resilin (esnek bir protein) içerir ve bu gölgeye esneklik sağlar.
- **Ecdysial çizgi:** deri değitirme sürecinde çıkış noktası olarak işlevi olan zayıf yapılı, daha az exokütiküla içeren yerdir.
- **Por kanalları:** epidermal hücrelerin sitoplazmik uzantıları olup epidermisten kütikülayı geçerek yüzeyine doğru uzanır.



Kütikülanın yapısı

- Böcek kütikülası aşağıdakilerden oluşur
 - Proteinler
 - Böcek kütikülasının kuru ağırlığının yarısından fazlasını oluşturur
 - Asıl olarak prokütiküla içerisinde yer alır
 - Epidermis hücreleri tarafından sentezlenirler
 - Kitin
 - Kütikülanın toplam kuru ağırlığının %20-40'ını oluşturur (prokütikülanın diğer ana maddesidir)
 - N-acetyl-D-glucosamine (-galactosamine) polimeridir
 - Epidermis hücreleri tarafından salgılanır
 - Lipidler
 - Asıl olarak epikütikülanın waks tabakasında yer alır
 - Büyük oranda oenocytler ve yağ dokusu tarafından sentezlenir

Kütikülanın sertleşmesi

- Tanning olarak da bilinen kütikülanın sklerotize oluşu kütikülanın protein matriksini daha kalın ve sert, daha az çözünen ve parçalanmaya daha dayanıklı olacak şekile gelmesidir,
- Sklerotizasyon işlemi kütikülanın proteinlerinin çapraz bağlanması sağlar.
- Amino asit olan **tyrosin** sklerotizasyon için öncü bir madde sağlar (**dopa decarboxylase**).
- Bu ön maddeler fenoloksidaz ile oksitlenir ve böylece reaktif quinonlar oluşur.

Sklerotizasyonun hormonal kontrolü

- Sklerotizasyonda en azından iki hormon yer almaktadır
 - **Ecdysteroidler**: epidermal hücrelerin **dopa decarboxylase** (NADA'yı sentezleyecek) sentezlemesini tetikler
 - **Bursicon**: yoğunluğu düşen ecdysteroid düzeyi ile tetiklenir.



Deri değiştirme süreci

- Deri değiştirme işlemi birçok işlemin koordine biçimde gerçekleşmesini ieriri ve böylece eski deri atılmadan önce önemli düzeyde genişlemiş olan yeni kütiküla oluşur.
- Deri değiştirme apolysis ile başlar ve ecdysis ile son bulur.
 - **Apolysis**: epidermis hücrelerinin eski ktikladan ayrılmasıdır
 - **Ecdysis**: eski derinin atılmasıdır

Deri değiştirme sürecinin adımları

- Epidermis hücreleri yeni bir dış epikktikla (lipoprotein: cuticulin: zarf tabak) salgılar;
- Deri değiştirme sıvısındaki enzimler aktive olur, ve deri değiştirme sıvısı olarak adlandırılır;
- Deri değiştirme sıvısı eski sertleşmemiş endoktiklayı sindirmeye başlar;
- Epidermal hücreler yeni proktiklayı salgılamaya başlar;
- Yeni epiktiklanın oluşumu;
- Deri değiştirme sıvısının absorpsiyonu;
- Deri değiştirme: **eclosion hormonu ile başlatılır.**
- Epidermis hücre membranı tarafından prokütiküla, epikütiküla ve zarfın oluşumu
- Epidermis hücre membranı tarafından prokütiküla, epikütiküla ve zarfın (cuticulin-dış epikütiküla) oluşumu0

İmajinal diskler

- İmajinal diskler ectodermden gelişmiştir ve Holometabol böceklerin larvalarında küçük ve grup halindeki embriyonik hücrelerdir
- Böcek pupa evresine geçtiğinde, bunlar ergin yapısını oluşturan hücrelerdir.

Oenocyt'ler

- **Oenocytler** bazal membranla ilişkili büyük hücrelerdir.
 - Bazı oenocytler epikütiküla içine konulan kütikular lipidin üretiminde yer alırlar.
 - Bazı oenocyt hücreler ise ecdysteroid hormonları salgılar.



SİNDİRİM KANALI VE YAPISI

Sindirim sistemi

- **Sindirim sistemi sadece besinin eldesi, işlenmesi ve besin moleküllerinin sindirilmesini üstlenmez, aynı zamanda insan ve böcekte en büyük endokrin salgı dokusudur.**
- **Sindirim sistemi:**
 1. **Besinin eldesi**
 2. **Mekanik olarak besinin daha küçük parçalara ayrılması (böylece sindirim enzimlerinin işlevinin sağlanması)**
 3. **Büyük besin moleküllerinin enzimatik olarak orta barsaktan geçebilecek ve hemosöle girebilecek küçük moleküllere indirgenmesi**
 4. **Beslenmeyi ve sindirim sisteminin diğer işlevlerini koordine eden molekülleri üretir**

Sindirim sistemi

Orijin olarak

— Kütikula

1. Ön barsak(stomatodeum) - ektodermal
2. Art barsak(proctodeum) - ektodermal
3. Orta barsak(mesenteron) - endodermal

Ön barsak

- 1. Ağız ile başlar ve proventriculustan sonra son bulur, fakat cardiac sphincteri kapsamaz.**
- 2. Ön barsakta ya çok az yada hiç sindirim gerçekleşmez**
- 3. Ön barsak asıl olarak besinin alımı, salgı bezlerinden salınan salgı ile besinin mekanik olarak yumuşatılmasını ve kas hareketleri ile parçalanmasını üstlenir**
- 4. Bazı böceklerde crop olarak adlandırılan genişmeliş bir yapıdadır. Diğerlerinde crop kese halindedir ve bir boru ile bağlanır.**
- 5. Salgı bezleri böcek türüne göre ya ağıza yada ön barsağa salgısını boşaltır.**

Salgı bezlerinin işlevi

1. Besini ıslatır

2. Ağız parçalarını kayganlaştırır

3. Sindirim enzimleri içerir

a. Kompleks şekerleri basit şekere indirgeyen amilaz içerebilir

b. Predatörlerin kullandığı enzimleri ve bazı böceklerde beslenme öncesi enzimleri içerir(hamam böcekleri)

Salgı bezlerinin işlevi

Bazı hemipterlerde stylet kılıfının oluşmasını sağlar

4. Sindirim harici işlevler

- a. Predatörlerin konukçu avın sinir sistemine etkili olan toksinlerini içerir
- b. Bitki ile beslenen bazı böceklerde bitki allelokimyasallarının (allomon ve kairomon) etkisine karşı koyan maddeleri içerir
- c. Antikoagulant madde içerir
- d. Lepidopter larvalarında ipek oluşumunu üstlenir
- e. Myiasis oluşturan sineklerde bakteri içerir

Orta barsak

- 1. Orta barsak cardiac sphincter ile başlar ve pyloric sphincter ile son bulur**
- 2. Orta barsak değişik hücre tipleri içerir :**
 - a. Sindirim hücreleri (protein, karbonhidrat ve yağların sindirimine yardımcı olan enzimleri barsağa salgılar)**
 - b. Rejeneratif hücreler (Nidi olarak adlandırılır, yıpranmış sindirim hücrelerinin yerine yenilerini oluşturur)**
 - c. Endocrin hücreler**
 - d. Goblet hücreleri (hemolif ile barsak yüzeyi arasında uzanır ve hemoliften potasyum iyonlarını barsağa pompalar)**
- 3. Orta barsak iç kısmında boru gibi saran ve peritrofik matriks olarak adlandırılan bir yapı içermektedir. Peritrofik matriks mikrovilileri örter ve sindirim hücrelerinden besini ayrı tutar**
- 4. Orta barsak besinin asıl olarak sindirildiği yerdir.**

Orta barsak epitel hücresi

- Orta barsak en azından 4 tip hücreden oluşmaktadır, bunlar kolon yapısındaki hücreler, rejeneratif hücreler, goblet hücreleri ve endokrin hücreler.
- kolon yapısındaki hücreler (ana hücreler) en fazla sayıda olan hücrelerdir ve çok sayıda mikrovili içerir, buda absorpsiyon ve salgılama için yüzeyi artırır. Barsak lümenindeki çoğu besin bu hücreler tarafından absorbe edilir. Bu hücreler kısa ömürlüdür ve sürekli olarak nidi' de bulunan rejeneratif kök hücrelerden oluşur.
- Goblet hücreleri orta barsak epiteli boyunca yayılmış olarak bulunur, hemolimfden lümeneye potasyum taşır. Bu iyonun hareketi besinin absorpsiyonu için gerekli olan barsağa suyun akışında önemli olduğu düşünülmektedir.

Peritrofik matriksin işlevi

1. Ultra filtredir (Wigglesworth, 1929)
2. Mideye alınan patojenlerin enfeksiyonuna karşı koruma sağlar
3. Sindirim etkinliğini artıran endo ve ecto peritrofik alan oluşur
4. Tannin gibi toksik bitki allelokimyasal maddelere karşı koruma sağlar

Peritrofik matriks

1. Patojen ve parazit geçişinde önemi bir bariyerdir
2. Değişik besin moleküllerine geçirgenlik sağlar
 - a. Pore apı bakteri ve baculovirus geçişine imkan vermeyecek kadar küçüktür
 - b. Porlar sindirim enzimleri ve serbest bitki allelokimyasallarına karşı bir filtre olarak işlev görecek büyüklüktedir

Orta barsak enzimleri-

Tür	Besin	Proteaz	Lipaz	Amilaz	Invertaz	Maltaz
Hamamböceği	Omnivor	√	√	√	√	√
<i>Carausius</i>	Fitofag	√	√	√	√	√
Lepidoptera larva	Fitofag	√	√	√	√	√
ergin	Nektar				√	
ergin	beslenmeyen					
<i>Lucilia</i>	et	√	√			
<i>Glossina</i>	kan	√				

Art barsak

- 1. Orta barsak ve malpigi borularından atık maddelerin boşaltıldığı kısımdır**
- 2. Bitki özsuyu (amino asitler düşük düzeydedir) yada kanla beslenen böceklerde, art barsak fazla suyun atıldığı ve ayrıca böceğe atıklardan yararışlı maddeler üreten simbiyonların bulunduğu bölgedir.**
- 3. Art barsak, bazı böceklerde bazı tuzlar ve amino asitlerin tekrar absorbe olduğu özel değişiklikler içermektedir. Dolayısıyla kanın osmotik basıncının devamı sağlanır.**

Art barsak

- 4. Atıktan kana su absorpsiyonu bu bölgede oluşmaktadır.**
- 5. Erkek scolitidlerde ve ayrıca *Dacus tryoni* erkeğinde toplanma feromonu burada üretilir.**
- 6. Yusufcuk (Odonata) larvalarında solunum bu bölgede gerçekleşir.**

Böceklerde Boşaltım Yapıları

Boşaltım

- Boşaltım sistemi metabolik atıklar ve diğer toksik maddeleri vücut bölümlerinden ayırarak ve elemine ederek içsel çevrenin devamını sağlar. Bu atıklar çoğunlukla suda çözüldüğü için boşaltım işlemi osmoregülasyon ve su dengesinin devamı ile yakın ilişkilidir.
- Böceklerde su içeriği genelde %65-75 oranındadır, fakat bu oran %17-90 arasında böceğe ve evreye göre değişebilir.
- Böcekler su dengesini iki adaptasyonla çözerler, birincisi derinin geçirimsizliği ve ikincisi ise sofistike bir boşaltım sistemine sahiptirler.

Böceklerde ana boşaltım ürünleri:

- Karbohidrat ve lipid tüketildiğinde oksidasyonu sonucu enerji elde edilmekte sonuçta karbondioksit ve su üretilmektedir. Bu atıklar kolayca elemine edilebilirler.
- Aksine, proteinler ve amino asitlerin metabolizması su ve CO₂ 'ye ilaveten azot (N) oluşur. Amino asitler, karbohidrat ve lipidler gibi yoğun olarak depolanamaz ve gerekenden fazla protein tüketildiğinde fazla azot hızla elemine edilmelidir. Azot kendi başına toksik değildir, fakat biyolojik sistemlerde azot hızla amonyağa (NH₃) döner. Amonyakın bir kısmı amino asit sentezinde kullanılırken, kalan fazla miktar su ile seyreltilmediği sürece oldukça **zehirlidir**.
- Yüksek düzeydeki amonyak, sinirsel iletimde gereken potasyumun yerine geçerek sinirsel iletimi engeller. Ayrıca, karbohidrat ve lipid metabolizmasını değiştirebilir.
- Amonyak suda kolayca çözünerek amonyum hidroksit oluşturur, buda hücre membran lipidlerini bozar.

- Dolayısıyla hayvanlar amonyağın toksik birikimini engelleyecek şekilde dizayn edilmiş boşaltım sistemine sahip olmalıdır.
- Amonyak suda oldukça çözünebilir olduğu için, kritik biyolojik reaksiyonlardan ayrı tutulması oldukça zordur. Amonyak, biyolojik membranlardan kolayca geçebilir ve su ile deriştirilerek toksik düzeyin altında tutulması gerekir.
- Genelde, her bir gram amonyak için 400 ml su gerekir. Fakat karada yaşayan böceklerde bu mümkün olamaz. Dolayısıyla suyu korumalı ve nitrojenin (azot) amonyaktan **daha az toksik** moleküle dönüştürülmesi gerekir.

- Karada yaşayan organizmaların çoğunda nitrojenin üre ve ayrıca ürik aside dönüşüm yöntemi bulunmaktadır. Birçok memeli hayvanda ürik asiti uricase enzimi ile çok fazla çözünebilen ve kolayca böbreklerce atılabilen allantoin' e dönüştürölür.

- Üre amonyaktan daha fazla çözünebilir ve çok daha az zehirlidir; toksik olmayan konsantrasyona seyreltilmesinde yaklaşık 10 katı daha az su gerektirir.
- Böceklerde nitrojenin ürik aside dönüştürülme gereksiniminde başlıca etmen, suyun korunmasına gereken ihtiyaçtır. Ürik asit suda fazla çözünemez (insoluble) ve vücut sıvısında toksik düzeylere ulaşamaz. Ürik asitin seyreltilmesi için gereken su, amonyağın seyreltilmesi için gereken sudan 50 katı daha azdır.

- Hidrojen atomu sudan elde edildiği için, boşaltım molekülüne H ilave edildiğinde su dengesini değiştirir. Proteinden ürik asit sentezi diğer biyosistemler için kullanılabilir bir kaç karbon atomunun kaybı ile sonuçlanır. Daha büyük ve daha az toksik molekül oluşumu için önemli düzeyde enerji kullanılır.
-
- *Glossina* ' da 100 mg nitrojence zengin kan tükettiğinde fazla nitrojenin ürik asite dönüşmesi ve boşaltımı için 47 mg' lık besin enerjisini kullanır. Şayet böcek nitrojeni amonyak olarak atabilseydi sadece 15 mg' lık besin enerjisi kullanırdı.

- Her böcek ürik asit boşaltmaz ve her bir boşaltım da ana olarak bir maddeden oluşmaz.
- Boşaltım ürününün tipi sıklıkla beslendiği besine, gelişme dönemine ve ekolojik ortama göre değişir.
- Allantoin *Dysdercus* (Hemiptera) tarafından boşaltım ürünü olurken, bazı lepidopterlerde ve dipter larvalarında boşaltım ürünü allantoin asittir.

Malpighi borucukları:

- Böbreklere benzer olarak böceklerde ana boşaltım organı Malpighi tüpleridir, fakat böbreklerden farklı olarak çalışır.
- Böceklerde Malpighi borularında boşaltımın ana motoru epitelyum tabakasındaki iyon hareketleridir.
- Malpighi boruları böceklerde tuz ve su dengesini düzenleyen ana kısımdır, diğeri ise rektumdur.
- Boşaltım iki aşamalı işlemdir, borular tarafından sıvının çoğunluğu alınır ve vücudu terk etmeden art barsakta tekrar geri emilir.

- Malpigi boruları iki farklı hücre tipinden oluşmaktadır, bunlar ektodermden kaynaklanan temel hücre ve mesodermden kaynaklanan yıldız şekilli (stellate) hücrelerdir.
- Temel hücreler uzun mikrovililer içermektedir. Sıvı gibi sodyum, potasyum ve hidrojen iyonlarının taşınımında aktiftir. Yıldız şeklindeki hücreler ise klorid iyonunun akımını kontrol eder.
- Malpigi borularının uç kısmı (kapalı ucu) resorpsiyondan sorumluyken, alt kısmı (barsağa yakın kısmı) barsağa iyon ve organik solusyonlar ve su salgılar.

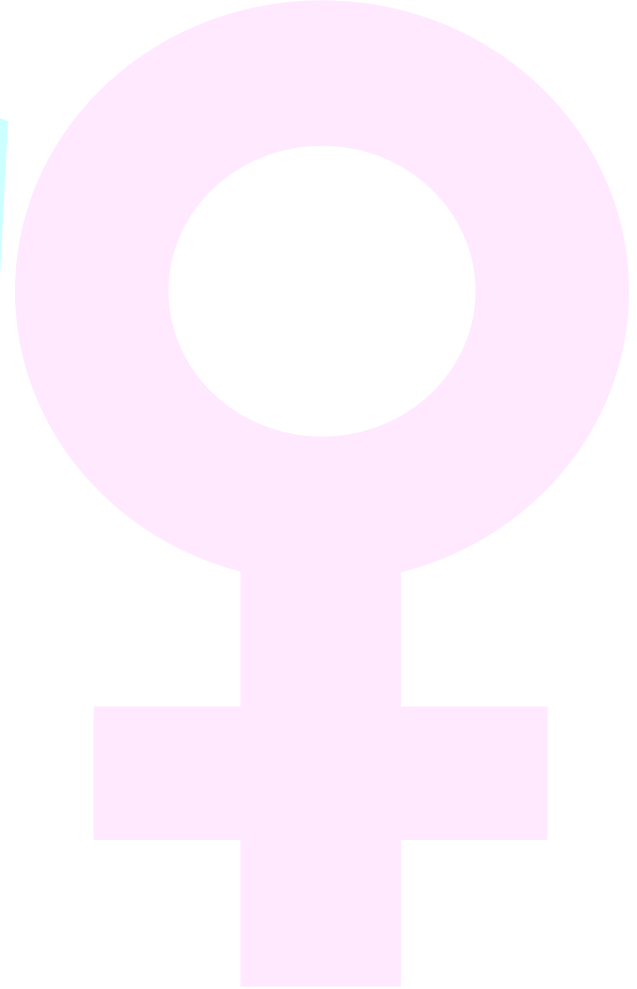
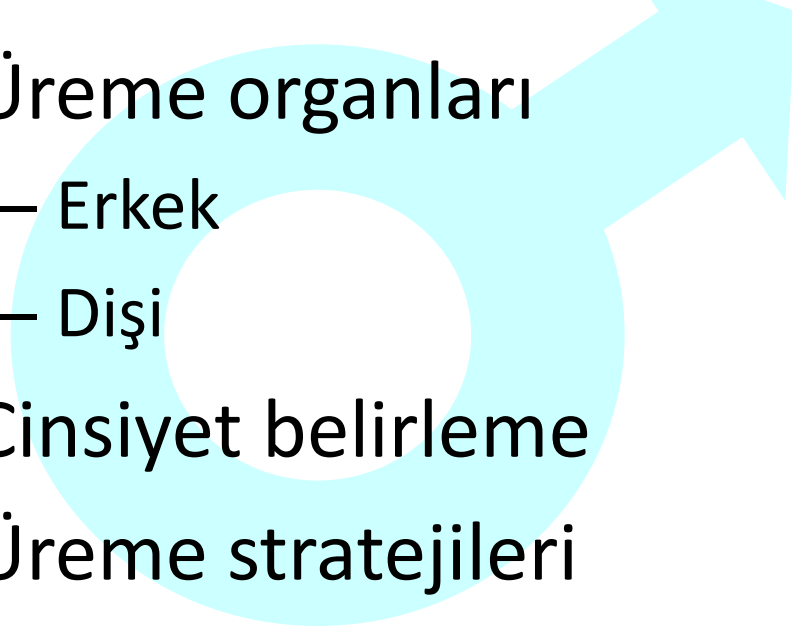
- Malphigi borularının kan tarafındaki hücrelerin yüzeyi bazal membran ve üzeri trake boruları ile kaplıdır. Borunun iç yüzeyindeki hücresel membran endoplazmik reticulum ve mitokondri açısından zengin olan fırça gibi yapılı bir sınıra sahiptir. Bu mikrovililer hücre ve boru lumeni arasında tuz ve su taşınımı için artan bir yüzey sağlar.
- Malphigi borusu adedi türe göre 2 ila 250 den fazla olarak değişir. Afitler ve collembollerde malpigi borusu bulunmaz. Malphigi borularından alınan sıvı kandakinin aksine yüksek potasyum ve düşük sodyum içermektedir.

- Ürik asit gibi boşaltım ürününe ilaveten, birincil ürün daha sonra tekrar geri emilecek diğer iyonlar, şeker ve amino asitler içerebilir.
- Şayet böcekler Malphigi borularından ana boşaltım ürünü olarak birincil ürünü kullansaydı, bir süre sonra potasyum ve suyu tüketirdi. Bu durumda ikincil bir sistem olmalıdır. Buda art barsağın rectum bölgesidir ve iyonların çoğunun ve suyun tekrar geri kazanılmasını sağlar ve sadece ikincil ürün boşaltır.
- Rektumun yüzeyi kütikula ile kaplıdır ve hemen altında fırçamsı bir yapı bulunur. Rektumun pHsının art barsağın diğer kısımlarına oranla daha asidik olması ve ürik asidin çözünürlüğünün asidik koşullarda oldukça düşmesi nedeniyle, art basraktaki asidite ürik asidin çökmesine ve su kullanılmadan atılmasını sağlar. Kütikular tabaka altında rectal epitel yapı bir moleküler elek işlevi görerek büyük moleküllerin girişine engel olur.

Böceklerde Üreme Yapıları

Böceklerde üreme

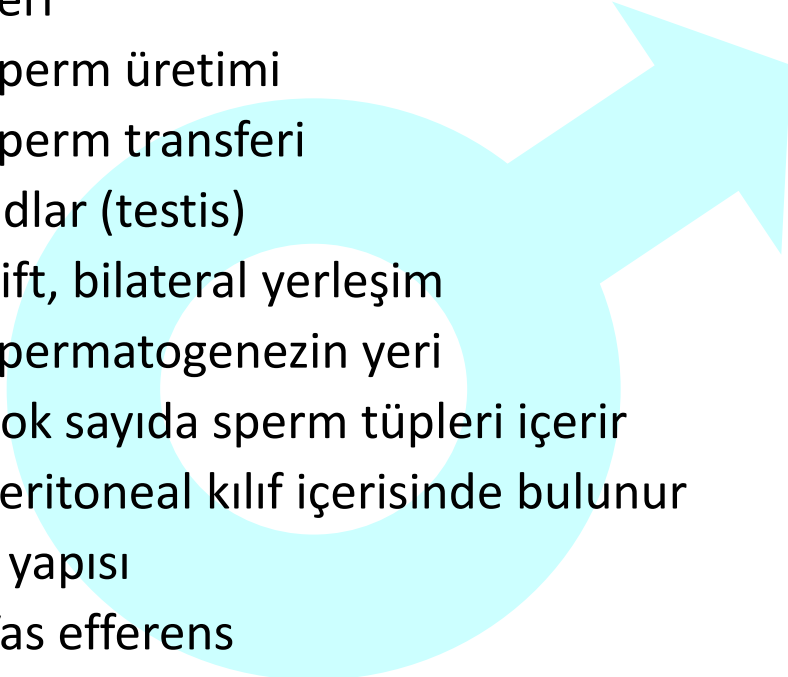
- Hormonlar ve Üreme
- Üreme organları
 - Erkek
 - Dişi
- Cinsiyet belirleme
- Üreme stratejileri



Hormonlar ve Üreme

- Gelişme / deri değiştirme süresince hormonlar
- Ekdizonlar ve JH' un gonadotropinler olarak rol üstlendikleri varsayılmaktadır.
 - Erkeklerde
 - Testis gelişimi
 - Spermatogenez
 - Yardımcı bezlerin sıvıları
 - Dişilerde
 - Ovary gelişimi
 - Oogenez, folikül gelişimi
 - Yolk proteinlerinin sentezi ve alımı

Erkekte üreme sistemi

- İşlevleri
 - Sperm üretimi
 - Sperm transferi
 - Gonadlar (testis)
 - Çift, bilateral yerleşim
 - Spermatogenezin yeri
 - Çok sayıda sperm tüpleri içerir
 - Peritoneal kılıf içerisinde bulunur
 - Nakil yapısı
 - Vas efferens
 - Vas deferens
 - Seminal vesicle
 - Aedeagus ve ejaculatory boru
- 

Spermatogenez

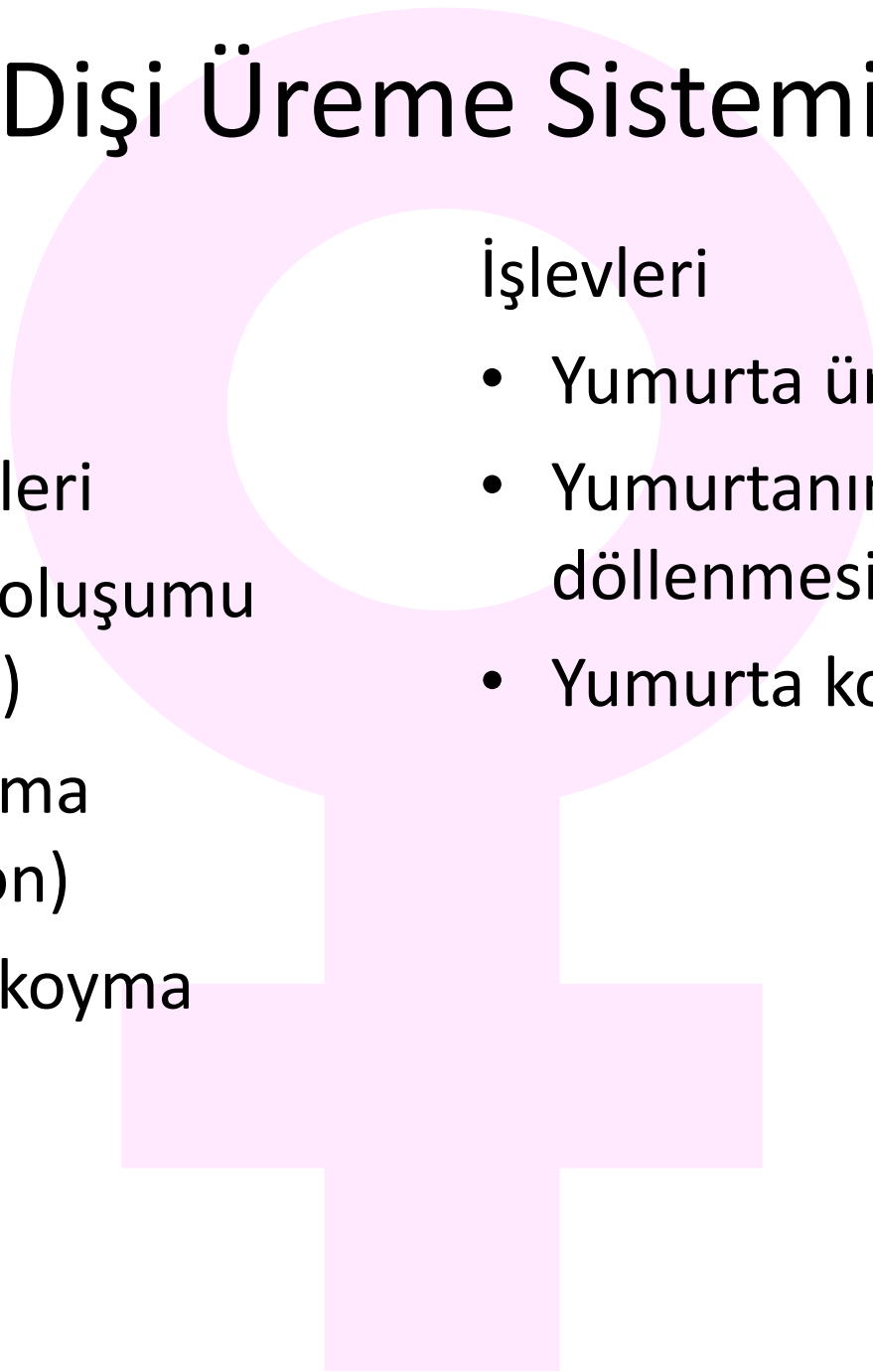
- Sperm tüpleri içinde olur
 - Sürekli bir proses yada
 - Yaşamında bir kez olabilir
- Sperm tüplerinden spermatozoa terk eder
- seminal vesikülde depolanır

Sperm Nakli

- Çoğu Apterygota:
 - Doğrudan olmayan sperm transferi
 - Spermatofor bulunur (genellikle nemli koşullarda)
- Pterygota genellikle:
 - Doğrudan transfer
 - Çiftleşme yapıları gerektirir
- İstisna: Tramatik dölleme
 - Cimicidae
 - Aedeagus vücut duvarından sokulur
 - Sperm kana bırakılır

Dişi Üreme Sistemi

- İşlevleri
 - Yapıları
 - Ovary tipleri
 - Yumurta oluşumu (oogenez)
 - Yumurtlama (ovulasyon)
 - Yumurta koyma
- İşlevleri
 - Yumurta üretimi
 - Yumurtanın dölllenmesi
 - Yumurta koyma



Dişinin yapısı

- Gonadlar
- Yan oviductlar
- Orta oviduct
- Genital oda
- Spermathecal yapılar
- Yardımcı bezler

Ovary tipleri

Panoistik: Oosit + folikül hücreler

- Apterygot, çoğu Orthopter, Thysanopter, Siphonapterlerde

Meroistik: oosit + trophocytler (hemşire hücreler)

- Polytrophik: trophocytler vitellarium içerisinde oosite eşlik eder
 - Psocidler, Dermaptera, Psocoptera, çoğu Endopterygotlar
- Telotrophik: trophocytler germariumdadır ve yumurtaya beslenme bağı ile bağlıdır
 - Hemipterlerin çoğunluğu, Coleoptera (Polyphaga)

Yumurta

- Gonofor (yumurta çıkış yeri) yerleşimi değişkendir
- Gonofor ovipozitör tarafından çevrelenmiş olabilir yada diğer farklı yapılar ile çevrelidir,
 - Sıklıkla bu yapı teleskobiktir
- Yumurta koyma davranışı farklı olabilir
 - Phasmidler basit olarak yumurta düşürür
 - Çoğu böcek yumurtalarını dikkatle koyar
 - Sıklıkla yada besin kaynağına yada yakınına korunaklı yerlere koyar
 - Bazı türler yumurta ve larvalarına bekçilik yapar
 - Kulağa kaçanlar, bazı hemipterler ve sosyal böcekler

Böceklerde Kanının Yapısı

Böceklerde Dolaşım ve Kan

- Hemolimf yada plasma
 - Dokular için yağlayıcı
 - Hidrolik ortam (larva, deri değiştirme, ptilinum (baştaki boş hacim) ve kanadın gerilmesi)
 - Atıklarda dahil bir çok molekülün nakil ortamıdır
 - Depo işlevi (amino asitler ve gliserol)
 - Korunmada (refleks kanası)
 - Hücresel olmayan (kapsüllenmeyen) immun tepki molekülleri ve yolları
- Kan hücreleri
 - Fagositoz
 - Koagulasyon
 - Yabancı maddelerin kapsüllenmesinde (parazitoitler dahil)

Memelilerde ve böcekte dolaşım sistemi kıyaslaması

1. Kalp ve kan damarları: Kapalı sistem

2. Kalp - ventral

3. Kırmızı kan hücreleri O_2 ve CO_2 taşır. Hemoglobini taşıyıcı molekül olarak kullanır

4. Savunma sistemi uzun süreli tanıma sistemine sahiptir
Sonradan kazanılan immunité vardır.

1. Vücut boşluğu (Hemosöl): Açık sistem

2. Kalp/aorta - dorsal

3. Kırmızı kan hücreleri yoktur. Bazı böcekler hemoglobine sahiptir. O_2 Trake sistemi ile ulaştırılır.

4. Uzun süreli tanıma immunité sistemi var
Sonradan kazanılan immunité yoktur yada kısa sürelidir.

Hemolymph - İşlevi

1. Dokular için ıslatıcı
2. Hidrolik sıvı
3. Nakil ortamı
4. Depo- amino asitler ve gliserol
5. Koruma- refleks kanaması
- 6. Hücresel olmayan immun tepkiler**

Sırt borusu (Dorsal vessel): Böcek vücudunu, integümentin altında dorsalde abdomenden göğüse doğru vücuda paralel olacak şekilde geçen, kanın vücudun arka kısmından baş kısmına doğru pompalanmasını sağlayan, kalp ve aort olmak üzere iki kısımdan oluşan, dolaşım sisteminin ana parçası

Böcek kalbi (Insect heart): Böcek dolaşım sisteminde, ostiumlardan giren kanı peristaltik hareketlerle, vücudun arkasından önüne doğru taşınımını sağlayan, abdomenin dorsal kısmında yer alan tüp

Böcek aortu (Insect aorta): Böcek dolaşım sisteminde, kalpten gelen kanı baş içerisinde beynin yanına taşınmasını sağlayan, kalbin devamını oluşturan, göğüs ve baş kısmında yer alan tüp

Dorsal diyafram (Dorsal diaphragm): Böceklerde kanın dikine dolaşımını kolaylaştırmak için vücudun üst kısmında yer alan, üstünde perikardial sinüsün, altında ise perivisseral sinüsün yer aldığı, kasılma ve gevşeme yeteneğinde olan kas ya da zar benzeri yapı

Ventral diyafram (Ventral diaphragm): Böceklerde kanın dikine dolaşımını kolaylaştırmak için vücudun alt kısmında yer alan, üstünde perivisseral sinüsün, altında ise perineural sinüsün yer aldığı, kasılma ve gevşeme yeteneğinde olan kas ya da zar benzeri yapı

Perikardial sinüs (Pericardial sinüs): Böceklerde dorsal diyaframın üstünde yer alan kalp bölmelerinin yer aldığı vücut boşluğu

Perivisseral sinüs (Perivisceral sinüs): Böceklerde dorsal ve ventral diyaframlar arasında kalan, ön bağırsak, mide ve art barsağın bir kısmı ve iç eşey organlarının yer aldığı vücut boşluğu

Perineural Sinüs (Perineural sinüs): Böceklerde ventral diyaframın altında yer alan, sinir sisteminin yer aldığı vücut boşluğu

Kan hücreleri

- ▣ **Hemosit (Haemocyte):** Böceklerde serbest dolaşımdan ziyade belli dokulara bağlı olarak bulunan embryonal gelişme döneminde mezordemden meydana gelen, enkapsülasyon, fagositleme, ve yaraların iyileştirilmesi gibi görevleri olan, genel olarak kan hücrelerine verilen isim

Kan hücreleri tipi

- **Prohemosit (Prohaemocyte):** Böceklerde kan hücreleri içinde 4-5 mikron uzunluğa sahip büyük çekirdekleri bulunan temel tip
- **Plazmatosit (Plasmatoctye):** Böceklerde kan hücreleri içinde 15-20 mikron uzunluğa sahip, iç ya da yuvarlak görünümlü olan, pseudopodları bulunan ve fagositleme yeteneğine sahip tip
- **Granülosit (Granulocyte):** Böceklerde kan hücreleri içinde, küçük çekirdeklerinin etrafında çok sayıda granül içeren, ince uzun pseudopodları olabilen, böcek vücuduna giren yabancı maddelerle ilk karşı karşıya gelerek yabancı madde üzerine granüler içeriklerini bırakarak plazmatositlerin aktivasyonunu sağlayarak nodül ve kapsül inşa etmelerini tip
- **Adifohemosit (Adiphohaemocyte):** Böceklerde kan hücreleri içinde 20-25 mikron uzunluğa sahip, yuvarlak görünümlü olan, küçük çekirdekli, ve lipid vakuelleri içeren tip
- **Sferulosit (Spherulocyte):** Böceklerde kan hücreleri içinde küresel görünümlü yapıda olan ancak rolleri tam olarak bilinmeyen tip
- **Önositoid (Oenocytoid):** Böceklerde kan hücreleri içinde 30 mikron uzunluğa sahip, oval görünümlü olan, çekirdekleri merkezi olmayan, ve melanin sentezinden sorumlu fenoloksidazların sentezini kontrol eden tip

Böceklerde Endokrinal Yapılar

İçsel iletişim

- * İçsel iletişim için iki farklı sistem bulunmaktadır
 - * **Sinir sistemi**
 - * Hızlı
 - * Kısa süre tepki
 - * Reseptör ile hareket arasında doğrudan etki
 - * **Endokrin sistem**
 - * Daha yavaş
 - * Daha uzun süreli tepkiler
 - * Kan kaynaklı

Hormon?

- * Klasik tanımlama

- * **Hormonlar:** Özelleşmiş doku yada bezler tarafından üretilen kimyasal maddeler olup kana salınarak hedef organlara kanla taşınmaktadır.

- * Modern tanımlama

- * **Hormonlar** çok düşük konsantrasyonlarda iki yada daha fazla sayıdaki hücreler arasında bilgi taşıyan kimyasal maddelerdir.

SALGI ORGANLARI

Salgı organları veya salgı bezleri vücut içinde kullanılır veya dışarıya verilen maddeleri üreten bir veya birden çok hücreden meydana gelir

Exocrine salgı organları
Salgıların özel kanallar ile vücut dışına veya vücut içerisinde gerekli yerlere aktardıkları

Endocrine salgı organları
Salgılanan salgı difüzyon yoluyla kana geçer ve bütün vücuda dağılır

Exocrine salgı bezleri

- ❑ **Mum bezleri:** Hemiptera da görülür. Coccoidea' da vücut üzerinde mum tabakası veya toza benzer bir tabaka meydana getirir. *Eriosoma lanigerum* (Aphididae) de salgı sonucu iplikler şeklinde yapılar oluşur.
- ❑ **Kafa içi salgı bezleri:** Ağız parçaları ile ilgili üç bez olarak, mandibula, maxilla ve labium salgı bezidir. Mandibula salgı bezi lepidopter larvalarında ipek bezine dönüşmüştür. Maxilla salgı bezi nadiren görülür. Labium salgı bezi toraks içine yerleşmiştir ve tükürük bezi olarak bilinir ve lepidopter larvalarında ipek bezine dönüşmüştür.
- ❑ **İpek bezleri:** Bazı böceklerde ipek bezleri başka bezlerden salgılanır. Bazı coleopter ve neuropter larvalarında ipek malpighi borucukları tarafından salgılanır.
- ❑ **Piskoku bezleri:** Bazı böceklerde deride bulunan birçok salgı bezi pis koku salgılar. Örneğin hemipterlerde abdomenin dorsalinden dışarı açılır
- ❑ **Çekici koku bezleri:** **Dışa salgılanıp o türün bireyleri üzerinde etkilere yol açan salgılara feromon denilir.** Koku yolu ile etkili olanlara olfaktor feromon, tad yoluyla etkili olanlara oral feromon denilir. **Feromonlar etkili oldukları davranışlara göre eşeysel çekicilik, eşeysel olgunluk, işaretleme (toplanma, alarm gibi) şeklinde sınıflandırılır.**
- ❑ Feromonlar çekici tuzak yapımında ve böylece popülasyon tespitinde, kitle yakalamada ve cinsel iletişimi bozmada kullanılmaktadır.
- ❑ **Zehir bezleri:** Hymenoptera Apocrita alttakımında zehir bezleri sokucu iğne ile birleşmiştir.

Endokrin salgı bezleri

- ◆ Vücut içerisinde fizyolojiyi düzenleyen sıvılar salgılar ve hormon adı ile anılır.
- 1. **Beyin içi salgı hücreleri:** Beyinde bulunur, böcek gelişmesiyle ilgili (deri değiştirme, metamorfoz) bazı salgılar salgılar.
- 2. **Prothorax salgı bezi:** Larvalarda görülür ve bir çifttir. Diğer salgı bezleri ile birlikte deri değiştirme ve metamorfozu idare eder.
- 3. **Corpora cardiaca:** Beyinin gerisinde bir çift olarak bulunur. Kalp ile barsak kaslarının kasılmasını düzenleyen salgıda bulunurlar.
- 4. **Corpora allata:** Juvenil hormon salgılar. Bu hormon gelişme sürecinde ergin karakterinin zamansız ortaya çıkışını engeller. Ecdyson hormonu ile birlikte gelişmeyi koordine eder.

Metamorfozun hormonal denetimi

Sıcaklık, Işık,
Stress, vb.



Sinirsel salgı hücreleri
Prothorasikotropik hormon
(Aktivasyon hormonu)



Corpora cardiaca
Aktivasyon hormonu depolar



Juvenile Hormone (JH)



Ekdizon (Deri değiştirme hormonu)



Böceklerde endokrin organlar

* Endokrin salgı bezleri

(hormon sentezi ve salgılama)

* **Protoraks salgı bezi (PGs)**

* **Corpora allata (CA)**

* **Corpora cardiaca (CC)**

* Ovari ve testisler

* **Neurosecretory hücreler (NSC)**

* Küçük neuropeptidler üretir –
neurohormonlar

* Asıl olarak beyinde ve ayrıca tüm ganglionlarda bulunabilir.

Böceklerde endokrin organlar

- * Protoraks salgı bezi (PGs)
 - * **Ecdysteroidlerin kaynağıdır**
- * Corpora allata (CA)
 - * **Juvenil hormonların kaynağıdır**
- * Corpora cardiaca (CC)
 - * **Neuropeptit hormonların kaynağıdır**
- * Ovari ve testisler
 - * Ovariler: **ecdysteroid**
 - * Testis: *Lampyris noctinca* da **androjen** hormonu

İlk denemeler

- * Bataillon (1894) – böceklerde hormonların varlığına ilişkin ilk kanıt.
 - * Ipekböceği larvasında ipile boğma
- * Kopeć (1917) – böceklerde hormonların varlığının teyidi.
 - * *Lymantria dispar*'ın son larva evresinde ipile boğma
 - * *Lymantria dispar*'ın son larva evresinde beyinin çıkarılması
- * **Wigglesworth** (1930) – nörosekretory hücrelerinin beyinin endokrin etkisinin kaynağı olduğunun gösterilmesi.
 - * *Rhodnius prolixus*'un nimfinin başının koparılması

Böceklerde görülen hormonlar

- * **Steroid hormon**

- * Ecdysteroidler

- * **Sesquiterpenler**

- * Juvenil hormonlar

- * **Peptide hormonlar**

- * Prothoracicotropic hormon (PTTH)

- * Diğerleri

- * **Biyojenik aminler**

- * Octopamine

- * Serotonin

Etki şekilleri

* Polar olmayan hormonlar

- * Bu hormonlar hücreye girebilir ve sitoplazma veya çekirdekteki reseptörlere bağlanırlar.
- * Örneğin juvenil hormonlar, ecdysteroidler

* Polar hormonlar

- * Bu hormonlar hücre membranını geçemez.
- * İkincil bir mesaj ileten moleküller vasıtasıyla mesajı hücre içine taşır.
- * Örneğin peptid hormonlar

Prothorasikotropik Hormon (PTTH)

- * İlk keşfedilen hormondur.
- * PTTH **protoraks salgı bezi üzerinde** (PTGs) ecdysteroidlerin sentezinin düzenlenmesinde işlevseldir.
- * Williams (1940 - 1950) PTTH ve protoraks salgı bezi arasındaki ilişkiyi göstermiştir.
 - * Diyapozdaki bir pupaya protoraks bezini ve beyini transfer etmiştir
 - * **Parabiosis**
- * Bollenbacher (1979) PTTH için doğrudan bir deneme düzenlemiştir.
 - * Bir çift protoraks bezi tarafından yapay ortamda ecdyson üretimini göstermiştir.

PTTH nın kaynağı

- * Beyindeki nörosekretory hücreler üretimin ana kaynağıdır.
- * PTTH subözefagal ganglion ve ventral sinir kordonunda da tespit edilmiştir.

PTTH salımı ve etki şekli

*Salımı

- *Fotoperiyot, sıcaklık gibi çevresel uyarılar
- *Gerginlik reseptörleri gibi sinirsel uyarımlar

*Etki şekli

- *İkincil mesaj proteinleri ile

Ecdysteroidler

- * Hachlow (1931) thoraksda deri değiştirme ve metamorfoz için gerekli organı göstermiştir; Fukuda (1940) Bu özel organının **protoraks salgı** bezi olduğunu göstermiştir.
- * **Ecdyson** yapısal olarak tanımlanmış ilk hormondur.
- * Butenandt ve Karlson 500 kg *B. mori* pupasından 25 mg hormon saflaştırmıştır.
- * Ecdysteroidlerin iki ana formu bulunmaktadır
 - **α -ecdysone: ecdysone**
 - **β -ecdysone: 20-hydroxyecdysone**
 - **Ecdyson** (aktif olmayan form) hedef doku tarafından **20-hydroxyecdyson** (aktif form)'a dönüştürülür.

Protoraks salgı bezi (PG)

Protoraks salgı bezinin dejenere oluşu

Protoraks salgı bezi JH yokluğunda ecdysona maruz kaldığında dejenere olur

Pterygot erginlerde dejenere olur

Apterygotlarda ise aktif olarak kalmaya devam eder

Ecdysteroidler

- * **Ovariler**

- * Yumurtada embriyo gelişimi süresince kullanımı için bulunmaktadır (**follicle cells**)

- * **Testisler**

- * **Epidermal hücreler**

Juvenil Hormonlar (JH)

- * Wigglesworth tarafından *Rhodnius prolixus*'un metamorfozuna engel olan engelleyici hormon olarak tanımlanmıştır.
- * JH **corpus allatum (CA)** da sentezlenir ve buradan salınır
- * JH sesquiterpendir.
- * JH böceğin yaşamı süresince değişik etkilere sahiptir, özellikle
 - * Metamorfoz
 - * Diyapoz
 - * Üreme
 - * Metabolizma
 - * JH kanda nakli için diğer moleküllere bağlanması gerekir.

Corpus allatumun yeri ve yapısı

BÖCEKLERDE SİNİR YAPILARI

- **Merkezi sinir sistemi (Central Nervous System):** Başın dorsalinde beyin, ventralinde ise subesophageal ganglionlardan, toraks ve abdomende ise ventralde vücut boyunca uzanan her bir segmentte bir çift halinde ya da birleşik ganglionların oluşturduğu sinir kordonundan meydana gelen sinir sistemi
- **Vesiseral (Visseral) sinir sistemi (Visceral Nerveous System):** Böceklerde içsel fonksiyonların koordinasyonunda rol alan, temelde sindirim sistemi, kalp, ve endokrin sistemleri sinir sistemine bağlayarak, besin alınımı, taşınımı, sindirimi ve atıkların atılımı gibi faaliyetleri koordine eden sinir sistemi
- **Stomatogastrik sinir sistemi (Stomatogastric nerveous system):** Frontal ganglion, hiposerebral ganglion, ventrikular gangliondan oluşan, spesifik olarak ön barsak ve mide kaslarının sinirsel faaliyetlerini koordine eden, vesiseral sinir sisteminin bir parçası
- **Peripheral sinir sistemi (Peripheral Nerveous system):** Böcek integümentinde yer alan ve dış dünya ile iletişimi sağlayan, duyu nöronlarının oluşturduğu sinir sistemi

Böcek nöronu: Böceklerde embryonal gelişme döneminde ektodermden meydana gelen, temel olarak büyük bir çekirdek, dendrit ve aksonlara sahip olan, elektriksel ve kimyasal yollarla bilgi transferine olanak veren, sinir sistemi meydana getiren sinir hücresi

Böceklerde görülen nöronlar: a) Monopolar, b) Bipolar ve c) Multipolar

Unipolar nöron: Omurgalılardaki durumun aksine, böceklerdeki çoğu nöron tipini oluşturan, bununla birlikte tipik olarak motor nöronlarında görülen, somadan 1 aksonun çıktığı tip

Bipolar nöron: Genellikle duyu organları ve alıcıları gibi dış reseptörlerdeki duyu nöronlarında görülen, somadan 1 akson ve 1 dendritin çıktığı tip

Multipolar nöron: Böceklerde bir nöronun 1 akson ve çok sayıda dendritin çıktığı, genellikle bağlantı ve motor nöronlarında görülen tip

Bir nöronun ana bileşenleri çekirdek bulunan ve **soma yada perikaryon** olarak adlandırılan bir gövde ve bunun uzantıları olan **axon ve dendritlerden** oluşur.

A: Monopolar, böceklerin sinir hücrelerinin çoğunluğu bu formdadır ve somada sadece bir akson bulunur.

B: Bipolar, periferel reseptörler ile ilişkili olanları bipolar olabilir

C: İç kısımda bulunan gerginlik reseptörleri sıklıkla multipolardır.

Perikaryon (Perikaryon=Soma): Bir sinir hücresi (nöron)'nin ana kısmı, hücre gövdesi

Akson (Axon): Sinir hücrelerinde mesajı bir hücreden diğerine taşıyan ana kol

Dendrit (Dendrite): Bir sinir hücresinde aksonların dallanmasıyla meydana gelen ve bilgiyi ala özel kollar

Nöron tipleri; a) Duyu alıcı, b) Motor (hareket), c) Sinirsel salgı (neurosecretory) ve d) interneuron (bağlantı nöronları)

- Neuron tipleri
 1. Duyu alıcı (afferent, sensory) neuron: Duyu organları ve alıcılarında bulunan ve dış dünyadan alınan uyarıyı merkezi sinir sistemine ileten bipolar ya da multipolar karakterli sinir hücreleri
 2. Motor (efferent) neuron: Merkezi sinir sistemine ulaşan mesajı hareket organı olan kaslara ya da bezelere ileten unipolar karakterli sinir hücreleri
 3. İnterneuron (bağlantı): Duyu ve hareket nöronları arasındaki bağlantıyı kuran ve sinir sisteminin çoğunu oluşturan sinir hücreleri
 4. Neurosecretory (salgı üreten) neuronlar: salgılarını dolaşım sistemine bırakırlar.

Protocerebrum (Protocerebrum): Böceklerde görme ile ilişkili sinirsel iletim faaliyetlerini koordine eden beynin birinci lobu.

Deutocerebrum (Deutocerebrum): Böceklerde antenler vasıtasıyla toplanan bilgi ile ilişkili sinirsel iletim faaliyetlerini koordine eden beynin ikinci lobu.

Tritocerebrum (Tritocerebrum): Böceklerde beynin ilk iki lobundan alınan duyu uyartılarının entegrasyonunu sağlayan, üst dudak ile ilişkili sinirsel faaliyetleri koordine eden beynin üçüncü lobu.

Subesophageal ganglion (subesophageal ganglion): Böcek başında beyin loblarından sonra yer alan, yemek borusunun ventral kısmında yer alan 3 adet birer çift ganglion'dan meydana gelen, temel olarak mandibula ve maksilla gibi ağız parçalarının faaliyetleri ile ilişkili sinirsel iletim faaliyetlerini koordine eden merkezi sinir sistemi parçası

Hamamböceğinin merkezi sinir sisteminin bağlantısı (sağ).

Aksonlar bir tabaka glia hücreleri ve perineurium ile kaplanmıştır ve en dışta neural lamella bulunur

- Nöronların dışında diğer dokulardan ayıran ve sinirlerin kimyasal çevresinin devamına olanak veren bir bariyer sistemi bulunmaktadır. Sinir hücrelerini çevreleyen komplike bir membran ve hücreler arası kanallar sinir hücrelerinin çalışması için gereken elektriksel potansiyelden sorumlu olan iyonik farklılığın devamından sorumludur. Hemen hemen her bir nöron değişik sayıda glia hücreleri tarafından salgılanan bir tabaka ile çevrelenmiştir (**perineurium**) ve bu tabaka hücreyi izole eder ve ona besin temin eder. Bu tabaka sadece synapse'da bulunmaz ve nöronun iletişimine olanak sağlar.

- Bir çok böceğin hemolimfi potasyumca zengin ve sodyumca fakir olduğu için, bu çevre sinir sisteminin çalışmasına olanak vermez, bu nedenle sinir hücrelerinin etrafının izole olması için kan-beyin bariyerine gereksinim vardır. Glia hücreleri kendileri tarafından oluşturulan, hücreler arası sıvıya kandan sodyumun hareketini düzenleyen iyon pompalarını kullanarak nöronların kontrollü çevresinin devamında etkilidir. Özelleşmiş glia kalkan hücrelerinin dış kısmındaki ilave tabaka **perineurum**'dur ve en dış tabaka olan **neural lamella** kısmını salgılar. Bu lamella tüm sinir sisteminin tamamını çevreler ve böceklerde kan-beyin bariyeri olarak işlev üstlenir. Perineural tabaka ve neural lamella sinir kılıfı olarak da adlandırılır.

Merkezi sinir sistemi

- **Beyin + ventral sinir kordonu**
- **Beyin** (supraözefagal ganglion): Protocerebrum, deutocerebrum ve tritocerebrum.
- **Protocerebrum**: Petek gözler, nokta gözler ve integümentteki bazı duyu alıcılarla ilişkilidir. Bu bölgede nörosekretory hücreler bulunmaktadır ve sinirsel salgıyı serbest bırakılacağı corpora cardiaca ve corpora allataya ulaştırır.
- **Deutocerebrum** ise duyu alıcıları ve anten kaslarının sinirlerinin bağlandığı bölgedir.
- **Tritocerebrum** ise beyinin en küçük kısmını oluşturur ve merkezi sinir sistemini visceral sinir sistemine frontal ganglion ile bağlar; ayrıca merkezi sinir sistemini circumözefagal bağlantı ile ventral sinir kordonuna bağlar.
- **Ventral sinir kordonunda** her bir segmentte bir çift ganglion bulunur.
- **Subözefagal ganlion** ventral sinir kordonunun 1. çift ganglionudur ve mandibula, maxilla, labium ve salgı belerini kontrol eder.
- Ventral sinir sistemine ait toraksda 3 çift ganglion bulunur. Bazı böceklerde bunlar kaynaşmış, bazılarında abdomendeki 1-3 çift ganglion ile kaynaşmıştır. Abdomenin 7. ve 8. çift ganglionları kaynaşarak son ganglionu oluşturur.
- **Periferal sinir sistemi** merkezi sinir sisteminden çıkan sinirleri kapsar ve kaslara, gerginlik reseptörlerine, üreme sistemine, stigma ve değişik duyu alıcılara bağlanır.
- **Visceral (iç organlar) sinir sistemi**: İç bölgenin işlevlerini düzenler. Barsak, kalp ve endocrine salgı bezlerini kontrol eder ve sindirimle ilgili periferal ganglionlar ile bir ağ oluşturur. Bu ganglionlar ağız boşluğunun kaslarını, ön ve orta barsak, besin alımının düzenini, besinin nakilini, sindirimini ve atıkların atılmasını kontrol eder.
- **Stomatogastrik sinir sistemi** visceral sinir sisteminin bir parçasıdır ve özellikle ön ve orta barsağı kontrol eder.

- Böceklerde geçirimsiz olan integmentin içinde bulunan sinir sistemi bu bariyerden çevresel bilgileri alma yeteneğinde olmalıdır. Fakat su kaybı böcekler için yaşamsaldır. Böceklerde reseptörlerin çapı oldukça küçük kanallar vasıtasıyla yüzeye bağlı oluşu bu sorunu çözmektedir. Böceklerde reseptörler daha çok uyarıyı alacak yüzeylerde yer almaktadır, örneğin ağız parçaları, antenler, bacaklar ve cerciler.
- Böceklerin duyu alıcıları (reseptörleri) birincil duyu hücreleridir ve çevresel etkiyi reseptör potansiyeli ve aksiyon potansiyeline dönüştürürler.

Böceklerde duyu organları

- Duygu organının ana birimi **sensillumdur**. Duyu nöronları, soket oluşturan **tormojen** hücre, kılın şaftını (kök eksenini) oluşturan **trichojen** hücre ve ayrıca **thecogen** hücre ise sensillumun kılıf komponentini üretir; bu kılıf aksonu bir diğerinden izole eder; sinir hücrelerine iyon ve besin temin eder.
- Sensillumdaki duyu alıcı nöron bipolarlardır, dendritleri duyu organının kütiküler kısmına uzanırken, aksonu merkezi sinir sistemine uzanır.

- Duyu organları yapısal olarak
- **Trichoid sensilla**: Kıl şeklindedir
- **Basiconic sensilla**: Kalın kütikula içerir ve kısa yapılıdır.
- **Placoid sensilla**: Levha şeklinde, 2-50 dallanmış dendrit içerir.
- **Coeloconic sensilla**: Çukur benzeri bir yapıdadır ve

Kimyasal duyu alıcıları

- **Tat** alan kimyasal duyu organları: Bir solüsyonda nisbeten yüksek konsantrasyondaki maddelere tepki verirler. Bunlar çoğunlukla ağız parçaları, bacaklar ve ovipozitör üzerinde bulunur. Bu reseptörlerin aksonları bağlantı nöronları ile birlikte o bölgedeki gangliona bağlanırlar.
- **Koku** alan kimyasal duyu organları ağız parçalarının palpuslarında ve antenlerde bulunur, havada nispeten düşük konsantrasyonda dolaşan maddelere tepki verir ve uzak mesafeden algılanır. Bunların aksonları genellikle deutocerebrumda sonlanır.

Kimyasal duyu alıcıları: TAT

- Her ikisinde sıklıkla benzer olarak kıl benzeri yapıda yada küçük bir kanca gibidir, fakat şaft kısmında bulunan por sayıları farklıdır. **Tat alıcılarda** kılın hemen altında tricoid sensillanın soma kısmı bulunur, dendrit şaft boyunca uçtaki tek bir pora kadar uzanır.

Kimyasal duyu alıcıları: KOKU

- Koku algılayan nöronlar antenler ve maxillar palpuslarda, küt kıl yada kısa koni olarak basiconic sensilla içerisinde yada kıl şeklinde trichoid sensilla olarak yer almıştır. Koku algılayıcı tat algılayıcıdan farklı olarak kıl shaftı boyunca **çok sayıda por** içermektedir ve altında 1-5 nöron bulunur. Bu nöronların dedrit dalları potasyumca zengin olan sensillum sıvısı içerisinde yer almaktadır. Sensillum sıvısı koku taşınımı ve etkisizleştirme işlevinde önemli olan koku bağlayan proteinleri içermektedir. Koku bağlayan proteinler koku moleküllerini ayırt etmede bir başka filtre işlevi görür.

Böceklerde Embriyogenez

Umut Toprak

Embryogenez nedir?

- **Blastula (Blastula):** Böceklerde embryonal gelişme sürecinde blastodermin meydana gelmesiyle birlikte bölünmenin durduğu dönem
- **Cinsiyet kuşağı (Germ band):** Böceklerde embryonal gelişme sürecinde blastodermin ventral kısmındaki hücrelerin daha hızlı bölünerek kalınlaşmasıyla meydana gelen, gastrulasyon sonrasında dışarıda ektoderm, içeride endoderm ve en son olarak mezoderm tabakalarını oluşturacak şekilde farklılaşan, ileride embryoyu meydana getirecek olan kısım
- **Gastrulasyon:** Blastodermden kalınlaşarak meydana gelen cinsiyet kuşağının içeriye doğru çökmesi
- **Gastrula (Gastrula):** Böceklerde embryonal gelişme sürecinde gastrulasyonun meydana geldiği dönem
- **Seroza (Serosa):** Böcek embryonal gelişimi sürecinde gastrulasyon sonucunda dışta meydana gelen ve küçük blastoderm hücrelerinden oluşan zar
- **Amnion (Amnion):** Böcek embryonal gelişiminde gastrulasyon sonucunda embryonun içe doğru kıvrılırken bir miktar serozanın da yumurta sarısı içerisine sürüklenmesi sonucu meydana gelen ve cinsiyet kuşağının etrafını saran zar
- **Amnion boşluğu (Amniotic cavity):** Böcek embryonal gelişiminde cinsiyet kuşağını çevreleyen, ve serozadan ayıran, böcek embryosunun ventrali ile amnion arasındaki boşluk

Solunuma Yönelik Yapılar

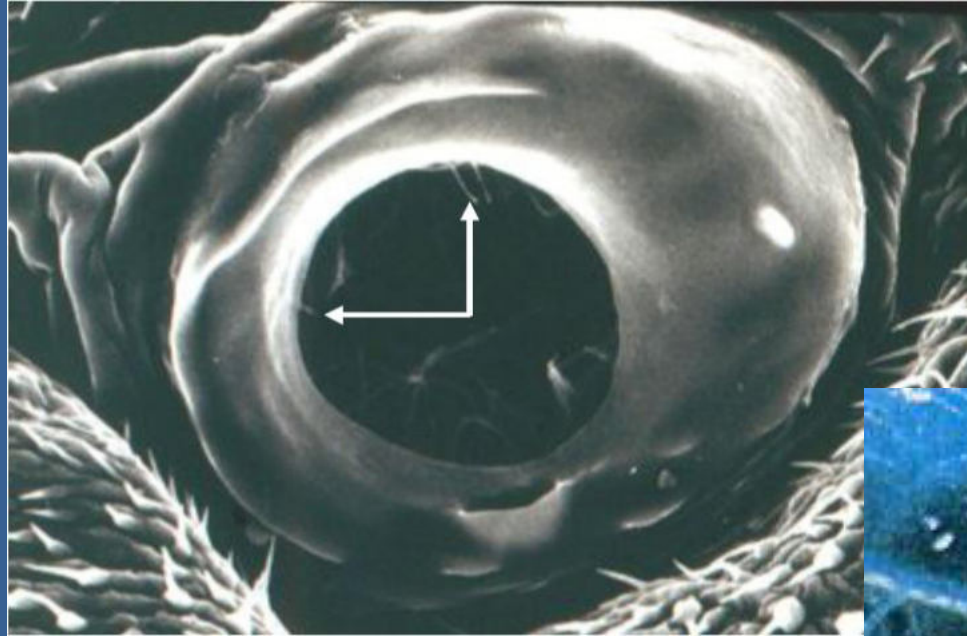
Böceklerde Solunum sisteminin görevi:

- Hücre ve dokulara oksijen sağlamak,
- Hücresel solunum sonucu karbondioksidi uzaklaştırmak,
- Dolaşım sistemiyle birlikte kanat kas sistemine oksijen sağlamaktır.

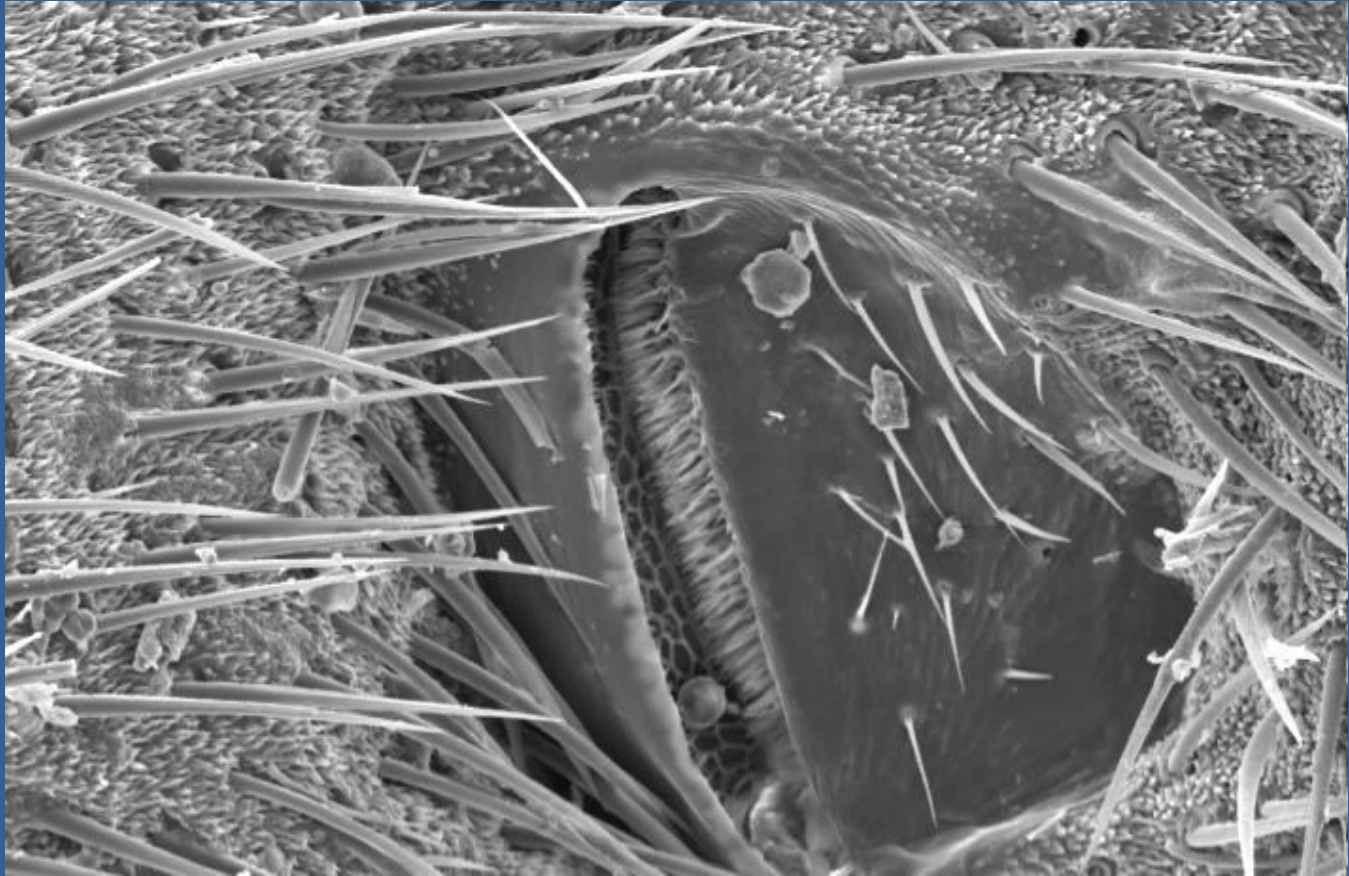
•Dikine kesitte trake sistemi olarak adlandırılan ve stigmalar ile yaygın trake sistemi görülmektedir. Trakeler böcekte her bir kısma uzanmakta ve hava kesesi olarak adlandırılan esneyebilir yapılara bağlanmaktadır. Bu hava keseleri nefes alıp vermede ve uçuş için özgül ağırlığı düşürmede işlevseldir. Trake sistemi **dorsal, visceral ve ventral** dallara ayrılır. Her bir segmentteki trake boruları genellikle o segment dalları ile anastomoze olur.

•Kaide olarak, stigmalar (spiracle) her bir abdomen segmentinde ve herbir toraks segmentinde bulunur. Buna rağmen, yaygın olarak meso ve metatoraksda 2 çift ve abdomende 8 çift görülmektedir.

Ergin *Phormia regina*'da (Calliphoridae; Diptera) stigma açıklığının iç kısmında toz parçacıklarının tutulmasında işlevsel kütiküler kıllar görülmektedir



Spiracle



Stigma:

- A. Holopneustic, tüm stigmalar açık vaziytedir.
- B. Metapneustic, Sadece son abdomen segmentinde bir sifon boruda açık stigma bulunmaktadır.
- C. Hemipneustic iki fonksiyonel stigma bulunmaktadır.
- D. Apneustic, stigma açıklığı bulunmaz, fakat kütikula çok miktarda trakeolle kaplıdır ve kütikular solunum yapar.
- E. Apneustictir ve trakeoller kütikular çıkıntılarda yoğunlaşmıştır.
- F. Apneustictir ve rektal solungaçlar bulunmaktadır. oksijen bol miktarda trakeollerle kaplı art barsaktan alınmaktadır.

Böcekler için stigmaların kapanabilmesinin önemi:

1. Su kaybının engellenmesi
2. Ana trake kanallarında meydana gelen tek yönlü hava akışı için temel oluşturur.
3. Yeni bir hipoteze göre toksik gaz moleküllerinin birikmesini engeller

- Trake sistemi ektodermin içeri çökmesiyle oluşmuştur ve kütikulanın kütikular tabakası ile kaplıdır. Dolayısıyla, **epikütikula** ile birlikte altında bir protein/kitin katmandan oluşur.
- Böcekteki trake sisteminin dağılımı o bölgedeki dokuların gereksinimleri hakkında fikir verir. Şayet bir dokuya çok sayıda trake borusu gittiği görülüyorsa o bölgenin metabolik faaliyeti için çok miktarda oksijene ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.
- Bir görüşe göre bir bölgede oksijen yetersizliği trake hücrelerinin daha fazla trake borusu oluşturduğudur.

Trake yeni trakeyi oluşturan bir yada iki epitel hücresleri tarafından çevrenmiştir ve her bir deri değişiminde epikütiküler bir tabaka iğerdiği için atılmaktadır. Deri değiştirmede trakeoller atılmamaktadır.

Epikütikülada çoğunlukla cement ve waks tabakası yoktur.

Çok miktarda oksijen gereksinimi olan organ yada dokular

1. Kaslar, özellikle kanat kasları (meso ve metathoraks stigmaları)
2. Ovariler
3. Işık organları
4. Ağustos böceklerinde ses çıkarma organları
5. Yusufçuk larvasındaki rektal bölgedeki soluk verme ile ilişkili dorsal kaslar
6. Ganglionlar genellikle çok miktarda trake borusu ile kaplıdır

Hava keseleri trake sisteminin genişlemiş ve esneyebilen bölgeleridir ve burada taenidium az veya yoktur. Dolayısıyla genişleyebilir. Büyük böceklerde ve özellikle uçanlarında daha büyüktür (Diptera, Hymenoptera ve bazı Coleoptera üyelerinde).

İŞLEVİ

1. Alınan hava miktarını artırır.
2. Dokulara difüze olabileceği yolu kısaltır
3. Trake sisteminin havalanmasına yardımcıdır
4. Toraksın abdomenden bölgesel olarak ayrılmasında kullanılabilir
5. İşitme ve ses çıkarma organları için timpanal çukurlar oluşturur
6. Böceğin özgül ağırlığını düşürerek uçuşa yardımcı olur
7. Çekirge ve helikopter böceklerinde her bir uçuş kası ana bir trake hattı ve buna bağlı hava kesesi bulunur

Baş ve toraksa hava temininin ayrı ayrı organize edilmesi –Büyük yapılı böceklerde uçuş kaslarının oksijen ihtiyacı yüksektir. Uçuşta toraksı pompa olarak yönetir. Baş ile toraks arasındaki dar bağlantıdan dolayı stigmalardan gelen hava toraksdaki hava keselerine ve dolayısıyla uçuş kaslarına yönlendirilir.

Stigmaların açılıp kapanması

1. Kapatma kasları kasıldığında stigma kapanır
2. Kapatma kasları gevşediğinde stigmalar açılır.

Açılışı ve kapanışı:

Bölgeye ait sinirle ilişkili alınan etkilere bağlı olarak sinir sistemi kontrol eder.

Stigma kaslarına giden sinirsel sinyali kontrol eden faktörler

1. Dokulardaki yüksek CO2 konsantrasyonu ve düşük oksijen konsantrasyonudur
2. Bu durum stigma kasına giden sinirin potansiyel etki verme sıklığında düşüğe neden olur.
3. Bu durum kapatma kaslarında rahatlamaya ve stigmanın açık kalmasına neden olur.
4. Su dengesinde bu durumu etkiler. Düşük su içeriği kapakların kapalı kalmasına neden olur.

Trake sisteminde gazların hareketi

1. Difüzyon
2. Fasılalı gaz değişimi
3. Aktif havalanma

Böceklerde solunum yada gaz değişiminin yolları

1. Kütikula solunumu – kütikula yoluyla doğrudan gaz değişimi. Tüm böceklerde kısıtlı olarak meydana gelmektedir. Protura ve trake sistemi olmayan Collembol’lerde görülmektedir.

2. Karasal böceklerde gaz değişimi

a. hava-boruda difüzyon

b. dokuda difüzyon

Oksijen havada sudakinden 100.000 katı daha hızlı difüze olur.

CO₂ dokularda oksijenden daha hızlı dolaşır

3. Suda yaşayan böceklerde gaz değişimi

Karasal böceklerde gaz değişimi

Böceklerin birçoğunda stigmaların açılıp kapanması dahil havanın hareketi abdomenin nefes alma ile ilgili hareketi ile koordine edilmektedir, böylece abdomen kasları kasıldığında hava atılmaya zorlanmakta ve abdomen kasları gevşediğinde hava emilmektedir.

Kesintili havalanma

Stigmalar bir süre kapalı tutulmaktadır. Gazların hareketi kesintili püskürtmeler ile olmaktadır. Bu tip nefes alıp verme sıklıkla böcek dinlenirken ve pupa evresinde görülür. *Hyalophora'nın* diyapozdaki pupasında püskürtmeler arasında geçen süre 8 saattir ve bu sürede stigmalar kapalıdır. Kapalı olduğu sürece, kısmen az miktarda gaz değişimi söz konusudur.

- Böceğin farklı bölgelerindeki stigmaların ayrı ayrı açılıp kapanması koordinasyonu ile nefes alma asıl olarak bir bölgesinde gerçekleşirken, nefes verme başka bir bölgesinde cereyan eder. Böylece trake sistemi boyunca yönlendirilmiş hava akımı oluşur.
 - **Dolayısıyla, hava toraksdaki stigmalarından içeri girer ve abdomendeki stigmalarından çıkar.**
 - Çekirgelerde uçuşta birbirinden bağımsız iki yönlü havalanma görülür.
1. İki yönlü sistem 2 ve 3. stigmaların açık olması uçuş kaslarını havalandırır.
 2. Asıl olarak merkezi sinir sistemini havalandıran tek yönlü sistemdir ve abdomenin 1. stigması yoluyla pompalanmakta ve 5-10. stigmalar ile dışarı atılmaktadır.

Kanın hareketi ile trake sistemindeki hava akımı salınımı düzenlenir. Kanın toraksa veya abdomene hareketi ile hava keseleri sıkıştırılır, böylece havanın içeri yada dışarı hareketi sağlanır.

Böcek kanı genellikle oksijen taşıyan pigmentlerden yoksun olduğu için, solunum ihtiyaçlarının trake sistemlerindeki gaz dolu lümenlerden difüzyon ile temin edildiği kabul edilmektedir. Dışarıdaki hava segmentlerdeki stigmalarından trake sistemine girmekte, trake epiteli tarafından salgılanan kütiküler borular boyunca difüze olmakta ve daha sonra hücreler arasına penetre olmuş ince cidarlı kütiküler boru olan trakeoller vasıtasıyla dokulara geçmektedir. Bilinen tek istisna kan hücreleridir ve hemolimfde yüzdükleri için trake kanallarına bitişik değildir. Larvalarda (Lepidoptera), yetersiz oksijen düzeyi kan hücrelerinin yapısında etkiye neden olur ve kan hücrelerinin dokulardan serbest kalarak 8. abdomen stigmalarına yakın olarak bulunan ince cidarlı trake öbeklerinde birikimine neden olur.

Kan hücrelerinin öbeklerde birikmesi normal yapıya dönmelerini sağlar. Kan hücreleri ayrıca abdomen ucunda bulunan tokus adı verilen kısımda ince cidarlı trakelere de yapışırlar. Abdomenin 8. segmentindeki özelleşmiş trake sistemi ve tokus kan hücreleri için akciğer görevi üstlenir.

3. Suda yaşayan böceklerde Solunum Yapıları

Suda yaşayan böcekler oksijeni havadan, suda znen oksijenden yada her ikisinden alırlar.

- a. Ktiklar solunum
- b. Trake solungaları
- c. Plastron solunumu
- d. Solunum sifonu
- e. Stigma solungaları

3. Suda yaşayan böceklerde gaz değişimi

A- Kitinden (deri) solunumu-doğrudan kütiküla yoluyla olur ve böcek genellikle sulak bir ortamdadır. Çoğu endoparazit hymenopterler oksijeni bu yolla temin eder. Çoğu sucul böceklerde oksijenin bir kısmı bu Şekilde alınır.

3. Suda yaşayan böceklerde gaz değişimi

B. Trake solungaları

Aşağıdakilerin gen bireylerinde bulunur :

Odonata, Plecoptera, Trichoptera, sularda yaşayan Megaloptera, Neuroptera, bazı sucul Coleoptera, bazı Diptera, bazı Pyralidler (Lepidoptera), Ephemeroptera

Yaprak yada levha şeklinde solungaları olan böceklerde, solungalar kaslarla hareket ettirilebilir. Bu durum suyu titreştirerek ok miktarda oksijen teminine olanak verir.

Düşük oksijende, plecoptera larvaları suyu solungalara doğru daha hızla iterler.

Parazitoitlerde solunum

1. Erginlerde asıl olarak stigmalar yoluyla olmakta,
2. Endoparazitik larvada
 - a. Braconid larvalarında özel bir kaudal damar ile kütikular solunum
 - b. Sifon kullanarak konukçu kütikulasına doğrudan temas ile

Endoparazitoidlerde solunum. (A) *Blastothrix* (Hymenoptera) larvası yumurtanın kalan kısmına geriden bağlanmış durumdadır, böylece yumurta sapçığı yoluyla atmosfer ile bağlantısını sağlamaktadır, ve (B) *Thrixion* (Diptera) larvası konukçuya giriş kısmına yakın stigmalardan sağlar..

Böcek Yağ Dokuları