

1 GİRİŞ

Zoolojinin böceklerle ilgilenen dalına **entomoloji** denir. Entomoloji, terim olarak böcek bilimi demektir. Bu bilimin inceleme alanı böceklerdir. Bilinen hayvan türlerinin yaklaşık dörtte üçünü böcekler oluşturur. Böcekler o kadar yaygın ve çoktur ki günlük yaşamı birçok yönden etkilerler. Bu nedenle, entomoloji bilimi ayrı bir disiplin halinde gelişmiştir.

Böcekler, **Arthropoda** (eklembacaklılar) şubesinin **Insecta** sınıfını oluştururlar.

Eklembacaklılar şubesi istakozlar, yengeçler, karidesler, örümcekler, akrepler, sinekler, arılar, kınkanatlılar, sivrisinekler, kelebekler, karıncalar, gibi yaygın hayvanları içerir. Eklembacaklıların 1 milyondan fazla bilinen türü vardır. Yeryüzünün bütün bölgelerinde bulunurlar ve insanlar için çok büyük önemdedirler.

Hayvanlar Aleminin Şubeleri (The Animal Phyla)

Hayvanlar Aleminin Dokuz Büyük Şubesi (The Big Nine)

Hayvan türlerinin çok büyük bir bölümü (%95'ten fazlası) aşağıda sıralanan ve çoğu kez 'dokuz büyük' olarak adlandırılan şubelere aittir.

Phylum Porifera (Süngerler)

Phylum Cnidaria (Haşlamlılar)

Phylum Platyhelminthes (Yassı solucanlar = Karaciğer sülükleri)

Phylum Nematoda (Yuvarlak solucanlar)

Phylum Annelida (Halkalı solucanlar)

Phylum Mollusca (Yumuşakçalar)

Phylum Arthropoda (Eklembacaklılar)

Phylum Echinodermata (Derisidikenliler)

Phylum Chordata (Sırtipliler)

Eklembacaklılar şubesi beş sınıfa ayrılır. Bunlar Crustacea (Kabuklular), Chilopoda (Çıyanlar), Diplopoda (Kırkayaklar), Arachnida (Örümcekler, Akrepler, Akarlar ve Keneler) ve Insecta (Böcekler) sınıflarıdır.

Eklembacaklılar şubesi çok büyük sayıda benzer olmayan türlerden oluşsa da, bütün eklembacaklılar bazı ortak özellikleri paylaşırlar.

1. Eklembacaklıların eklemli bacakları vardır. Eklembacaklıların üyeleri oynar eklemlerde birbirine bağlı birkaç parçadan oluşur.

2. Eklembacaklıların karbonhidrat ve protein olan kitinden oluşmuş dış iskeletleri vardır. Dayanıklı, hafif dış iskelet içindeki yumuşak vücut kısımlarını korur. Dış iskelet su geçirmezdir ve pek çok eklembacaklının başarıyla karada yaşamasına olanak veren

fazla su kaybını önler. Dış iskelet esnek olmadığından ve büyümediğinden, yavru eklembacaklılar **deri değiştirme** denilen dönemsel bir işlem geçirmek zorundadırlar.

3. Halkalı solucanlar gibi, bütün eklembacaklılar bölütlüdürler. Ancak, bu vücut bölütleri özel vücut bölgelerini oluşturmak için çoğunlukla değişmiş ve kaynaşmıştır.

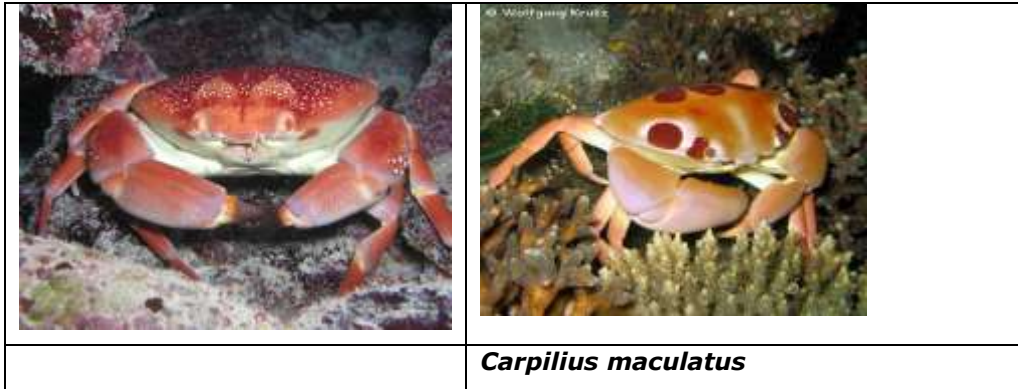
4. Eklembacaklılar çok iyi gelişmiş bir sinir sistemine sahiptir.

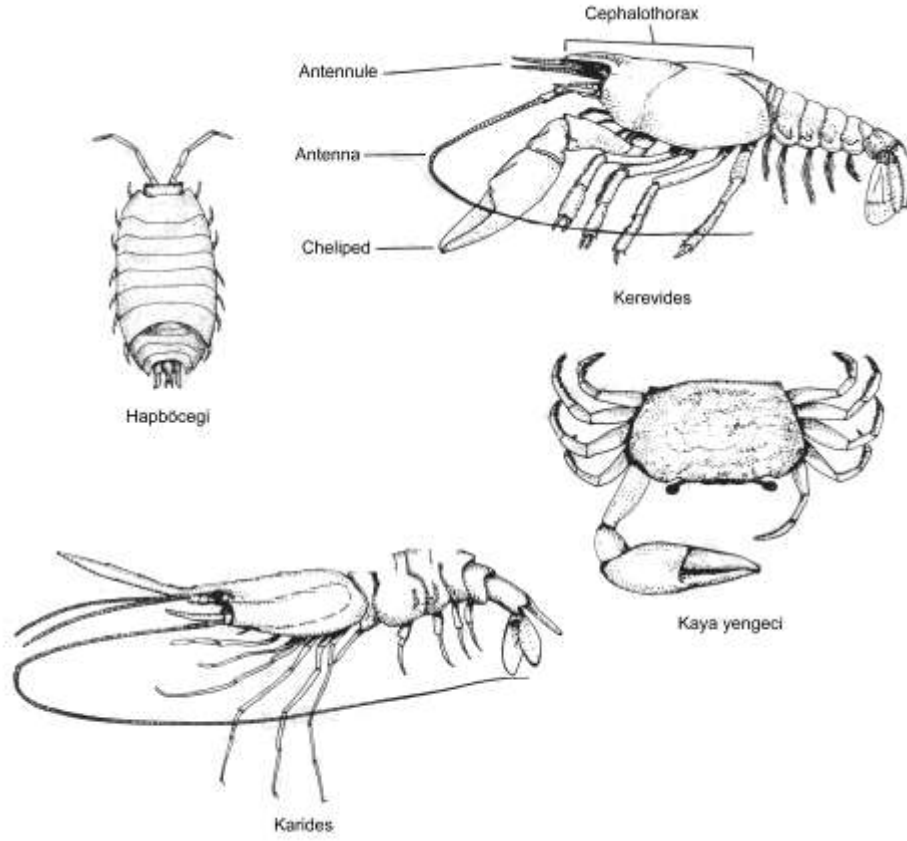
5. Eklembacaklıların açık bir dolaşım sistemleri vardır.



Carolus Linnaeus, modern sınıflandırmanın kurucusu olarak bilinir.

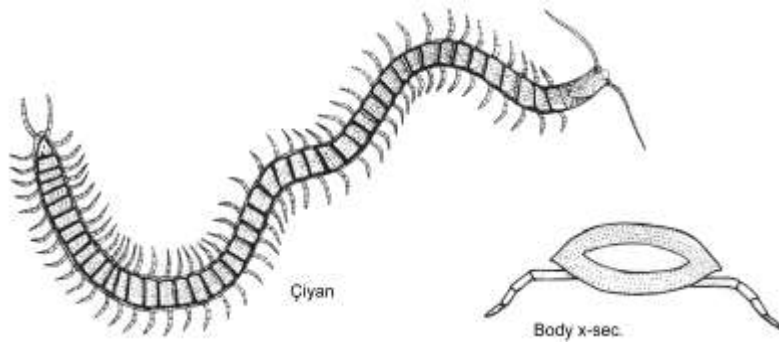
Crustacea sınıfı, *kabuklular* istakozlar, kerevitler, yengeçler, karidesler, su pireleri, tespah böcekleri, Cirripedia ve diğer pek çoğunu içerir (Şekil 1-1). Kabukluların çoğu denizseldir, fakat bazıları tatlı suda yaşar. Tespah böcekleri gibi birkaçı karada nemli yerlerde yaşar. Vücutları önde cephalothoraks ve arkada abdomen olarak şekillenmiştir. Cephalothoraksın sırtal ve yan yüzlerini koruyan ve örten dış iskelet kısmına *üst kabuk* denir. Kabuklular büyüklükte, mikroskobik su pirelerinden 3.5 metrelik bacak açıklığı olan dev yengeçlere değişir. Mikroskobik kabuklular pek çok büyük deniz hayvanları için temel besin kaynağıdır. *Kabuklular, başta bulunan iki çift antenin varlığıyla ayırt edilirler. En az beş çift bacak taşırlar.*





Şekil 1-1. Crustacea Örnekleri

Chilopoda sınıfı, *Çıyanlar* ya da "yüz bacaklılar"ı içerir. Gerçekten, bazı çıyanlar 150 çitten daha fazla bacağa sahiptirler, ancak 30 ile 35 çift en yaygın olanıdır. Bir çıyan altı bölüitten yapılmış ayrı bir başa sahiptir. Baş, pek çok benzer bölüitten yapılmış uzun, solucan benzeri, hafif yassılaştırmış vücut izler (Şekil 1-2). Çıyanlar karda yaşar ve yaygın olarak kütük ve taşların altları gibi karanlık, nemli yerlerde bulunurlar.

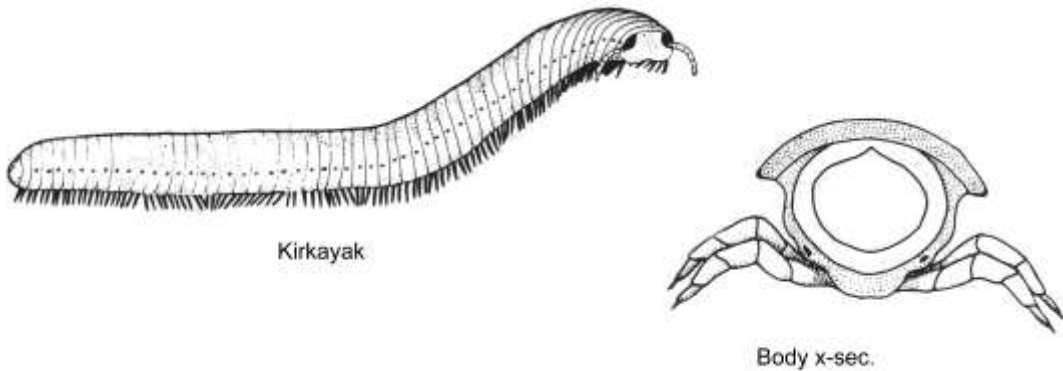


Şekil 1-2. Chilopoda



Çıyanlarda, başın gerisindeki biri ve en son ikisi dışındaki bütün vücut bölütlerinin birer çift bacakları vardır. **Başta bir çift anten** ve çeşitli ağız parçaları vardır. Çıyanlar temelde böceklerden beslenir. Çıyan kurbanını birinci vücut bölüsünde bulunan *zehirli kıskaç* ile ısırır. Küçük çıyanlar insanlara zararlı değildir. Yaygın ev çıyanı yaklaşık 2.5 santimetre uzunluktadır. Geceleyin, hamamböcekleri, tahtakuruları ve diğer böceklerle beslenir.

Diplopoda sınıfı, Kırkayaklar ya da "bin bacaklılar"ı içerir. Bin tane bacakları yoktur, fakat 300 çiftten daha fazlasına sahiptirler (Şekil 1-3). Çıyanlar gibi, kırkayaklar ayrı bir başa ve pek çok bölüitten yapılmış uzun, solucan şeklinde bir vücuda sahiptirler. Son iki bölüt dışında, kırkayakların her bir bölütte bir çift bacakları vardır. **Baş bir çift anten** ve çeşitli ağız parçaları taşır. Kırkayakların, çıyanların aksine zehirli kıskaçları yoktur. Çıyanlar hızlı hareket edebilmelerine karşın, kırkayaklar çok daha yavaş hareket ederler. Temelde çürüyen bitkisel materyalle beslenirler. Taciz edildiklerinde, kırkayaklar çoğunlukla kedilerini bir top gibi sararlar. Pek çoğunun kötü kokü veren "pis koku" bezleri vardır.



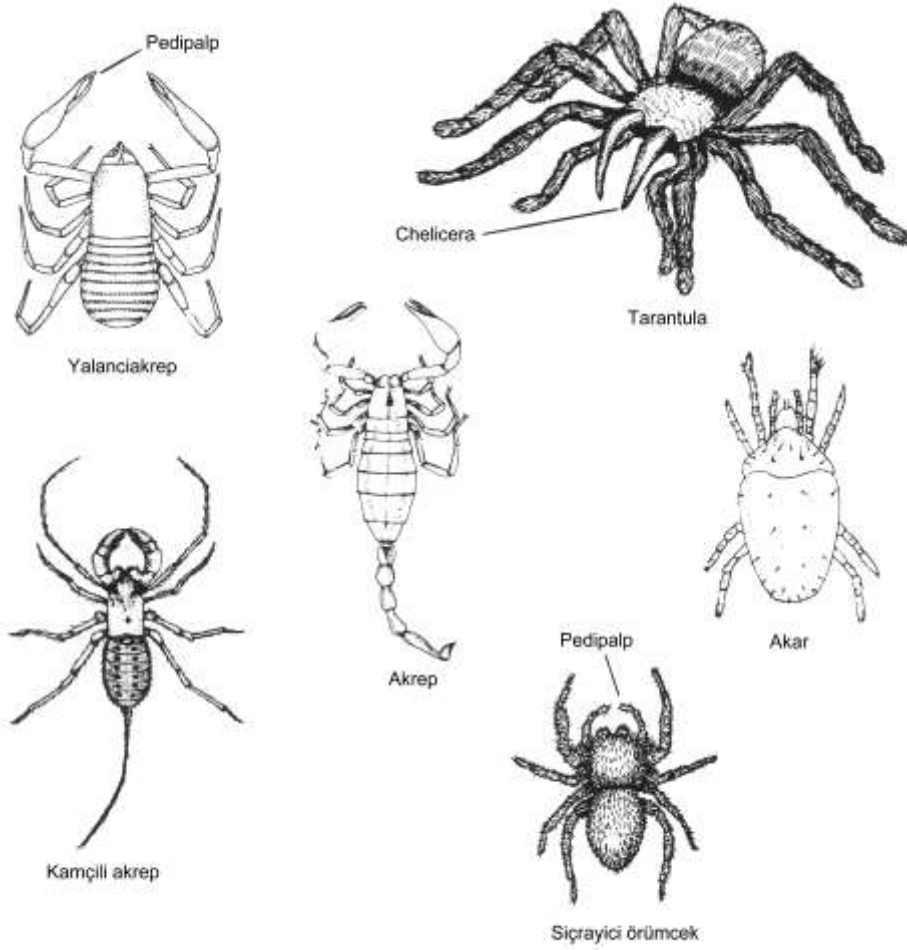
Şekil 1-3. Diplopoda



Arachnida sınıfının üyeleri *arachnidler*, örümcekleri, akrepleri, keneleri, akarları ve Phalangileri içerir (Şekil 1-4). Bazı arachnidler insanlar ve diğer hayvanlar için rahatsız edici ve hatta tehlikelidirler. Akarlar ve keneler insanlar, köpekler, tavuklar ve sığırları içeren pek çok hayvanların derilerinde geçici parazitler olarak yaşarlar. Akarlar çoğunlukla dayanılmaz kaşıntılara neden olurlar. Keneler ateşli humma ve siğir hummasını içeren bazı hastalıkları taşırlar. Akrepler, kuyruklarıyla sokarlar. Sokma çok acı verici olsa da, çoğunlukla insanlar için ölümcül değildir. Örümcekler genelde zararsızdır. Gerçekten, böceklerle beslendiklerinden, çoğunlukla yararlıdırlar. Örümcekler taciz edilmedikçe nadir olarak sokarlar.

Arachnidlerin çoğu karda yaşar ve çoğu böcekleri andırır. Arachnidlerin vücudu baş ile göğüs ve karından ibarettir. **Bu hayvanların antenleri de çiğneyici çeneleri de yoktur. Hepsi baş ile göğüste, altı çift eklemli üyeleri vardır. Üyelerin birinci çifti avı delmede kullanılan uzun sivri diş şeklindeki keliseralardır.** Avın vücut sıvıları ardından *emici midenin* eylemiyle örümceğin ağzına çekilir. Çoğunlukla, keliseralarla bağlantılı zehir bezleri avı felç eden bir zehir enjekte eder. Üyelerin ikinci çifti, *pedipalpler* kimyasallara ve dokunmaya karşı duyarlıdırlar. Pedipalpler besini tutar ve erkek tarafından üremede kullanılırlar. Bundan sonraki **üyeler dört çift yürüme bacaklarıdır.**





Şekil 1-4. Arachnidler

Örümceklerde ve bir diğer küçük arachnid grubunda, karnın sonunda üç çift *iplik memeciği* vardır. iplik memecikleri karnın içindeki ipek bezleri tarafından üretilen ipeği örmek için kullanılır. Sıvı protein iplik memeciklerinden dışarı sıkıldıkça, iplikçik olarak sertleşir. Örümcekler bu iplikçikleri pek çok amaç için kullanırlar. Bazısı bunları içinde av yakaladıkları ağlar oluşturmak için kullanır. İplikçikler yuvaların içini kapatmak ve döllenmiş yumurtalar için koza yapmak için de kullanılır. Örümcekler ayrıca iplikçikleri ulaşım aracı olarak da kullanırlar. Kendi kendilerine iplikçikle ağaçlardan inebilirler.

Örümcekler (Arenea) takımı türlerinin 20.000'den fazlası tanımlanmıştır. Tekdüze prosoma'larının dar bir pedicelle segmentsiz opisthoma'ya bağlanmasıyla karakterize edilirler. Pedipalp'lar dokunma duyusuna sahip, bacak benzeri yapılardır, gezme bacaklardan daha kısadırlar. Erkeklerde bunlar intromittent organlar olarak değişikliğe uğramışlardır ve erkek örümcekler pedipalp üzerindeki terminal şişkinlikle tanınırlar. Chelicerae'ler iki segmentlidir fakat chelate değildirler. Distal segmentinin ucu sivridir ve uç kısmında zehir kanalının girişi vardır. Zehir

bezi chelicera'nın taban kısmında olabileceği gibi daha çoğunlukla prosoma'nın ön kısmında bulunur.



Örümcek



Akrep



Akar



Kene

Akrelerin (Scorpiones) dünya üzerinde yaklaşık 600 türü tanımlanmıştır. Güçlü chelate pedipalp'leriyle büyük Arachnid'lerdir. Karın, damla biçimindeki iğnenin kavisli bir iğne şeklini almasıyla sonlanır. Akrepler, gün boyunca taşlar, kabuklar ve diğer cisimler altında saklanan gecelik yaratıklardır. Çöl türleri bazen 2.4 m derinliğe kadar çukur açarlar. Yaklaştıkları pektinle anlaşılabilir avlarını pusuda beklerler. Pektinler, vücudun altında, dördüncü bacak parçasının hemen arkasında yer alan levha benzeri yapılardır. Titreşimlere duyarlıdır ve yerle temasta olduklarında avın yaklaştığı konusunda duyumsal bilgi sağlarlar. Av pedipalplarla yakalandığında, iğne hemen vücudun üst kısmına getirilir ve ava saplanır. Avına kas hareketli iğneyle zehir enjekte ederler.

Akarlar (Acari) bazen Arachnida'nın bir alt sınıfı olarak düşünölmüştür. Şekil olarak büyük ölçüde çeşitlilik gösteren, 0.3- 0.5 mm. uzunluğunda, prosoma ve opisthosoma kaynaşmış olan, abdominal segmentleri belirsiz veya olmayan küçük Arthropod'lardır. Pedipalplar, belirgin gnathosoma içinde chelicerae ile birleşmiş algılayıcı yapılardır. Akarlar zararı belirten önemli ajanlardır ve patojenlerin taşıyıcılarıdır.

Insecta, *böcekler*, sınıfı, biyolojik olarak hayvanlar içerisindeki en başarılı gruptur. Bilinen türü 900.000'den fazladır. Bazılarının tatlı sularda, bazılarının tuzlu sularda yaşamasına rağmen hemen tüm böcekler karasal hayvanlardır. Böceklerin boyutları, 0.25 milimetre boyundaki küçük böceklerden, kanat açıklığı 30 santimetre olan tropikal pulkanatlılara kadar değişiklik gösterir. Fakat birçok böceğin boyu 2.5 santimetreden daha kısadır. Böcekler, göğüslerinin üç bölütlü olması ve her göğüs bölüsünde bir çift bacağı bulunması ile tanınırlar. Bu nedenle altı bacaklı anlamına gelen *hexapoda* bu sınıfın adı olarak kullanılır. Böcekler, Arthropoda şubesi içinde bulunan diğer formlardan, bazı vücut yapıları bakımından ayrı ve yeknesak bir grup oluştururlar.

1. Böcekler uçabilen yegane omurgasızlardır. Uçabilme yetenekleri onlara yiyecek ararken uzun mesafelerde gitme olanağı sağlar. Uçma özellikleri onlara düşmanlarından kaçma ve yeni ortamlara yayılabilme olanağı sağlar.

2. Böceklerin, beslenme ve üreme uyumlarında oldukça büyük bir çeşitlilik vardır. Bu uyumlar, böceklerin her çeşit ortamda bulunmalarına ve birçok ortamdan besin sağlamalarına olanak verir.

3. Böcekler oldukça yüksek üreme oranına sahiptir. Tek bir dişi bir defada yüzlerce, hatta binlerce yumurta koyabilir. Bu yumurtalar çok çabuk gelişirler ve bir yıl boyunca sırasıyla milyonlarca yeni nesil üretebilirler.

4. Böcekler çoğunlukla küçüktür, bu da yaşamak için geniş alanlara gereksinimleri olmadığı anlamına gelir.

Bütün böceklerde - baş, göğüs ve karın olmak üzere üç ayrı vücut kısmı vardır. Başta, bir çift anten, birkaç ağız parçası ve birçoğunda bileşik göz bulunur. Göğüste, üç çift yürüme bacağı vardır. Ayrıca uçan böceklerde, kanatlar da göğüste yer alır. Karın, 11 bölütlü olabilir, bacak benzeri ekleri yoktur.

Bütün böcekler eşeyli ürerler. Yumurtalar dişinin yumurtalıklarında ve spermier erkeğin erbezlerinde üretilir. Çok az böcekte, yumurtadan minyatür ergin çıkar. Genç birey, her defasında daha büyüyerek deri değiştirir. Böcekler, yumurtadan ergine gelişinceye kadar belirgin değişimlere uğrarlar. Bu bir dizi değişikliklere **başkalaşım** denir ve bu süreç hormon denetimi altındadır.

Çekirgeler, cırcırböcekleri ve hamamböceği gibi bazı böceklerde **yarı başkalaşım** görülür. Bu tip gelişimde, yumurtalardan **nimfler** çıkar. Nimf ergine benzer fakat belirgin ergin özelliklerinden yoksundur. Çekirge nimfi ergine benzer fakat kanatları ve üreme organları yoktur. Nimfler birkaç kez deri değiştirirler. Her deri değiştirmede biraz daha büyür ve ergine benzerler. Yarı başkalaşımındaki gelişme basamakları yumurta, nimf ve ergindir.

Birçok böcek **tam başkalaşım** geçirir. Güveler, kelebekler, kınkanatlılar, arılar ve sinekler tam başkalaşım gösterir. Bu tip gelişimde, yumurtalardan bölütlü, solucana benzer larvalar çıkar.

Bu larvalar çoğunlukla *tırtıl*, *kurtçuk* veya *manas* olarak bilinir. Bu aktif evrede larva beslenir ve büyür. Birkaç deri değiştirdikten sonra, larva, **pupa** denilen bir dinlenme evresi geçirir. Pupa bir koza veya kendi dış vücut örtüsünden oluşan bir koruyucu örtü ile örtülüdür. Pupa evresi süresince larvaya ait dokular, ergine ait yapılara dönüşür. Değişimler tamamlandığında, örtü veya koza açılır ve ergin ortaya çıkar. Tam başkalaşımdaki gelişme basamakları yumurta, larva, pupa ve ergindir.

Başkalaşım basamakları, beyin hormonu, deri değiştirme hormonu ve gençlik hormonu adlı üç hormonun etkileşimiyle kontrol edilir.

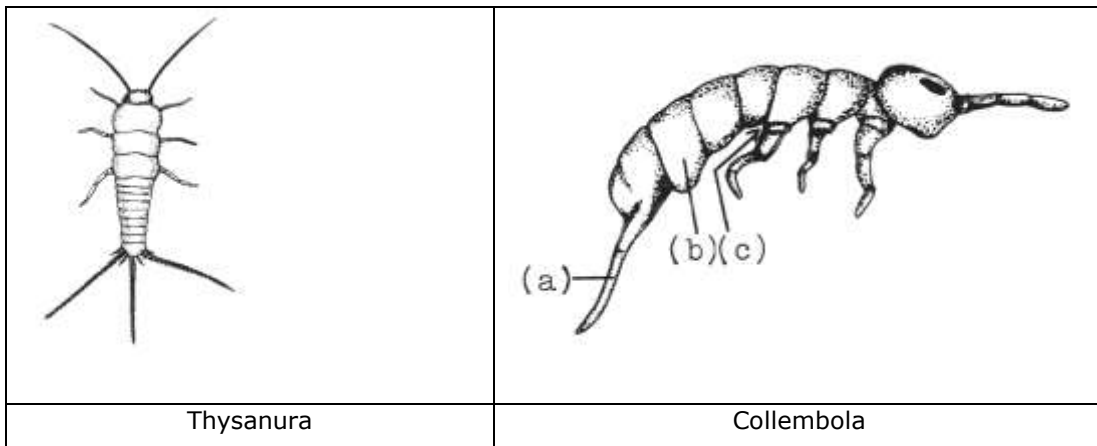
Böceklerle ilgili konularda çalışan bilim adamlarına *entmologlar* denir. Entomologlar **Insecta** sınıfını iki alt sınıfa ayırmışlardır. Bunlar **Apterygota**, *kanatsız böcekler* ve **Pterygota**, *kanatlı böcekler* alt sınıflarıdır.

Kanatsız böcekler, kanatların olmaması ve çok basit bir başkalaşım (ametabola) geçirmeleri ile kanatlı böceklerden ayrılırlar. Kanatsız böceklerde göğüs daha az gelişmiştir ve çoğunlukla karın, kanatlı böceklerin erginlerinde bulunmayan stil benzeri ekler taşır.

Thysanura, Diplura, Protura ve Collembola takımlarına ayrılırlar (Şekil 1-5). Protura, Collembola ve Diplura takımları, Thysanura takımı ve kanatlı böceklerdekinin (ectognathous) aksine baş kapsülünün içine kapanmış ağız parçalarına sahiptirler. Bu üç takımda antenler, gözler ile vücut ve bacakların bölütlenmesi ve özelleşmesi Thysanura takımındakinden farklıdır.

Böceklerin çok büyük bir çoğunluğu **Pterygota**, *kanatlı böcekler* alt sınıfında yer alırlar ve çoğunda erginler kanatlıdır. Kanatlı böceklerde göğüs büyümüş ve kanat desteği için sağlamlaşmıştır. Ergin öncesinde yarı veya tam başkalaşım geçirerek gelişirler.

Kanarlı böcekler, büyük oranda kanatların ve ağız parçalarının yapısına bağlı olarak bazı takımlara ayrılırlar. Takımların adları çoğunlukla, *kanat* anlamına gelen *-ptera* eki, örneğin, Orthoptera=Düz kanatlılar (Şekil 1-6), Diptera=İki kanatlılar (Şekil 1-7), Coleopteraa=Kın kanatlılar (Şekil 1-8), Lepidoptera=Pull kanatlılar, ile sonlanır.



Şekil 1-5. İki Apterygota Örneği.

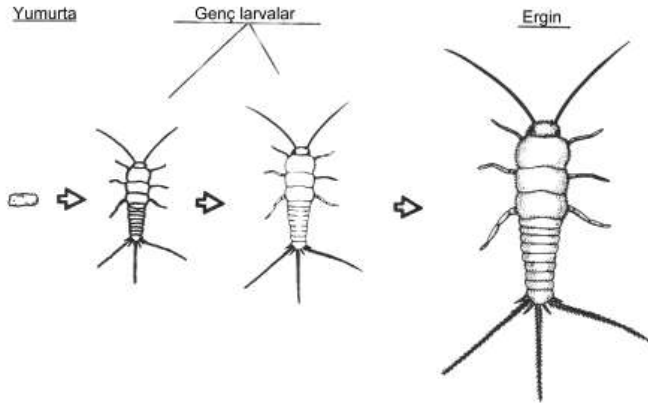
Tablo 1. Böcek Takımları

Apterygota, Kanatsız Böcekler, Ametabola (Başkalaşımsız) Böcekler

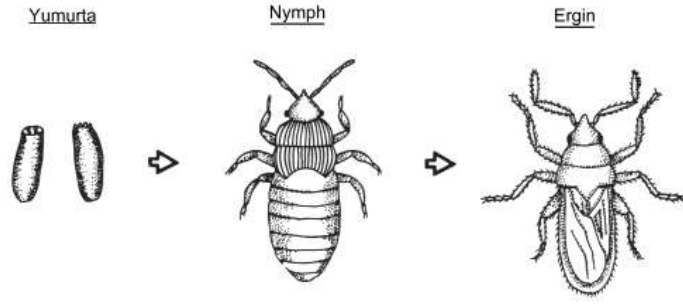
Thysanura	Kılkuyruklar
Diplura	
Protura	
Collembola	Kuyruklaşıçrayanlar

Pterygota, Kanatlı Böcekler, Metabola (Başkalaşımılı) Böcekler

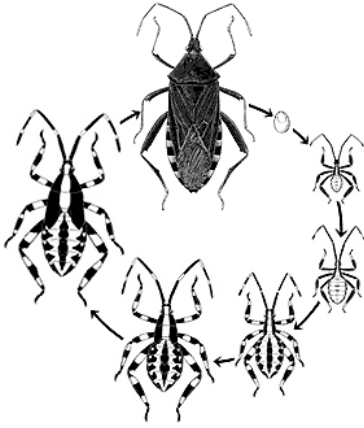
Exopterygota (Dışsalkanatlılar) Hemimetabola (Yarıbaşkalaşımılı)		Endopterygota (İçselkanatlılar) Holometabola (Tambaşkalaşımılı)	
Ephemeroptera	Birgünlüksinekler	Neuroptera	Sinirkanatlılar
Odonata	Yusuşçuklar	Coleoptera	Kınkanatlılar
Orthoptera	Düzkanatlılar	Strepsiptera	Yelpazekanatlılar
Isoptera	Termitler	Mecoptera	Akrepsinekleri
Plecoptera	Taşsinekleri	Trichoptera	Güvebenzerleri
Dermaptera	Kulağakaçanlar	Lepidoptera	Pulkanatlılar
Embioptera	Ağörenböcekler	Diptera	İkikanatlılar
Psocoptera	Kitapbitleri	Siphonaptera	Pireler
Mallophaga	Kıl ve Deribitleri	Hymenoptera	Zarkanatlılar
Anoplura	Bitler		
Thysanoptera	Kirpikkanatlılar		
Hemiptera	Yarıkanatlılar		
Heteroptera	Farklıkanatlılar		
Homoptera	Eşkanatlılar		



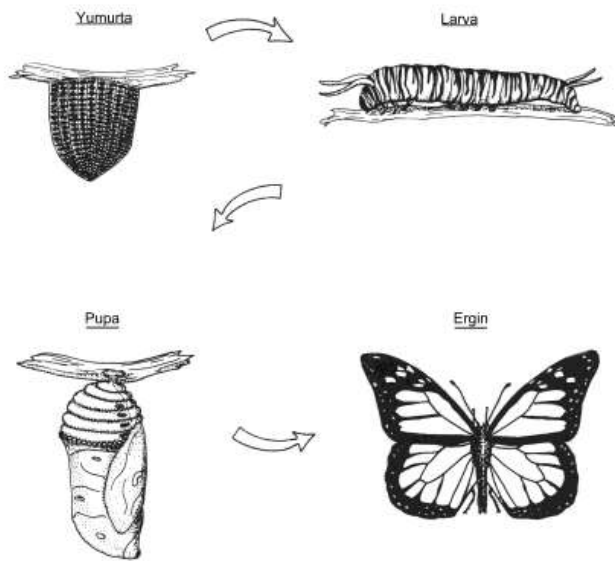
Ametabola



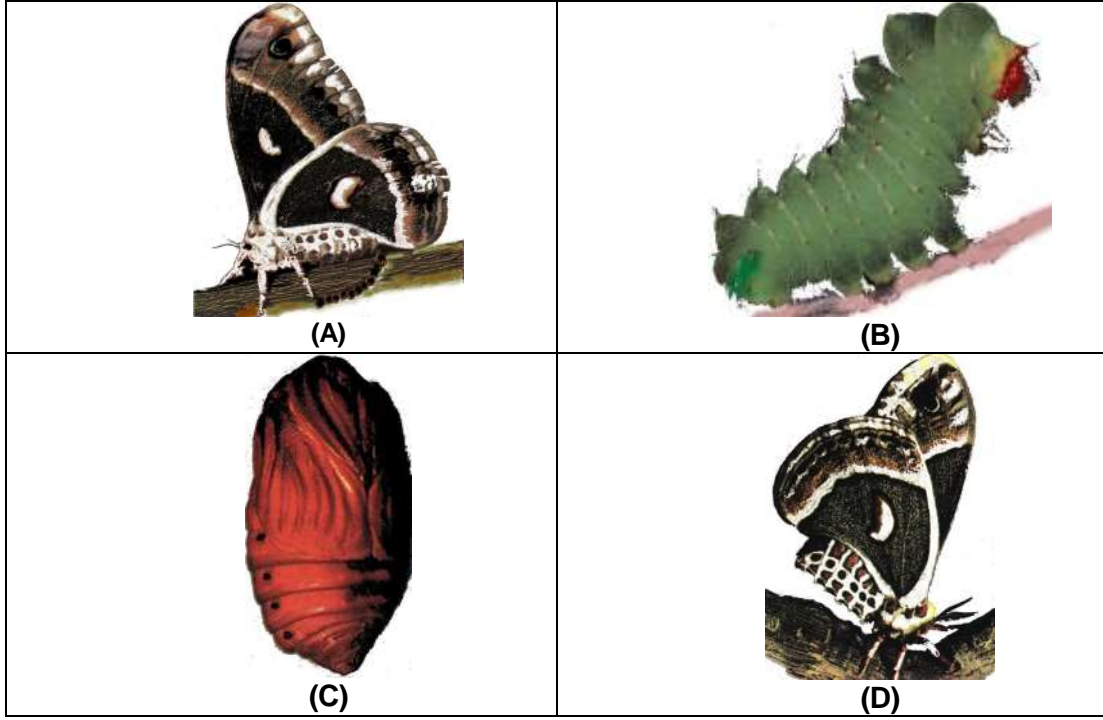
Hemimetabola (Yarıbaşkalaşım)



Hemimetabola (Yarıbaşkalaşım)



Lepidoptera (Kelebeklerde) tam başkalaşım (Holometabola).

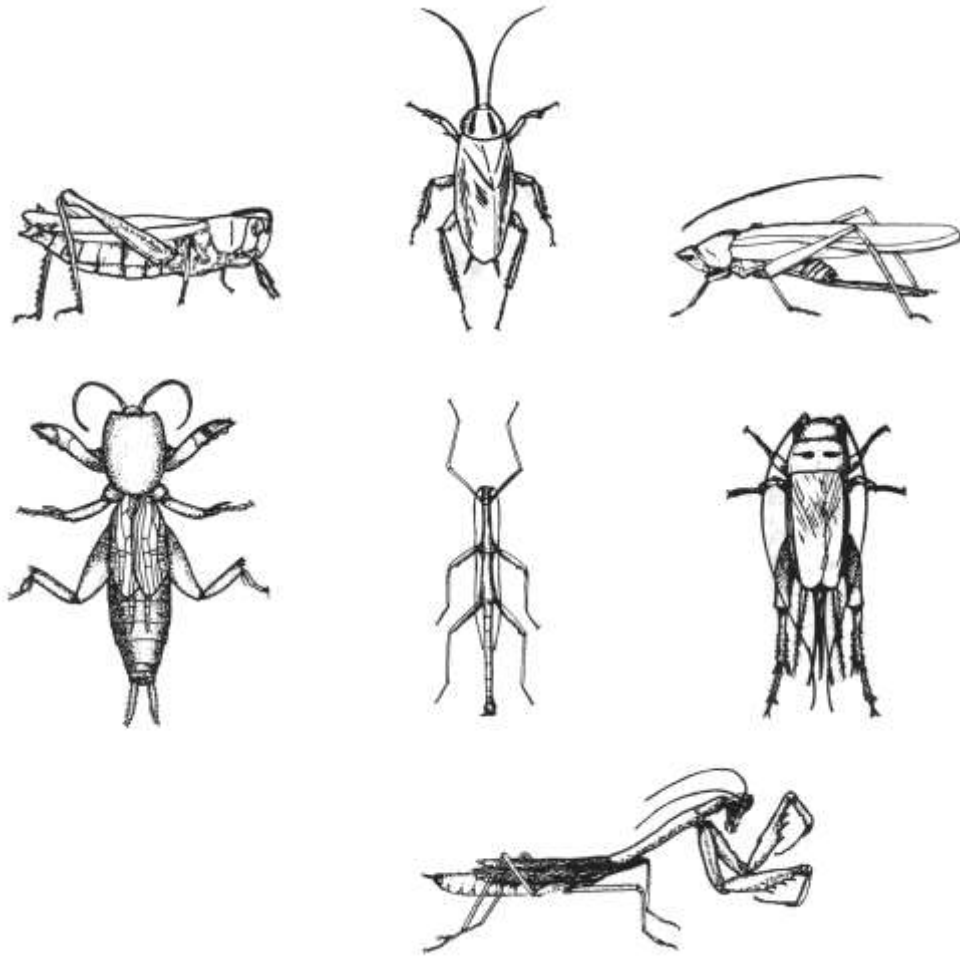


Lepidoptera takımında tam başkalaşım (Holometabola).

Kanatlı böcekler, yarı başkalaşım geçiren, pupal evresi olmayan ve ergin öncesi nimf olarak adlandırılan Exopterygotalar ve tam başkalaşım geçiren, pupal evreleri olan ve ergin öncesi larva olarak adlandırılan Endopterygotalar olarak da ayrılırlar.

Böcekler o kadar yaygın ve çoktur ki günlük yaşamı birçok yönden etkilerler. Böcekler, her yıl tarım ve ormanlıkta ürünlerde milyarlarca dolar zarara neden olmaktadır. Böcekler, Hollanda karaağaç hastalığı ve mısır tanesi kararması hastalıkları gibi birçok bitki hastalığını yayarlar. Ayrıca birçok hayvan hastalığı da bulaştırırlar: sivrisinekler sıtma, sarıhumma ve fil hastalığı; ev sinekleri dizanteri ve tifo; çeçe sinekleri Afrika uyku hastalığı; bitler tifüs; ve pireler veba taşırlar. Böcekler ayrıca eşyalara da zarar verirler: termitler oduna; pul kanatlılar ve halı kınkanatlıları giyecekler, kumaşlara, kürklere ve halılara; çatalkuyruk kağıtlara zarar verir; ve buğdaybitleri, hamamböcekleri ve karıncalar yiyecekleri bozarlar.

Ayrıca böceklerin önemli işlevleri de vardır. Çeşitli böcekler, ürün veren bitkilerin tozlaşmasında önemlidir. Örneğin, arılar elma ve armut çiçeklerini, yonca ve çilekleri tozlaştırır. Böceklerden sağlanan ürünler, arılardan elde edilen bal; lak böceklerinden elde edilen ve şellak yapımında kullanılan lak; ve ipek böceklerinden elde edilen ipeği içermektedir.



Şekil 1-6. Bazı Orthoptera (Düzkanatlılar) Örnekleri

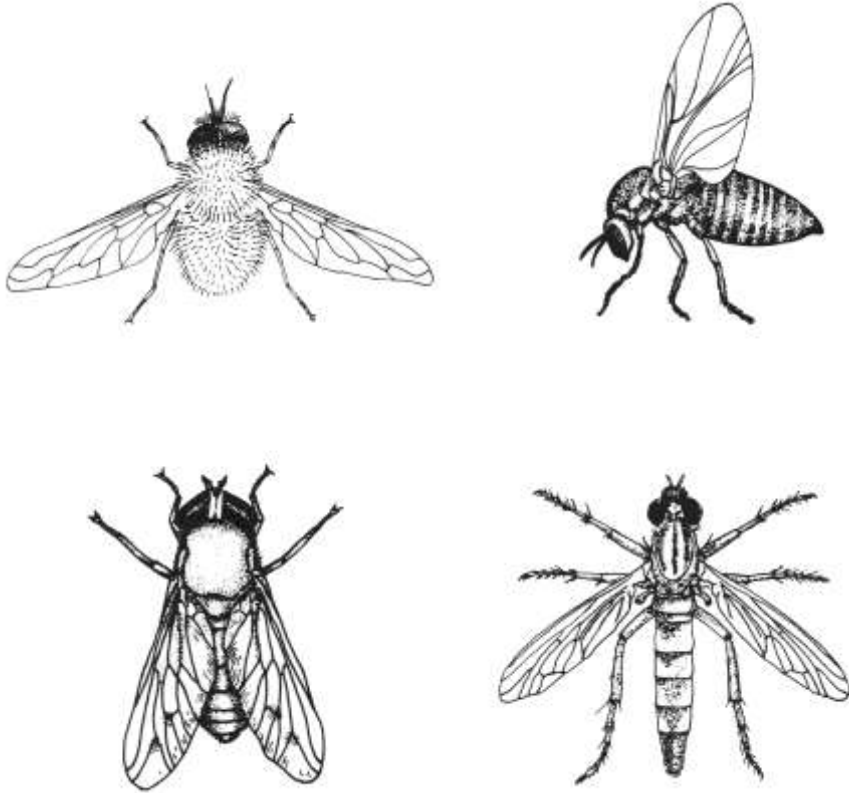


Bir Orthoptera (Düzkanatlı) örneği

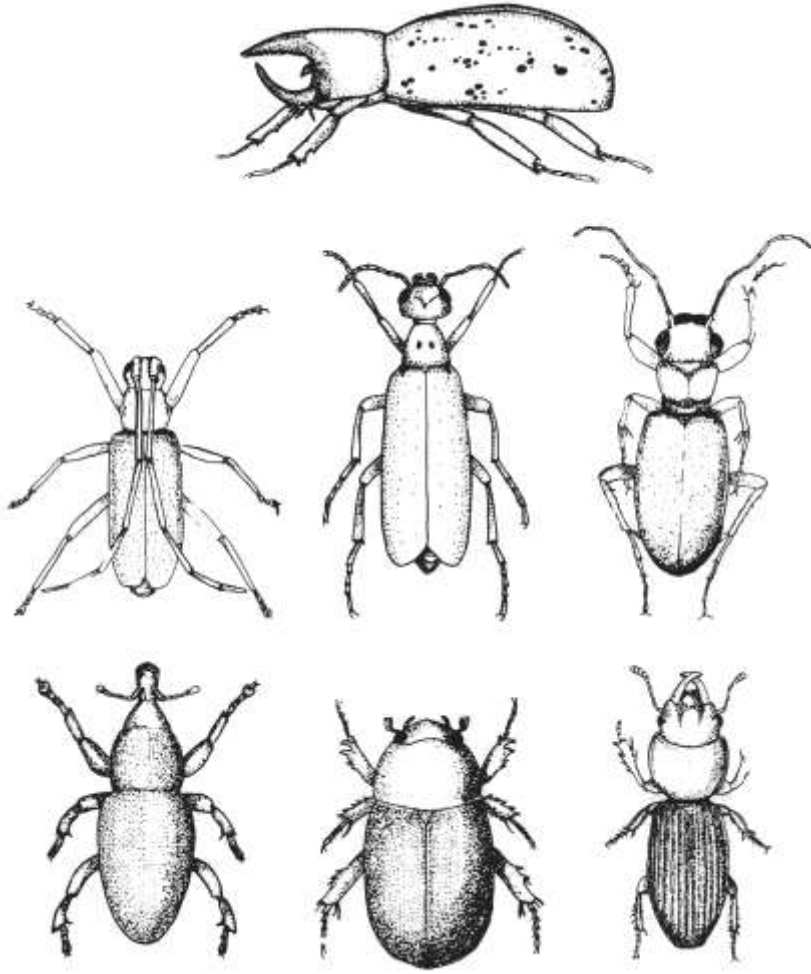
Bazı böcekler insanlara ve eşyalara zararlı olan diğer böcekleri yok ederler. Gelinböcekleri, portakal ve limonda zararlı olan koşnil ve unlubitleri yerler. Peygamberdeveleri yakalayabildikleri tüm böcekleri yerler. Parazitarılar, yumurtalarını larvaların içine koydukları için sonuçta onları öldürürler. Suda yaşayan böcekler sivrisinek larvalarını yerler. Ayrıca böcekler kuşlar, kurbağalar ve balıklar için besin kaynağıdır. Son olarak, bazı böcekler ölü bitkileri ve hayvan artıklarını yiyerek, temizleyici olarak görev yaparlar.

Diğer hayvan veya böceklere zarar vermeden, zararlı böcekleri kontrol altında tutmanın yollarını bulmak bilim adamları için başlıca problemdir. Kimyasal insektisitler, çevreyi zehirler ve zararlı ve faydalı böceklerin her ikisini de öldürürler. Diğer hayvanlara ve insanlara da zararlıdır. Ayrıca zaman içerisinde böcek popülasyonları kimyasallara karşı dayanıklı hale gelirler.

Birçok bilim adamı, biyolojik kontrol yöntemlerinin kimyasal insektisitlerden daha güvenli olduğuna inanmaktadır. Biyolojik kontrol, erkeklerin kısırlaştırılıp saliverilmesi; dirençli bitkiler yetiştirilmesini; sadece zararlı böcekleri yok edecek spesifik parazitoid ve predatörler tespit edilmesini; ve böcekleri tuzaklara çekmek için feromonların kullanılmasını içerir.



Şekil 1-7. Bazı Diptera (Sinek) Örnekleri



Şekil 1-8 Bazı Coleoptera (Kırankatlı) Örnekleri



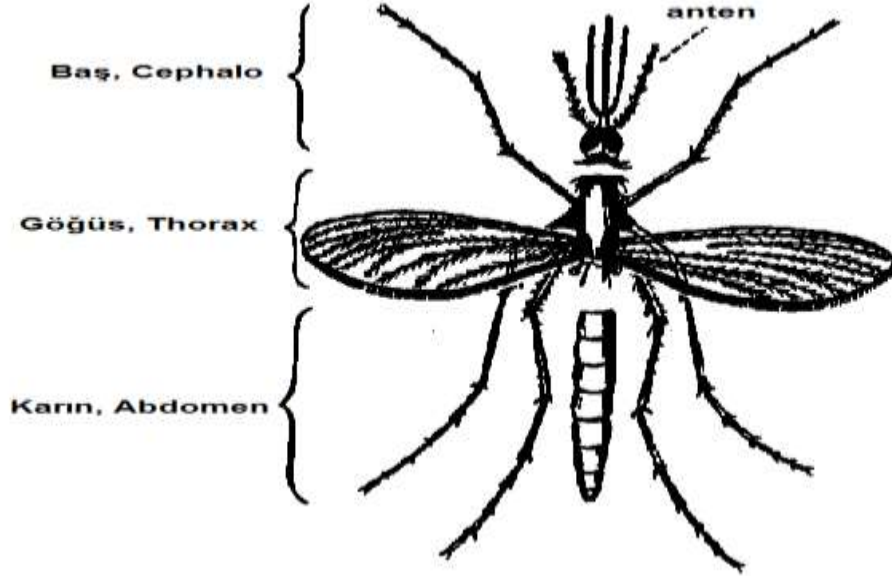
Bazı Insecta (Böcek) örnekleri.

Bölüm 1

BÖCEKLERİN DIŞ YAPISI (MORFOLOJİ)

2 VÜCUT ÖRTÜSÜ

Ergin böceklerin tipik olarak baş (cephalo), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) olarak ayrılmış üç parçalı vücutları vardır (Şekil 2). Bütün arthropodlar gibi, her böcek, temelde benzer olan birtakım halka ya da segmentlerden oluşan bölümlü bir vücuta sahiptir. Böcek vücudunda altısı başta, üçü göğüste ve on biri karında olmak üzere temelde 20 parça vardır. Ancak, bazıları birbiriyle kaynaşmıştır ve tamamını saymak olanaksızdır (Şekil 2-1 ve 2-2).

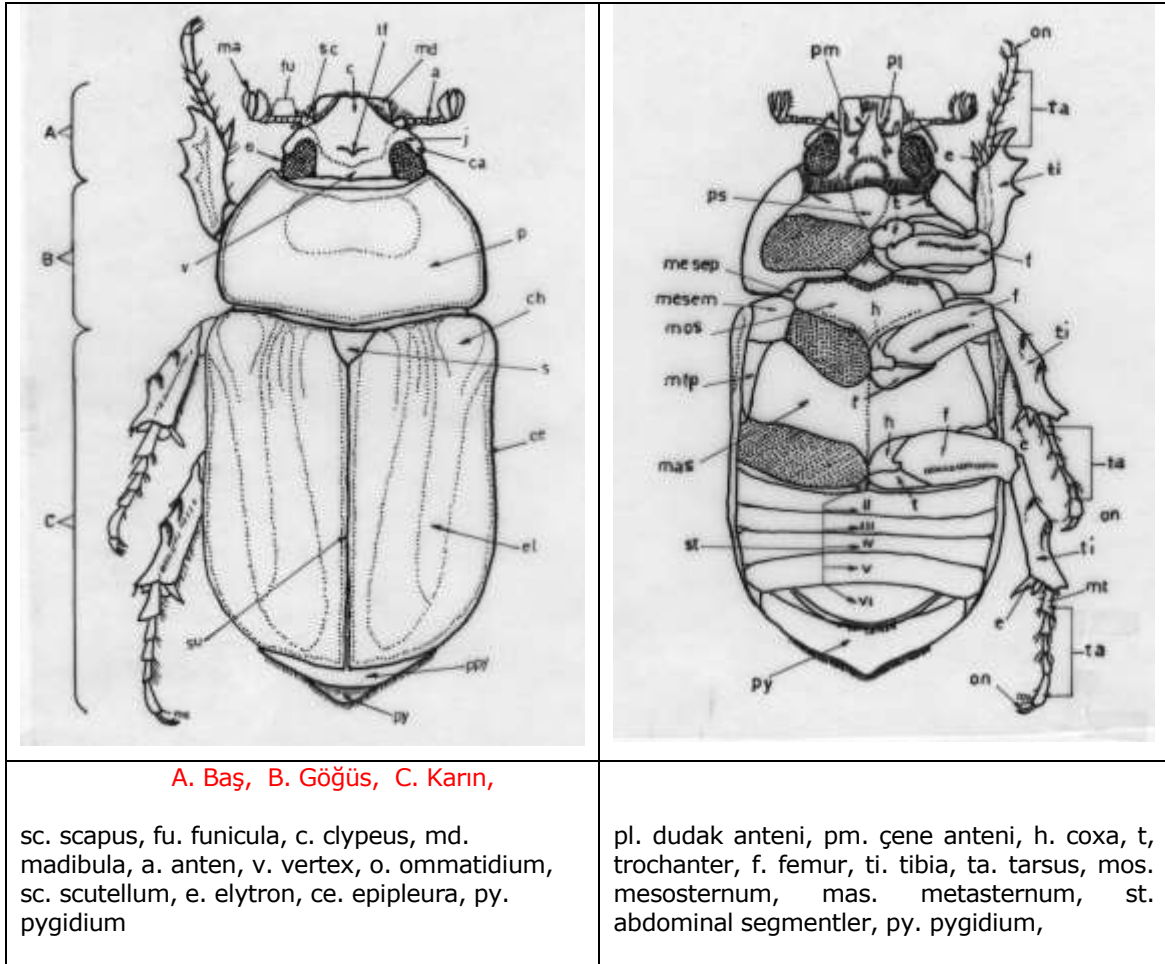
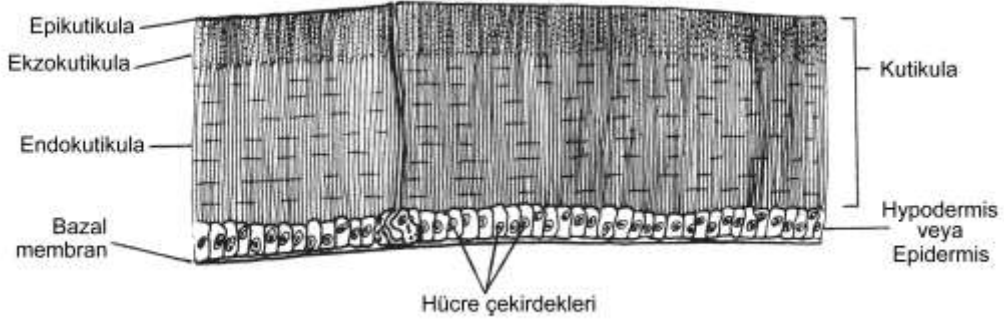


Şekil 2. Böcek vücudunun üç temel kısmı.

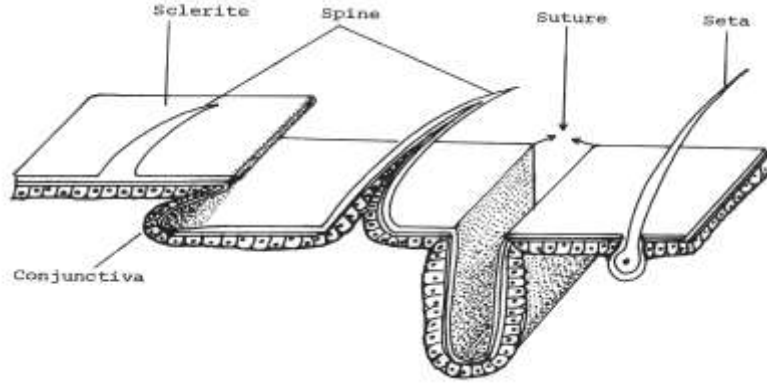
Vücut örtüsü, büyük oranda, temelde alt epidermis hücreleri tarafından salgılanan, hücresel yapısı olmayan karmaşık bir katman olan kutikuladan (cuticle) oluşur. Kutikulanın en büyük bileşeni, kutikulanın kuru ağırlığının %60'ını oluşturan ve kitin olarak bilinen azotlu bir polisakkarittir. Kutikula çeşitli proteinler bağlanmıştır. Çoğu bölümlerde kutikula sikleritler denilen dayanıklı levhacıklar oluşturmak için sertleşmiştir. Kutikula, segmentler arasında, vücutta hareket olanağı veren bağlantılar oluşurarak, yumuşak ve esnek kalmaktadır. Kutikuladaki materyallerin en ilginç **resilin** denilen kauçuk benzeri bir proteindir.

Bükülme ve uzama özelliği olmayan kitinsel levhalar, böceğin hareket etmesini ve büyümesini önleyecek özelliktedir. Fakat deriden oluşan kısımlar böceğin hareketine, zamanla deri değiştirmesine ve böylece büyümesine olanak sağlar. Dış iskelet vücudu dışardan gelecek

zararlı etkenlerden koruduğu gibi, vücudun su kaybını da önler. Kasların bağlanma yeri olarak görev yapar. Vücut örtüsü dıştan içe doğru kutikula, hypodermis ve kaide zarı denilen katmanlardan meydana gelmiştir (Şekil 2-3).



Şekil 2.1. Ergin Bir Böcekte (Coleoptera) Vücut Kısımlarının Üstten ve Altan Görünüşü



Şekil 2.3. Bir Böcekte Vücut Örtüsünün Şekilsel Bölümleri

2-1 Kutikula

Tipik bir eklembeceklı dışiskeleti (integument), dört işlevsel bölgesi olan çok katmanlı bir yapıdır. Bunlar; epikutikula, prokutikula, epidermis ve temel zardır (Kaynak 1). Bu katmanlardan, epikutikula, özellikle karasal ekelembacaklılarda su kaybını önleyici bir engel ödevi gören çok katmanlı dışsal bir settir. Dış iskeletin sertliği yine epidermis tarafından salgılanan daha aşağıdaki prokutikula katmanı tarafından sağlanır. Eklembeceklı kutikulası iki temel kısımdan ibaret biyolojik birleşik bir maddedir. Bu kısımlar ipek benzeri dizeyli alpha-kitin lif zincirleri ve en tanınmışları resilin adlı kauçuk benzeri bir protein olan globular proteinlerdir.

Bu iki bileşenin orantısal miktarları, dış iskeletin yumuşak kısımları daha yüksek kitin oranına sahip olacak şekilde yaklaşık 50/50 ile 80/20 kitin/protein şeklinde değişir.

Kitin ilk salgılandığında nispeten yumuşak olsa da, daha sonra tam anlaşılma, dehidratasyon ve/veya phenolikler adı verilen hidrofobik kimyasalların neden olduğu katmanlaşma aracılığı ile sertleşmektedir. Proteinler ile kitin arasındaki farklı çeşitteki etkileşimler bu dış iskeletin mekanik özelliklerini değiştirmektedir.

Kutikulanın kitin-protein kışımına ek olarak, kabukluların (crustaceae) çoğu ve bazı kırkayaklarda (myriopoda), kutikuladaki mineral tuzlar, kutikulanın en fazla %40'ını oluşturan kalsiyum karbonattan daha fazadır. Bu yüksek mekanik dayanıklılığa öncülük etmektedir.

Kutikula, epidermisin üst tarafında bulunur. Ektoderm kökenlidir; epidermis tarafından salgılanır. İçerisine birçok organik ve inorganik bileşiğin katılmasıyla, çoğunlukla, sert bir yapı kazanır. Genellikle belirgin iki çeşidi vardır. Birincisi kuvvetli ve eğilmez bir yapı oluşturarak, skleritleri, diğeri ise çoğunluk eklem yerlerinde bulunan ve esnek bir yapı gösteren **zar** (membran)'ları oluşturur. Birincisi, destek ödevini yüklenirken, ikincisi bu skleritler arasındaki esnek bağlantıyı sağlar.

Kutikula, birçok mekanik ve kimyasal etkene karşı olağanüstü derecede dayanıklıdır. Suyu hemen hemen hiç geçirmez. Gaz alış-verişi de sadece bazı eklem yerlerindeki zarlarda olabilir. Kutikulayı oluşturan su, protein, kitin, yağ gibi maddelerin oranı türden türe ve yaşa göre değişmektedir. Kutikula, epikutikula ve prokutikula diye iki ana katmandan oluşmuştur.

Epikutikula. Vücut örtüsünün en üstteki katmanıdır. Çevre koşullarına büyük bir dayanıklılığı vardır. Kitin içermez. Dıştan içe doğru dolgu, mum, kutikulin ve sert katmanları içerebilir. Dolgu katmanı integümentin en dıştaki katmanıdır. Bazen mum katmanı ile kaynaşmış olabilir. Suda yaşayan böceklerde çoğunlukla kaybolmuştur. Mum katmanı vücudu sıkıştırılmaldan ve dış etkenlerden korur. Balmumuna benzer yapı gösterir. Kutikulin katmanının ana maddesi **kinon** denen bir maddeyle sertleşmiş kutikulin'dir.



Prokutikula. Epikutikula ile epidermis (hypodermis) arasında bulunur. Kutikulanın epidermis tabakasına oturmuş en içteki katmanıdır. En tanınmış temel bileşiği **kitin** (chitin)'dir. Kitin, kapalı formülü $(C_8H_{13}O_5N)_x$ olan, yani azot içeren bir polisakkarittir. Prokutikula da kendi içinde üç tabakaya ayrılmıştır. Eksokutikula, en dıştaki dar ve tamamen sertleşmiş tabakadır. Özellikle skleritlerde oluşmuştur. Skleritler arasındaki zarda ya parça parça görülür ya da hiç görülmez. Mesokutikula, ortadaki sağlam yapılı ve dayanıklı tabakadır. Daha çok skleritlerin zarlara geçiş yerlerinde gözüktür. Endokutikula, içte, genellikle tam sertleşmemiş, yatay plakalardan oluşmuş bir tabakadır. Eklem yerlerinde iyi görülür.

2-2 Hypodermis

Buna **epidermis** (üst deri) de denir. Çok hücrelilerin tümünde bulunan epidermis, böceklerde, üstte kutikula, altta ise kaide zarını salgılar. Epidermis, kutikulanın altında bulunduğundan dolayı, çoğunlukla, hypodermis olarak adlandırılır. Ontogenetik olarak ektodermden oluşmuştur ve her zaman bir tabakalıdır. Epidermin salgısından üste doğru kutikula, alta doğru kaide zarı oluşur. Epidermis tabakasının içerisinde, yapısal ve işlevsel olarak birbirinden farklılaşmış bir takım hücreler bulunur. Bunlar: **Örtü hücreleri, salgı hücreleri, kıl hücreleri, duyu hücreleri ve önositlerdir.**

Örtü hücrelerinin esas görevleri örtü tabakası olmalıdır. Epidermis tabakasının büyük bir kısmını bu hücreler oluşturur.

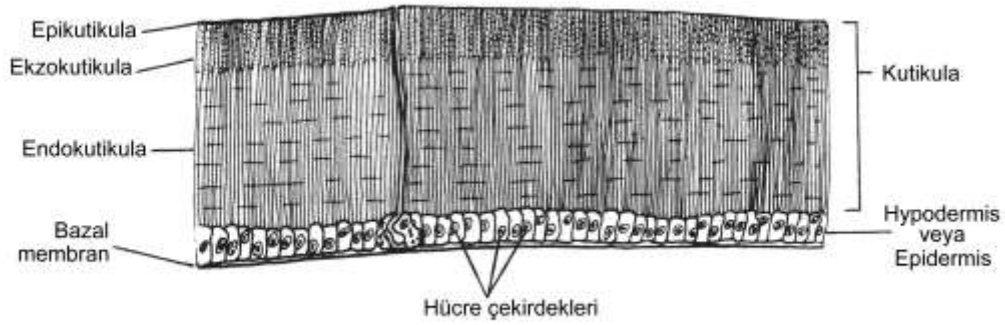
Salgı hücreleri çoğunlukla epidermis örtü hücrelerinin arasında bulunurlar ve kutikula tabakasının içerisine çıkıntı yaparak bir kanalla dış ortama açılırlar. İçlerinde salgı granülleri ve salgıların depo edildiği kofullar çok iyi görülür. Bazen birçok salgı hücresi ortak bir kanalla dışarı açılır. Bunlara bileşik bezler denir. Bu bezler, salgılarına göre kabaca şu gruplara ayrılabilirler: **Kutikula oluşturan bezler, mum bezleri, lak bezleri, tükürük bezleri, yağ bezleri, zehir bezleri,**

yakıcı bezler, koku bezleri, ipek bezleri, feromon bezleridir. Bu bezlerin özellikleri ve salgıları, salgı organları kısmında incelenecektir.

Kıl hücrelerinin oluşturduğu çeşitli yapıda, kalınlıkları farklı, birçok duysal ve koruma kılına rastlanır.

Duyu hücrelerinin birçoğu epidermis kökenli olmasına karşın, içeriye doğru çökmekte ve yapılarında büyük sapmalar olmaktadır.

Önositler epidermis hücrelerinden meydana gelirler. Çoğunlukla epidermis hücrelerinin kaide kısmında bulunurlar; kutikula ile ilişkileri yoktur. Özellikle larva evresinde büyüklükleri artar. Çünkü, deri değiştirmede, kutikula'yı yeniden salgılayan hücreler bunlardır.



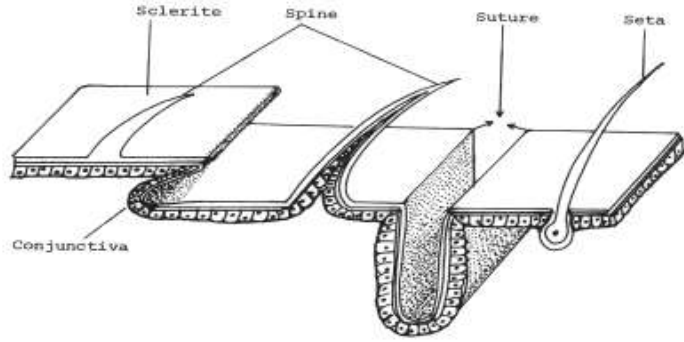
2-3 Kaide Zarı

Epidermis hücrelerinin taban kısmı, deliksiz bir kaide zarı ile astarlanmıştır. Bu zara **kaide zarı** (lamina basalis veya basal membrane) adı verilir. Keza bu zar vücut boşluğuna kadar uzanan salgı hücrelerini ve tüy oluşturan hücreleri de örter. Ancak içeriye doğru çok kuvvetli olarak çökmüş duyu hücreleri bu zardan ayrılmıştır. Çok ince bir zardır.

2-4 Vücut Örtüsündeki Dış ve İç Çıktılar

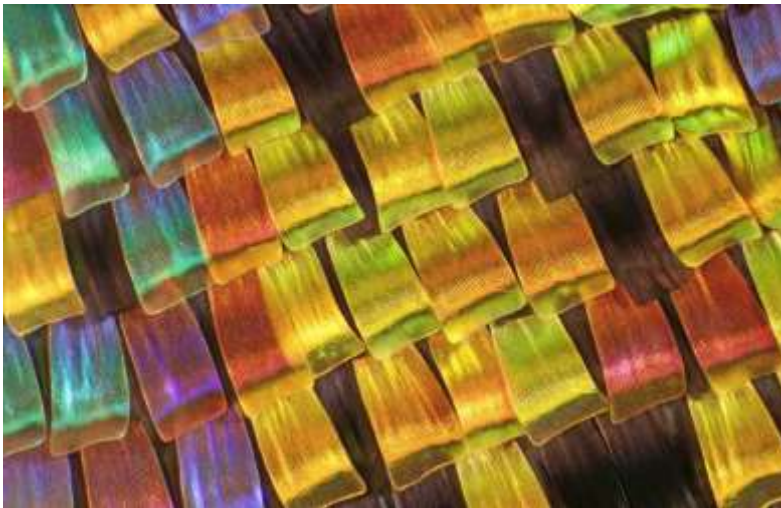
Kutikulanın dış yüzeyi düz bir yapı göstermez. Her türün kendine özgü girintili çıkıntılı bir kutikula yapısı vardır.

Kıl şeklinde uzamış, sert yapılı Trichom veya Microtricha denen uzantılar, yalnız kutikula'yı oluşturan maddelerden meydana gelmiştir. Bu çıkıntılardan epidermis ile herhangi bir teması ya da bağlantıları yoktur. Bunlara **yalancı kıllar** da denir.



Setae ya da Macrotricha denen gerçek tüyler ya da kıllar, ekso- ve epikutikuladan oluşmuş, içi boş, etrafını çeviren kutikula bir zar aracılığıyla eklem gibi bağlanmış, epidermise temas eden yapılardır. Gerçek tüyler ve kıllar bir epidermis hücresinin yapıya katılmasıyla oluşur. Bazısı düz, bazısı tüylü durumda olabilen kıllar gördükleri işe göre duyu kılları, koruma kılları, temizleyici kıllar, yapışıcı kıllar gibi tiplere ayrılabilirler. Bazı böcek kıllarının insan ve hayvan derisini kaşıdığı ve hatta çok daha fazla rahatsız ettiği bilinmektedir; bu gibi kıllara **ağılı** veya **zehirli kıllar** adı verilir. Örneğin, *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Çam kese böceği) (Lepidoptera: Thaumetopoea) ve *Euproctis chrysorrhoea* (L.) (Altın kışkı kelebek) (Lepidoptera: Lymantriidae) larvalarının zehir kılları vardır.

Pullar yassılaştırmış gerçek kıllardır. Olgunlaştıklarında içleri boşalır ve havayla dolar. Epidermisteki belirli hücrelerin mitozla **büyümesiyle** ve içerisine pigment yığılmasıyla oluşur. İlkel formlarda pullar düzensiz dizilmelerine karşın, gelişmişlerde kiremit dizilimi gibi düzenli bir yapı kazanmıştır. **Kelebeklerin güzel renkleri pullardan ileri gelir.** Bazı pullar koku da yayarlar. Bazı böcekler yumurtalarını vücutlarında bulunan kıl ve pullarla örter; bu kıllar çoğunlukla abdomen sonunda bulunur.



Şekil XXX. Kelebek kanadındaki pullar



RENK OLUŞUMU

Böcekler için esas rengi veren kısım deridir. Fakat eğer deri yeterince saydamsa hemolenf, bağırsak içeriği, yağ dokusu da bu renklerin oluşumunu değişik oranlarda etkileyebilir. Rengin oluşumuna göre böceklerin renkleri çeşitli gruplara ayrılır.

2-5 Pigment Renkleri

Pigment, belirli dalgalı boylarındaki ışığı absorbe eden bir maddedir. Absorbe edilmeyen dalgalı boyları aktarılır veya yansıtılır. Böylece, içinde pigment bulunan materyal, absorbe edilmeyen dalgalı boylarının renginde görünür. Örneğin, kırmızı görünen bir top kırmızı ışığı yansıtır ve diğer dalgalı boylarını absorbe eder.

Böceklerde, pigment renkleri, bulundukları **renk maddeleri** (pigmentler) nedeniyle meydana gelir ve bazı ışık dalgalarının emilip, diğerlerinin yansıtılması sonucu ortaya çıkar. Yansıtılan ışınlar böceğin rengi olarak görülür.

Bu pigmentlerden **melanin**, eksokutikula içerisinde tanecikler halinde dağılmış, zor çözünen bir pigmenttir. Bu pigmentin oluşumu için oksijen gerektiğinden, vücutta, renk maddesi son deriyi değiştirdikten ancak belirli bir süre sonra, tam oluşabilir. *Coccinella 7-punctata*



Beyaz, sarı ya da kırmızı renkler çok defa **pterin** pigmentin türevlerinden dolayı ortaya çıkar. Melanin, kutikulada birikmesine karşın pterinler epidermis hücreleri bölgesinde bulunurlar. Melaninin renklendirdiği kısmın altındaki dokularda metabolizma hızı yüksek, pterinler altındaki

dokularda metabolizma hızı düşüktür. Üyelerin ucundaki koyu renklenmelerin nedeni çoğunlukla buna dayanır. Eşekarılarında abdomendeki renklerin yoğunluğu, altında bulundurduğu dokuların metabolizma düzeyinin yüksekliğini yansıtır.

Bilirubinoid ve daha seyrek olarak **porphyrin** şeklinde rastlanan safra renk maddeleri **yeşil** ve **mavi** renkleri oluştururlar.

Bazı renk maddeleri, çok defa besinlerle birlikte bitkilerden vücuda alınırlar. **Carotin**, vücut tarafından emilerek kelebeklerde her iki kanada, örtük kanatlılarda ise çoğunlukla üst kanada yığılır. Domatesin esas renk maddesi olan **lycopin** bazı böceklerde özellikle uğurböceklerinde (Coccinellidae) bulunur.

Salgı maddelerinin oluşturduğu renkler, vücuttan çıkan birçok salgının, özellikle mum salgısının vücudun üzerine pudra şeklinde, taneli ve ipeğimsi bir şekilde yayılmasıyla oluşur. Birçok Homopter türünde ve Libellula (Odonata) erkeklerinde keza altın böceklerinde (*Cetonia*) ve birçok Tenebrionidae türündeki pudralı renk bu şekilde oluşmuştur.



2-6 Yapısal Renkler

Kutikulada bulunan lamelciklerin çeşitli dizilimleriyle, ışığın farklı dalgalarının, farklı yönlerde kırılması sonucu ortaya çıkar. Çok çeşitleri vardır. Doğanın en canlı renkleri bunlardır. Özünde herhangi bir renk maddesi yoktur. Bir ya da birçok ince saydam kutikula plakacıklarının güneş ışığını kırmasıyla ve yansıtmasıyla meydana getirdiği gökkuşağı renkleri **girişimli** (interferens) **renkler** grubuna girer. Fiziksel olarak yeterince ince olan her saydam tabaka güneş ışığını yansıtır. Bu olaya interferens denir. Böceklerin metalik ve ışıldayan renkleri bu şekilde oluşur.

Bazen yapısal renkleri kuvvetlendirmek amacıyla lamelciklerin bulunduğu katmanın altındaki tabakalarda pigment birikimi görülür. Eğer yapısal renkler pigment renkleriyle birlikte oluşursa, renklenme çok daha parlak olarak ortaya çıkar.

Vücut üzerinde, çoğunlukla türlere özgü, çeşitli desenler bulunur. Bunların şekli genellikle kalıtsal olmasına karşın, büyüklükleri ve koyulukları, çevre koşulları ve iç koşullarla denetlenebilir. Kalıtsal renkler hemen her zaman simetrik olarak ortaya çıkar. Bazı desenler ve renkler bazı türlerde çok büyük varyasyon gösterir. Tamamen açık renkten tamamen koyu renge değişim **eunomi** olarak bilinir. Ancak, desen yeri her zaman kalıtsal olarak sabittir.

Kural olarak, böcekler, buldukları ortama mükemmel denecek derecede uyum gösterirler. Doğadaki ortama, gerek renk, gerekse desenler bakımından uyulmasına **homokromi**, gerek renk, gerekse desenler bakımından bir bitki ya da hayvanı taklit etmesine de **mimikri** denir. Bu taklit, çoğunlukla zehirli bir hayvanı taklit etme şeklinde ortaya çıkar. Mekanizması tam anlamıyla aydınlatılamamıştır.



Uroplatus phantasticus

Böceklerde Savunma



Homokromi - Eşrenklilik



Kar tavuğunda mevsimlere göre kamufaj ve stil değişimi (Kış, Sonbahar ve İlkbahar).



Mimikri – (Renk ve desen bakımından bir **bitkiyi** taklit etme)



Mimikri – (Renk ve desen bakımından bir **hayvanı** taklit etme)



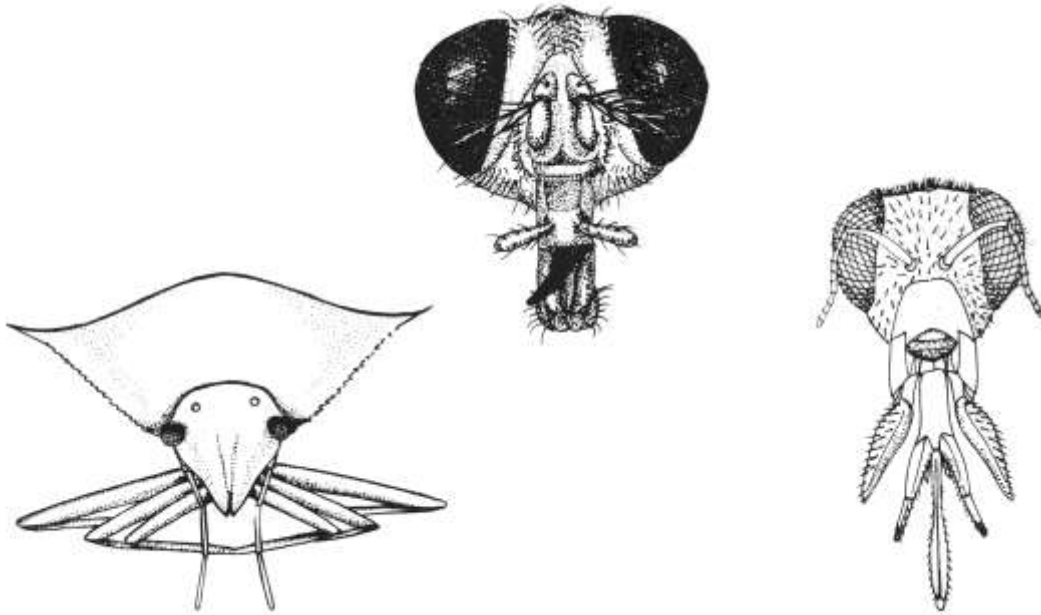
3 BAŞ (CEPHALO)

Baş genel olarak göğsün ön tarafında yer almıştır; fakat bazı familyalarda, örneğin Bostrychidae (Coleoptera) familyasında göğsün alt tarafındadır. Tek bir segment gibi görünmesine rağmen embriyonik olarak altı, yani göğüstekinin iki katı segmentten yapılmış olduğu zannedilmektedir. Bu segmentler, baştaki iç organları içine alan sert bir kapsül şeklinde

birbirleriyle kaynaşmıştır. Bağlantı yerlerine **stur** (sture) denir. Sturlar arasındaki alanlar, yerlerine göre isim alırlar.

Başın yukarı kısmında bileşik gözler arasındaki alana **tepe** (vertex) denir. Başın yan taraflarının aşağısı, bileşik gözlerin gerisi ve arasına **genae** (yanak) denir. Başın göğse dayanan parçasına **occiput** denir. Postgenae adı verilen aşağı ve yan tarafları, çoğunlukla at nalı şeklindedir. Occiput besinlerin, sinir iplerinin, dorsal kan damarının ve trakenin baştan göğse geçtiği baş kapsülünün küçük arka deliğini kuşatmıştır. Bu geçit **foramen occipitale** (arkakafa deliği) adını alır. Başın, boyunla bağlandığı kısmın kitinleşmiş bölgesine **postocciput** (arkakafa), yumuşak kısmına da **cervix** (boyun) denir. Başa derimsi bir zarla yapışmıştır. Bu zarın her iki tarafında **cervicalia** denen iki küçük plakçık vardır. Boynun ön kısmı başın son segmentine, arka kısmı ise göğsün ilk segmentine aittir.

Baş üzerinde, yanlarda ve yukarıya doğru yerleşmiş bir çift **bileşik göz**, çoğunlukla bunların arasında ve genel olarak 3 (bazen 1) adet **nokta göz**, bir çift **anten** ile bir çift **mandibula** ve iki çift **maxilla** ile bunları üstten örten **üst dudak** (labrum)'ın meydana getirdiği ağız parçaları görülür (Şekil 3-1).



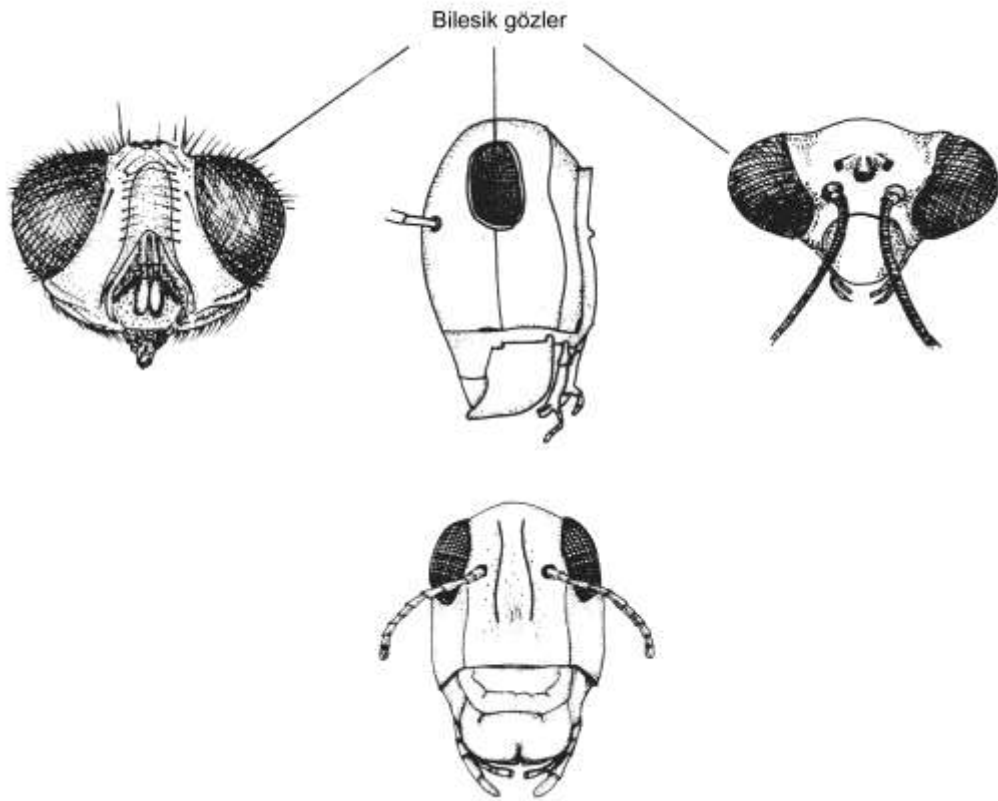
Şekil 3-1. Karasinek, Dutkımılı ve Balarsında Baş Kapsülleri

3-1 Gözler

Böcekler iki temel görsel reseptör çeşidine sahiptirler. Bunlar bileşik göz ve basit nokta gözler (ocelli) dir. Türlerin büyük çoğunluğu bu iki çeşitten bir veya diğerine sahip olurken, her ikisi de

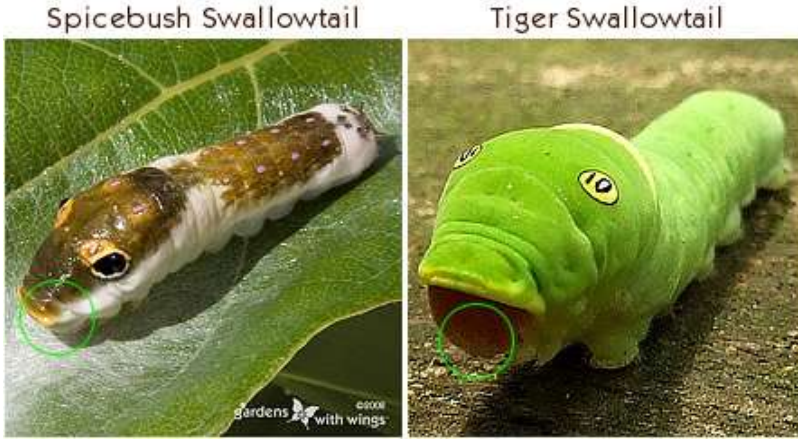
kaybedilmiş de olabilir. Bileşik göz iki büyük olandır ve çoğu böcekte oldukça belirgindir, ancak bu göz çeşidi larvalarda asla bulunmaz.

Noktagöz'ün, **tepegözler** (dorsal noktagözler veya dorsal ocelli) ve **yan noktagözler** (laterel ocelli) olarak başlıca iki çeşidi vardır (Şekil 3-2).

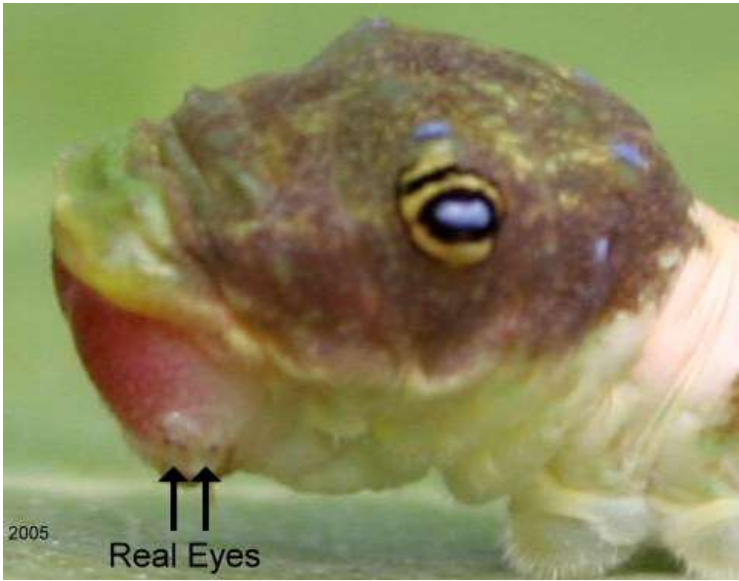


Şekil 3-2. Böcekte Gözler


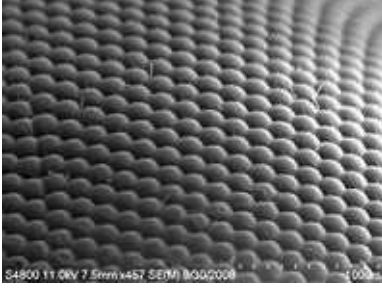

Tepegözler nimf veya ergin böceklerde vertex'de tipik bir üçlü grup olarak bileşik gözlerle birlikte bulunurlar. Bununla birlikte kelebekler dahil bazı böceklerde hiç bulunmazken güvelerde anten kaideleri yanında iki adettir.



Yan noktagözler (Stemmata) holometabol böceklerde larvaların yegane gözleri olup, bir ile altı çift arasında veya daha fazla değişen sayılarda, yanak (genae)'ta yer alırlar (Şekil 3-3).



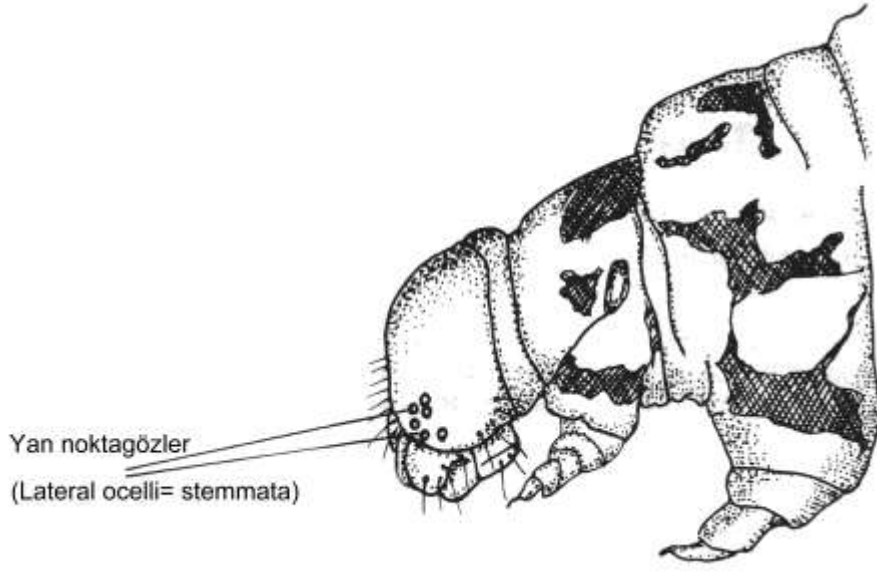
Klebek tırtılında yan nokta gözler.

		
<p>Bir karasinekte baş ve bileşik gözler <i>Musca domestica</i></p>	<p>Karasinekte bileşik göz yüzeyinin bir görüntüsü (elektron mikroskopunda 450 büyütme taramması kullanılarak sağlanmıştır)</p>	<p>Marangoz arıda bileşik gözler</p>



Bileşikgözler böceğin başında iki yanda tümsek şeklinde yuvarlak, oval veya böbrek şeklinde alanlar halinde, işlevlerini ima eden abartılı parlak görünüşleriyle çoğunlukla en fazla göze çarpan organlardır. Her bileşikgöz, kendi özel optik sistemine sahip, çoğunlukla altıgen, çok sayıdaki **ommatidiumdan** (bir çeşit noktagözden) yapılmıştır. Ommatidium sayısı böceğin yaşama yeri ve davranışlarına bağlı olarak oldukça değişiktir. Örneğin, *Solenopsis* cinsi karıncalarda çiftleşme uçuşunda dişileri bulacak olan erkeklerde 400, topak altında yaşayan işçilerde 6 veya 9 adettir. *Lampyris*'in kanatsız dişisinde 300, kanatlı erkekte 2500'dür. Karasinek, *Musca domestica*, ve balansı, *Apis mellifera*, 'da 4000 dolayında; *Dytiscus*'ta 9000, Çatalkuyruklu kelebek, *Papilio polyxenes*, 17000 ve görüş keskinliği çok yüksek olan Subakiralarında (Odonata) 10.000 – 28.000 adettir.

Noktagöz ve bileşikgözler, ayrıntılı olarak duyu organları kısmında incelenecektir.



Şekil 3-3. Tırtılın (Lepidoptera larvası) Baş Kapsülü ve Yan Nokta Gözler



Meyve sineğinden esinlenilerek, panoramik görüş sağlayan yapay "petek göz" geliştirildi.

Avrupalı bilim adamları, sinekler ve benzer hayvanların farklı yönlerdeki hızlı hareketleri aynı anda "yakalama" özelliğini ilk kez yapay göze aktarmayı başardı. PNAS dergisinde yayımlanan araştırmada bilim adamları, meyve sineklerinin gözünü örnek alarak geliştirilen, "CurVACE" adı verilen prototipin bükülme olmadan, çevredeki farklı ışık yoğunluklarına uyum sağlayabilen, yüksek çözünürlüğe sahip panoramik bir görüş sağladığını vurguladı.

Yapay gözün, hızın son derece önemli olduğu durumlarda, örneğin karada ya da havada çarpışmaların engellenmesi için, 3 boyutlu tespit sistemlerinde kullanılabileceği belirtildi.

Araştırmacılar, 360 derecelik görüş elde etmek açısından 2 yapay gözün sırt sırta yerleştirilmesinin yeterli olduğunu ifade etti. **AA**

3-2 Antenler

Yüksek organizasyonlu hayvanların hiçbirinde, böceklerin (ve akrabalarının) antenleri ile karşılaştırılacak bir organ yoktur. Tüm gerçek böcekler ikinci baş segmentinin uzantıları olan bir çift antene sahiptirler. Diğer eklemli hayvanlardan örümcek, akar, kene ve akrelerin antenleri yoktur. Çıyan ve kırkayaklar böcekler gibi bir çift antene sahipken, kerevit, istakoz ve yengeçte iki çifttir.

Pek çok böcek antenlerle yönünü hisseder, tehlikeyi sezer, besinini keşfeder, eşini bulur. Antenler karıncalarda olduğu gibi en azından bazı durumlarda türün bireyleri arasındaki haberleşmede, sineklerde olduğu gibi koklama organlarının taşınmasında, dişi sivrisineklerde olduğu gibi işitmede veya nadiren de olsa eş veya av yakalamada kullanılır. Antenleri koparıldığında veya zarar gördüğünde pek çok böcek büyük bir sıkıntı ve bazen kendini idare edemez bir hal gösterir. Bu bir çift uzun, esnek, çok duyarlı **dokunaçlar** çevreyi algılayabilmeden öte, bu çok faal hayvanlara çok büyük üstünlük sağlar.

Antenler Protura takımında tamamen körelmiştir. Diğer böceklerin tümünde çeşitli tipte bir çift anten vardır. Gerçek segmentli antenler yalnız Collembola ve Diplura takımlarında mevcuttur. Bunlarda, antenin son segmenti hariç, diğer segmentler kaslarla donatılmış olup, ayrı ayrı hareket etme yeteneğine sahiptirler. Johnston organı yoktur.

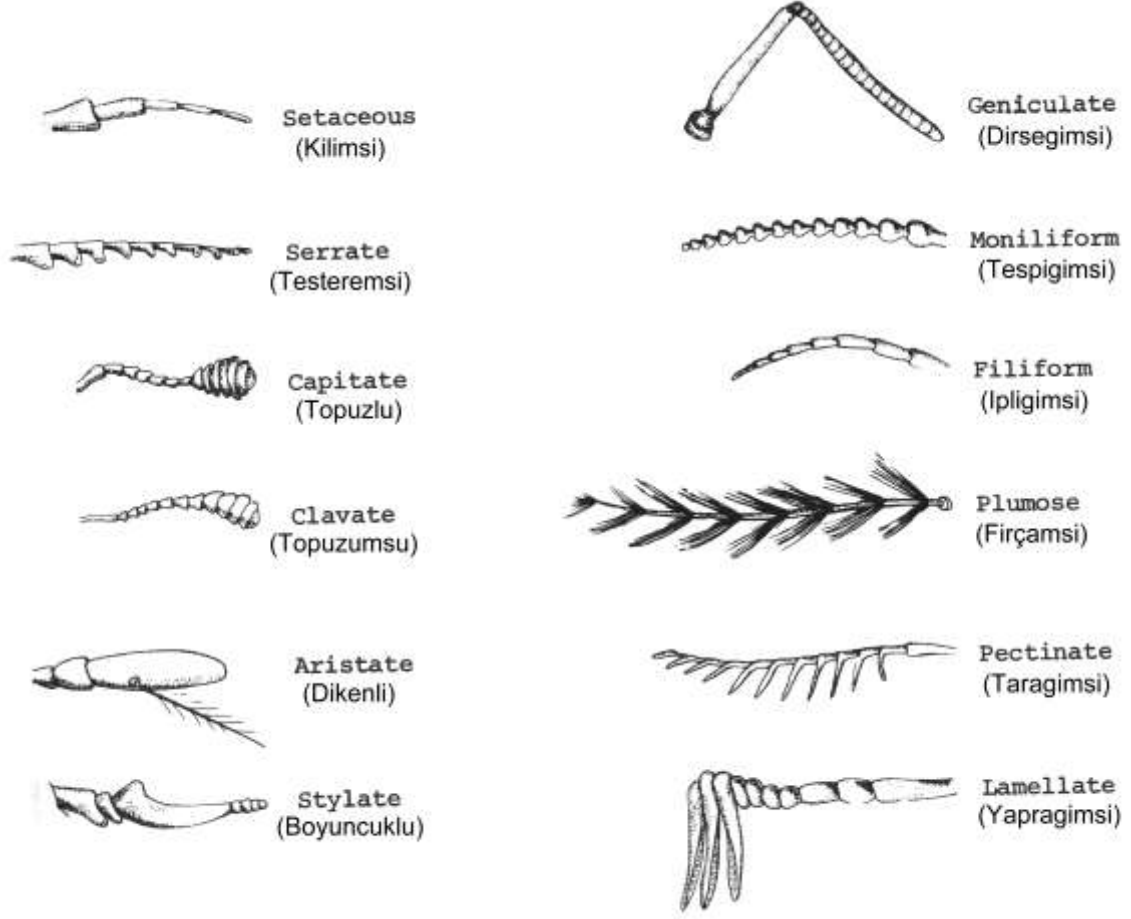
Antenler değişik sayıda segmentten meydana gelmiştir ve bunlara baştan itibaren sıra numarası verilir. İlk ikisi daima diğerlerinden şekil ve büyüklük bakımından farklıdır. Anteni başa bağlayan birinci segmente **scapus = anten kaide segmenti** onun üzerindeki de **pedicellus = anten ara bileziği** denir. Diğer parçaların her birine **flagellum** veya **funiculus** denir. Scapus'tan çıkan kaslar pedicellus'un ve diğer parçaların hareketini sağlar. Pedicellus ve diğer parçalar kassızdır. Kural olarak pedicellus'ta **Johnston Organı** vardır. Flagellum'ların şekline göre birçok anten tipi ayırt edilir (Şekil 3-4).



Kelebeklerde antenler

Böcek antenleri şekil ve büyüklük bakımından son derece değişiktir ve pek çoğu sınıflandırmada kullanılır. Belirli ortak tiplere özel adlar verilmiştir (Şekil 3-4).

İplik Şeklinde (Filiform) Anten. Tüm segmentler yaklaşık aynı kalınlıktadır ve birleşme yerlerinde göze çarpan büzülme yoktur. Carabidae (Coleoptera) türleri.



Şekil 3-4. Anten Çeşitleri

Tespah (Moniliform) Şeklinde Anten: Aralarında belirgin büzülmeler olan küresel segmentlerden yapılmış olup, tamamı boncuk dizisi şeklini andırır. Rhysodidae (Coleoptera) familyası türlerinde görülür.

Kıl Şeklinde (*setaceous*) Anten. Daha kalın bir kaideden çok narin bir uca doğru gittikçe incelendiğinden, tabandan uca doğru segmentlerin büyüklüğündeki belirgin bir azalma ile karakterize edilir. Tettigoniidae (Orthoptera) türleri örneği.

Topuz Şeklinde (*clavate*) Anten: Uca doğru kademeli olarak genişler, uca yakın segmentler ortadaki uzunluktan daha büyüktürler. Pieridae (Lepidoptera).

Topuzlu (*capitate*) Anten: Uca doğru genişleme topuz şeklindeki antendekinden daha ani ve daha fazladır.

Yaprak Şeklinde (Lamellata) Anten: Sondaki genişleme anten ekseninden hemen tamamen bir yöndedir ve geniş, yassılaştırmış levhalar şeklindedir. Scarabaeidae (Coleoptera) familyası türleri.

Testere Şeklinde (Serrate) Anten: Kıl şeklindeki anten segmentleri eksenden bir yöne doğru testere dişleri şeklinde uzamıştır. Elateridae (Coleoptera) türleri.

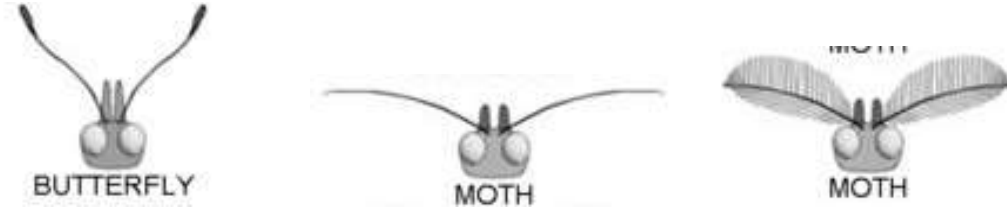
Dirsek Şeklinde (Geniculate) Anten: Scapus çok uzundur ve diğer anten halkalarının ekseni belirgin bir açı yapar. Bu nedenle bir dirsek şekli meydana gelir. Apidae (Hymenoptera) türleri.

Tarak Şeklinde (Pectinate) Anten: Testere şeklindeki antendeki çıkıntılardan tarak dişleri şeklinde uzamış halidir. Anobiidae ve Prochroidea (Coleoptera) türleri.

İki Taraflı Tarak Şeklinde (Bipectinate) Anten: Tarak dişleri gibi çıkıntılar her bir halkanın iki yanında uzamıştır. Lymantriidae (Lepidoptera) familyası erkekleri.

Diken Şeklinde (Aristate) Anten: Az sayıda halkadan yapılmıştır, sonuncudan iri bir kıl çıkmıştır. Bu kıl bazen kirpikli, bazen çıplaktır. Tachinidae (Diptera) türleri.

Tüyülü (Plumose) Anten: Anten halkalarından bol sayıda ince uzun tüyler çıkar. Culicidae (Diptera) türleri.



Kelebek (Butterfly) ve güvelerde (moth) anten şekilleri.

AĞIZ TİPLERİ VE PARÇALARI

Öncelikle besinlerin alınmasında kullanılan ağız, her zaman başın ön veya alt tarafına yerleşmiştir. Ağız üyelerinin baştaki konumlarına göre, genel olarak orthognathous, prognathous ve hypognathous olarak bilinen üç ayrı durum mevcuttur. Örneğin, çekirgelerde baş büyük ve **hypognathous**'tur. Bunun anlamı, başın, geri kalan kısmının altında çiğneyici çeneleri olan düşey konumda bir yüze sahip olmasıdır.

3-3 Çiğneyici Ağız Tipi

Bu tipe **ısırcı** veya **kemirici** ağız adı da verilir. Bu şekilde ağız yapısına sahip böcekler besinlerini ısırp çiğnemek suretiyle alırlar. Bu en yaygın ağız tipi olup, Thysanura, Orthoptera, Dermaptera, Isoptera, Mallophaga, Trichoptera, Coleoptera, Neuroptera takımları ve bazı

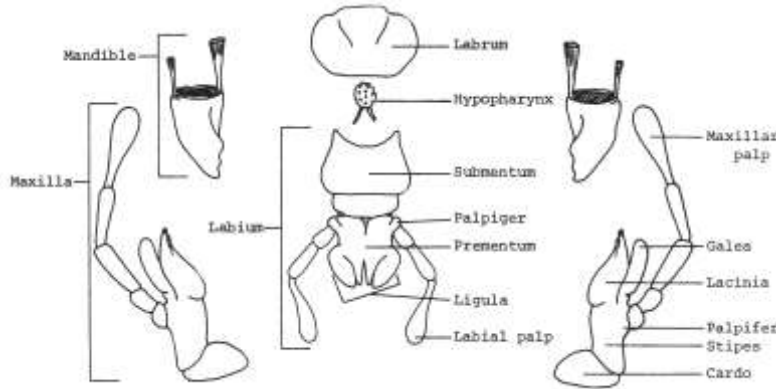
Hymenoptera türleri ile **Lepidoptera larvaları (tırtılları)** dahil pek çok böcek larvasında bulunur. Temel ağız tipidir (Şekil 3-5).

Labrum (Üstdudak): Clypeus'a bağlanmış, duyu kılları ile donatılmış, ağzı üstten kapatan kapak şeklinde tek parçalı geniş ve yassı bir yapıdır. Esas olarak baş kapsülünün bir parçasıdır.

Locustidae, Gryllidae (Orthoptera) türlerinde, labrumun iç alt veya gerideki yüzünü oluşturan **epipharynx**, ayrılmaz bir şekilde ona bitişmiş ve ağzın tavanından yemek borusuna kadar uzanmıştır. Duyumsal bir alan olup, son tat alma organlarını içerdiği kabul edilmektedir.

Mandibula (Üstçene): Labrum'un hemen altında ve yanlara doğru yer almıştır. Her zaman segmentsizdir. Kaidesi aşağı yukarı üç köşelidir. Sadece yanlara hareket edebilir. İç kenarı birçok dişçikle donatılmıştır. Bunlar, besinlerin ısırılmasında ve çiğnenmesinde rol oynar. Yırtıcılıkla geçiren böceklerde bu dişçikler genellikle uzun ve sivri, herbivorlarda ise geniş, küt ve kısadır.

Maxilla (Altçene): Birçok segmentten oluşmuştur; çift yapılıdır. İlk kısmı iki segmentten, **cardo** ve **stipe**sten oluşmuştur. Stipes, 4 veya 5 parçadan oluşmuş **palpus** (çoğulu Palpi) **maxillaris** (çene duyargaları = Dokunaçları)'i taşır. Besinin aranmasına ve incelenmesine hizmet eder. Stipes'in ortasında, uca doğru, iç tarafta **lacinia** (=lobus internus), dış tarafta ise **galea** (=lobus externus) denen, yaprak şeklinde segmentli iki yapı daha vardır. Lacinia'nın uç-iç tarafı, sivri birkaç dişçik ve diken içerir. Çiğnemede, mandibula kısmen destek ödevi görür. Ayrıca besini tutmaya, yani ağız deliğini kapamaya ve kısmen de besini daha küçük parçalara ayırmaya yarar. Galea'nı çiğnemede görevi yoktur. Maxilla ait segmentlerin hemen hepsi, her yönde hareket edebilecek şekildedir.



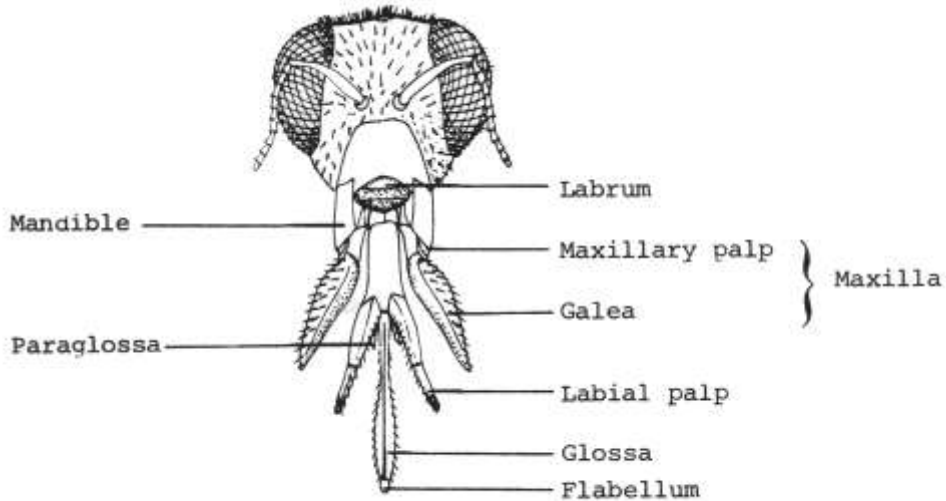
Şekil 3-5. Çekirgede Çiğneyici Ağız Tipinin Parçaları

Ön ağız boşluğu veya ağız zemininde, çoğunlukla labiumum ön iç duvarına bitişik, dil benzeri bir uzantı olan **hypopharynx** bulunur. Özellikle İpekböceği ve hastalık taşıyan bazı böceklerde önemli olan, böcek tükürük bezlerinin açıldığı bir oluk parçasını andırır.

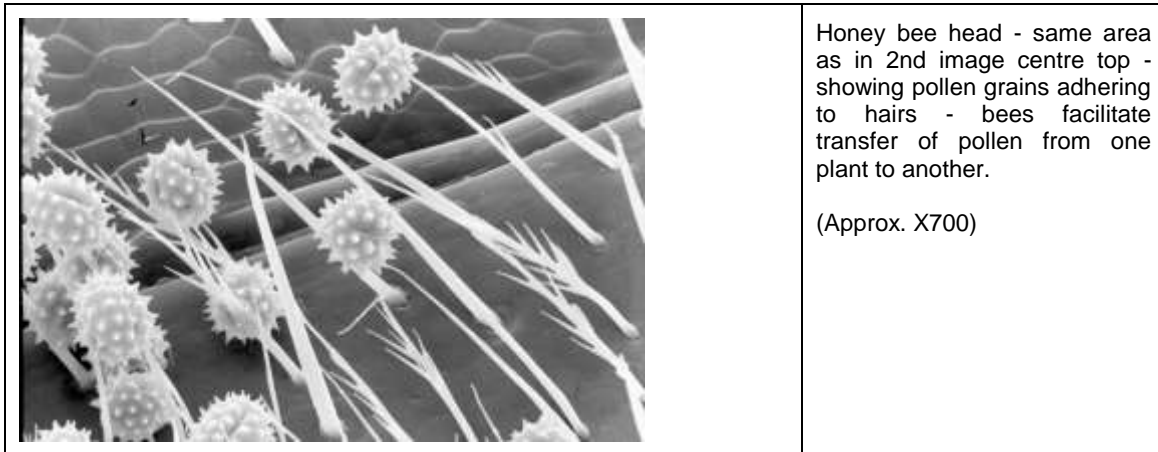
Labium (Altdudak): Başlangıçta çift yapılı olan bu üye, daha sonra kaidesinden ortasına kadar birleşerek, bir parçalı plaka şekline dönüşmüştür. Kaynaşan koksopoditler kaidede **postmentum**'u, uç kısımda ise **prementum**'u meydana getirir. Postmentum, çoğunlukla, **submentum** denen bir kaideye ve **mentum** denen bir parçaya bölünmüştür. Kaide tarafı cervix'in karın tarafına doğru uzanır. Prementum, yanlarda, kural olarak 3 segmentli, körelmiş bir palpiger ile yan yana prementuma eklem yapmış, **palpus labialis** (altdudak duyargaları = dokunaçları)'i taşır. Maxilla'daki lacinia ve galea'nın yerine **glossae** (dil) ve **paraglossae** (yan dil) denen, birer parçadan oluşmuş iki plakçık vardır. Bazen bu iki plakçık birleşerek **ligula**'yı yapar.

3-4 Yalayıcı-emici Ağız Tipi

Çiğneyici ağız tipine en yakın ağız tipidir. Üstdudakla (labrum) üstçene (mandibula) ilk şekillerini korurlar. Bunlar, besinin delinmesinde ya da şekil verilmesinde kullanılır. Buna karşın, emme ödevini görebilmek için altçene (maxilla) ve altdudak (labium) hafifçe dirsek şeklinde bükülebilir. Altçene ve altdudak birleşerek **labiomaxillar sistem**'i oluşturur. Altdudağın (labium) dil (glossum) kısımları birleşerek uzun bir emme oluğu meydana getirirler. Altdudağın dokunaçları (palpus) ile birinci maksilla'nın dış yaprakları bu oluşun etrafını saran bir kılıf oluşturur. Paraglossum körelmiştir. **Bu tip ağza arılarda rastlanır** (Şekil 3-6).



Şekil 3-6. Balanısında Yalayıcı-Emici Ağız Tpinin Parçaları



3-5 Emici Ağız Tipi

Lepidopteraların Erginlerinde görülür. Sadece sıvı besin alabilirler.

Mandibula ile labium (duyargaları hariç) çok küçülmüştür. Buna karşın birinci maksillaların galea'ları birer yarım oluk şeklini alarak uzamış ve her iki yarım oluşun karşılıklı gelmesiyle de uzun bir emme borusu oluşmuştur. Emme borusu kullanılmadığı zaman, ağzın altında helezon şeklinde kıvrılmış olarak kalır. Besleneceği zaman ileriye doğru uzatılır. Bu tip ağza besinlerini emmek suretiyle alan kelebeklerde rastlanır. Bazı kelebeklerde bu hortum kısmen ya da tamamen körelmiştir; sadece ikinci maksillaların palpus kısmı kalmıştır. Bu tip ağza sahip olanlar beslenemezler (Şekil 3-7).



Şekil 3-7. Kelebeğin Emici Ağız Tipi

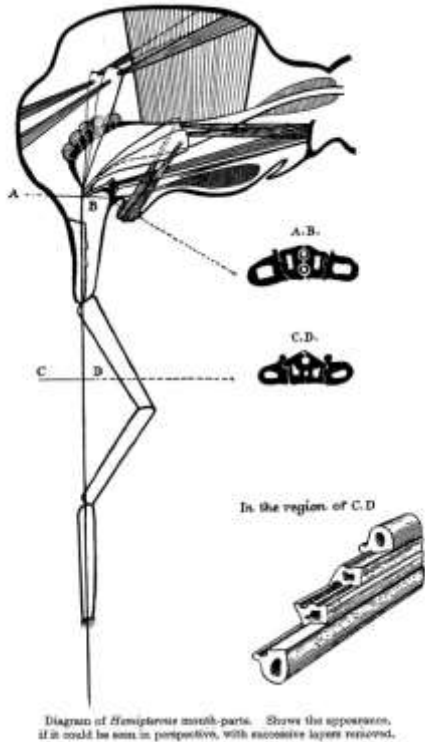
3-6 Delici-Emici Ağız Tipi

Bazı böcekler, bitki ve hayvan dokuları içerisinde bulunan çeşitli sıvıları emerek beslenirler. Bu nedenle ağız parçaları önce bu dokuyu delmeye, sonra sıvıyı emmeye uygun durumdadır. Bu ağız tipine sahip böcek gruplarında, ağız parçalarının yapısında birçok değişiklikler vardır. Fakat çoğunlukla, bunlar üç grup altında incelenir.

Altı iğneli delici-emici ağız. Culicidae (Sivrisinek) ve Tabanidae (Bügelek) türlerinde görülen tiptir Labium oluk şeklini alır (Proboscis) ve bu oluğun üst tarafı, yine bir oluk şeklini almış Labrum tarafından kapatılır. Mandibulalar ve maksillaların iç yaprakları ile hypopharynx delme ödevini yürütmek için değişikliğe uğramışlardır. Delme aygıtı ikisi mandibuladan, ikisi

maxilladan, biri hypopharynxden biri de labrumdan meydana gelmiş altı iğnelidir. Bu delme aygıtı, labiumun meydana getirdiği oluk içerisinde bulunur. Hypopharynx iğnelerinin ortasında delik (tükürük kanalı) olması tükürük salgısının akmasına izin verir. Kanın emildiği kanal ise hypopharynx ile labrum arasındaki boşluktur (emme kanalı). İğnelerin uzunluğu labiumdan hatta vücudun uzunluğundan fazla olabilir. Dinlenme sırasında, her üç tipte de, iğneler böcekler arasında karın altına doğru uzatılır. Tüm bu gruplarda iğneler labium oluşunun içinde aşağıya-yukarıya doğru kaydırılır. Bu aygıttaki emmeyi yapan kısım, son tarafı hypopharynxle kapatılmış olan oluk şeklindeki labrumdur.

Dört iğneli delici-emici ağız. Tahtakurularında ve pirelerde rastlanır. Bu tip delici-emici ağız tipinde, hypopharynx ve labrum iğneleri bulunmaz. Labrum oransal olarak kısadır. Delmede kullanılan maksilla iğnelerinin içe bakan tarafları, iki yarım kanal içerir. Bu iğnelerin yan yana gelmeleriyle, birbirinden ayrı iki kanal meydana gelir. Mandibular iğneler ise kanalsızdır. Bunlar, alttan ve üstten maksillar iğnelere dayanarak onların delme ve emme işlevlerini kolaylaştırır. Üst kanal emmeye, alt kanal da besini akışkan hale getiren tükürük salgısını akıtmaya yarar. İğneler doku içerisine daldırıldığında, labiumun oluşturduğu oluk, dirsek gibi kıvrılmış durumda dışarıda kalır. **Hemiptera takımı (Homoptera ve Heteroptera alt takımları) ait bitki özsuğu emen böceklerde de bu tip ağız görülür.**



İki iğneli (Emici uçlu) ağız tipi. Bazı sineklerde görülür. Mandibula (iğnesi ile birlikte) tamamen kaybolmuş; maxillanın ise sadece palpusu kalmıştır. Labium oluşturduğu olukta yalnız iki iğne bulunur. Bu iğnelerden biri hypopharynxten, diğeri labrumdan yapılmıştır. Tükürük kanalı

yine hypopharynx içindeki delik, emme kanalı ise hypopharynx ile labrum arasındaki boşluktur. Delme işi labium tarafından yapılır. Labiumun oluşturduğu hortumun ucunda bir yastık **labellum** bulunur.

Karasineklerde (*Musca* spp.) ağız tipi esas itibarıyla bu şekilde ise de, son iki iğneciğini de kaybetmiştir, yani tamamen iğnesizdir. Dolayısıyla delme işini yapamaz, yani sokamaz. Labellumları da tükürük salgısını besinin üzerine etkili bir şekilde yayabilmek ve tekrar emebilmek için belirgin şekilde büyümüştür (Şekil 3-8).

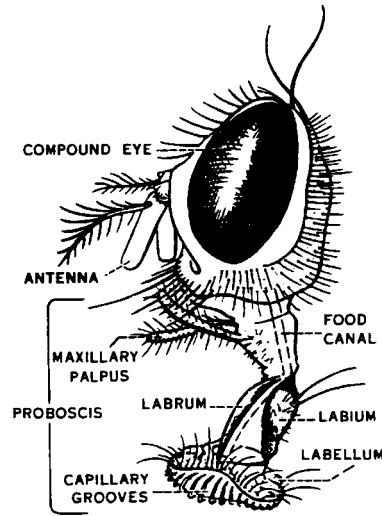


Figure 2-5. The Sponging Mouthparts of a House fly (*Musca domestica*).

Şekil 3-8. Karasinekte Ağız Parçaları

4 GÖĞÜS (THORAX)

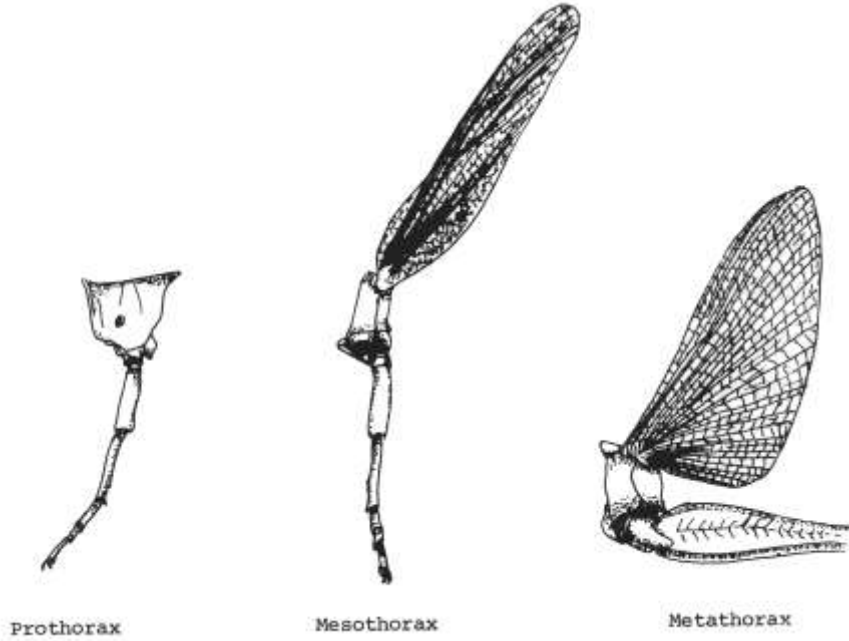
Böcek vücudunun ikinci bölümüdür. Üç segmentten meydana gelmiştir. Önden arkaya doğru birincisine Ön göğüs (Prothorax), ikincisine Orta göğüs (Mesothorax) ve üçüncüsüne Arka göğüs (Metathorax) denir. Göğüs segmentlerinin her birine bir çift bacak bağlanmıştır. Meso- ve metathorax, pterygota (Kanatlı Böcekler)'da kural olarak iki çift kanat taşır. Bu son iki segmente, birlikte **prothorax** denir. Göğsün segmentleşmesi en iyi şekilde Apterygota (Kanatsız Böcekler)'da görülür. Bu böceklerde üç segment çoğunluk birbirinin benzeridir. Kanatlı böceklerde segmentlerin kaynaşmasından dolayı, bazen bu üçlü görünümünden sapmalar ortaya çıkar. Örneğin, Orthoptera, Coleoptera, Hemiptera gibi pek çok böcek takımında prothorax diğerlerine göre gayet iri yapıdadır (Şekil 4-1). Hymenoptera takımında ise aksine bu segment küçük kalmıştır. Yürümek yerine hemen tamamen uçarak hareket eden böceklerde, örneğin kelebek ve sineklerde göğüs halkaları birbiriyle kaynaşmış durumdadır. Segmentler ancak aralarındaki izlerden ayırt edilebilir.

Bir thorax segmenti, üstte **tergum** , iki yanda **pleura** ve altta **sternum** adı verilen kısımlardan meydana gelmiştir.

Tergum, göğsün sırt kısmındaki parçalarını ifade eder. Bunların her birine **notum** denir. Sırasıyla, Pronotum, Mesonotum ve Metanotum adını alır.

Kanatları taşıyan segmentlerin (Pterothorax) tergumları kuvvetli olarak kitinleşmiştir. Terguma üstten bakıldığında, ortada büyük bir alanı kaplayan ve yanlarda kanatların dibine doğru uzanan kısma **alinotum**, iki tergum arasında, bir çeşit ara tergum gibi görünen bileziklere **postnotum** denir.

Alinotumun üzerinde çoğunlukla **V** şeklinde ve **V-Sturu** denen bir sturu hemen hemen böceklerin çoğunda görmek mümkündür. Bu stur alinotumu iki önemli bölgeye ayırır. Öndeki bölgeye **scutum**, arkadaki bölgeye **scutellum** denir. Scutellum, kanatların arka kenarına doğru inerek **kanat ligamenti**'ni oluşturur. **Mesothorax scutellumuna kalkancık** denir. Kanat örtüsü bulunan böceklerde, kapanmış kanat örtülerinin kökleri arasında, kolaylıkla görülebilir. Scutumun ön kısmı (Prescutum) kanadın önünde yanlara kıvrılarak episternum üzerine doğru **prealar** denen bir çıkıntı meydana getirir.



Şekil 4-1. Çekirgede Göğüs Segmentleri

Göğsün sırt tarafındaki bu plakalar böceklerin yaşayışına uygun olarak değişik şekiller almıştır. Bazen öndeki pronotum büyüyerek diğer tergumları (çekirgelerde) hatta tüm vücudu (Tetrigidae ve bazı Homoptera'larda) örtebilir. Bazılarında korunmak için silahlanma, bazılarında öne doğru uzayarak başı örtme (hamamböceklerinde) durumu görülür. **Coleoptera türlerinde yeknesak bir kalkan halinde olup boyun kalkanı** adını alır.

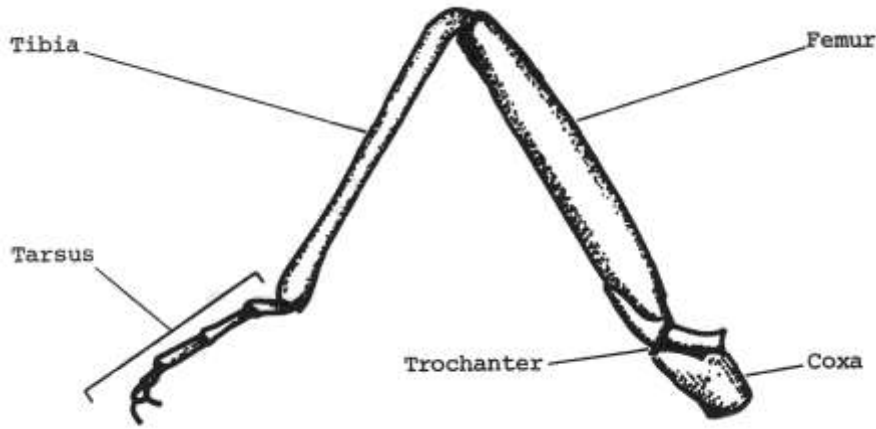
Göğüsün yan tarafları, yapıları farklı olan sert plakalarla örtülmüştür. Bu plakalara **pleurum** (çoğulu pleura), plakaların zar ya da sturlarla diğer plakalardan ayrıldığı kısmına da **pleurit** adı verilir. Kanadın vücuda bağlandığı yerde kanadın aşağı yukarı hareket etmesini sağlayan **fulcurum** denen bir boğaz vardır.

Göğsün karın tarafına **sternum** denir. Yanlarda pleura ile ilişkide olan plakalardan yapılmıştır. Plakalar buldukları segmentlere göre, **pro-, meso- ve metasternum** adını alır. Bacaklar, pleura ile sternum arasından çıkarlar.

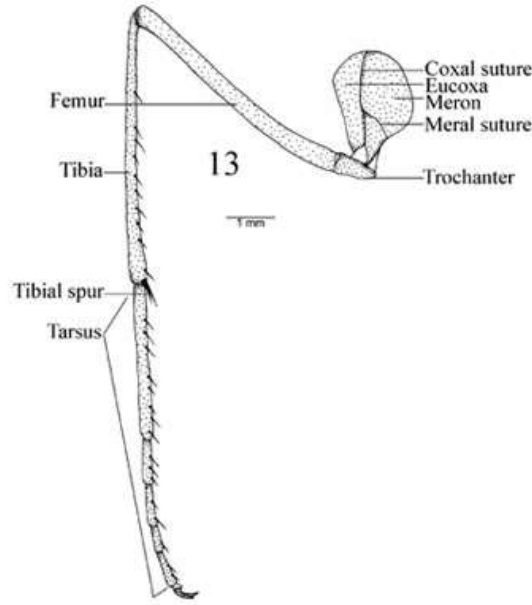
BACAKLAR VE ÇEŞİTLERİ

4-1 Bacakların Yapısı

Ergin böceklerin hemen hepsi, her göğüs segmentinde birer çift olmak üzere toplam üç çift bacağı sahiptir. Bacaklar, içleri boş, silindirik segmentlerden meydana gelmiştir. Tüm böcek bacakları bağımsız hareket edebilen ve her zaman aynı düzende olan tam beş parçadan oluşur. Thoraxdan başlama sırasına göre bu parçalara Coxa, Trochanter, Femur, Tibia ve Tarsus adı verilir (Şekil 4-2).



Şekil 4-2. Genelleştirilmiş Bacak Yapısı



***Heraclides anchisiades capys* (Hübner) (Lepidoptera: Papilionidae) arka göğüs bacağı**

Coxa (Kalça). Bacağın thorax segmentlerine bağlandığı kısımdır. Sadece bir segmentten oluşur. Küresimsi, silindirimsi veya konik şekilde, çoğunlukla kısa ve kalın yapıdadır. İkiye ayrılmıştır; önde olana **coxa vera**, arkada olana **meron** denir. Coxadan önce, çoğunlukla iyi görülmeyen bir subcoxa vardır.

Trochantar (Femur Bileziği). Gayet kısadır. Bazı böceklerde, en belirgin olarak parazit arılar ve Odonata'da birinci ve ikinci trochantar olarak ikiye ayrılmıştır. Bazen bir sonraki parça ile kaynaşmıştır.

Femur (Baldır). Bacağın en iri ve kuvvetli kısmıdır. Özellikle sıçrayıcı tipteki bacaklarda, örneğin Orthoptera takımında çok iyi gelişmiştir.

Tibia (Uyluk). İnce ve uzun yapılı olan bu kısım, çoğunlukla diken veya mahmuz çıkıntıları ile donatılmıştır. Birçok böcekte, tibianın femur içerisinde yatacağı bir yiv vardır.

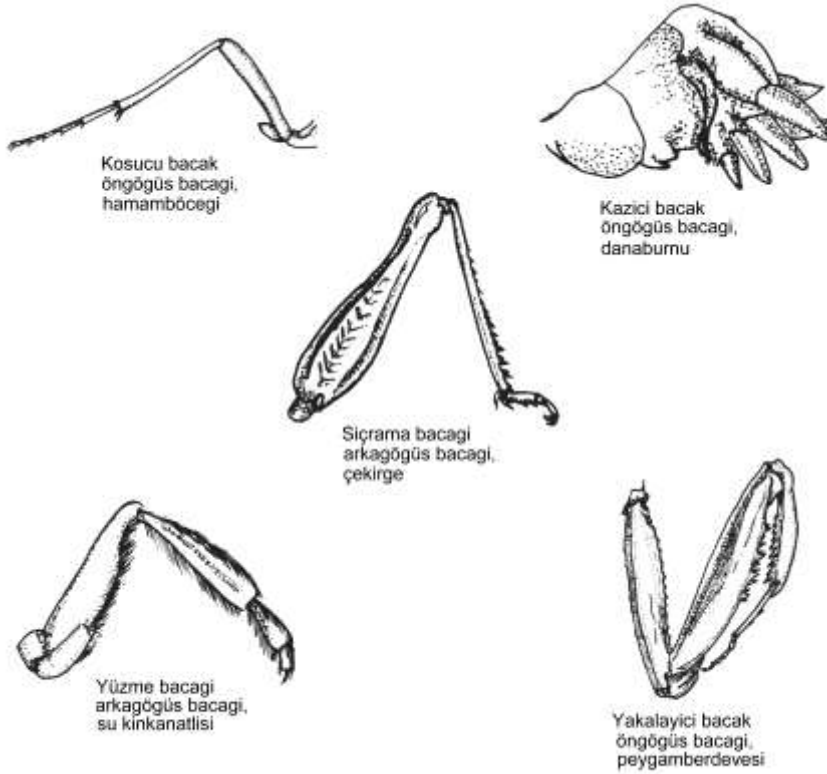
Tarsus (Ayak). Bacağın sonunda bulunan bu kısım 1 ile 5 arasında değişen ve **tarsi** denilen parçalardan oluşur. Tırnaklar kuvvetli olarak kitinleşmiştir. Tırnaklar arasında, çoğunlukla derimsi yapıda, bazen sırt tarafı kitinleşmiş **arolium** denen bir kabarcık vardır. Tüm bu yumuşak yastık veya taban şeklindeki yapılar, böceklerin hareketinde çok önemli olan tutunma ve yapışmayı sağlarlar. Örneğin, karasineklerde bu yumuşak tabanlar üzerinde, her biri yapışkan bir madde sızdırarak sineğin son derece pürüzsüz yüzeyler üzerinde aşağı yukarı yürümesini sağlayan pek çok mikroskopik oyuk tüyleri vardır.

Bir böceğin üç çift bacağının tarsi sayıları aynı **homomer** olabildiği gibi bunun aksi **heteromer** durum da görülür. Homomer olanlar tarsusu meydana getiren segmentlerin sayısına göre: beşli (Pentamer) Mantidae, Carabidae, Danaidae, Chalcididae ve diğer pek çok familyada; dörtlü (Tetramer) Tettigoniidae, Curculionidae familyalarında; üçlü (Trimer) Acrididae, Spheroidea familyaları ile Hemiptera, Homoptera, Dermaptera gibi bazı takımlarda; ikili (Dimer) Aphididae familyası ve Mallophaga takımında; birli (Monomer) Coccidae üst familyasında; yapılar gösterir.

4-2 Bacak Çeşitleri

Bacaklar hemen her zaman tüm ergin böceklerde ve genellikle diğer evrelerde mevcuttur. Bununla birlikte bazı böcek larvaları tamamen bacaksızdır. Bazı böcek larvalarında, en belirgin olarak kelebek tırtıllarında, göğse birleşik üç çift bacağa ek olarak, yine bacak olarak kullanılan, 2-8 çift arasında değişen, ete benzer kaynaşmamış karın çıkıntıları (proleg) vardır.

Hareketli böceklerin incelenmesinde en çok dikkati çeken, böceklerin çok değişik amaçlar için bacaklarını kullanabilmeleridir. Böceklerde bacaklar, insanların ellerini kullanmaları gibi pek çok ödevi, hatta bazen ağız parçalarının gördüğü kazma, taşıma, dövüşme gibi işleri yerine getirirler. Yürüme ve sıçramaya ek olarak, böcekler bacaklarını çoğunlukla kazma, yakalama, hissetme, yüzme, yük taşıma, yuva yapma ve vücut parçalarını temizlemede kullanırlar. Ödevlerine göre çeşitli bacak şekilleri Bacakların yapısı yukarıda açıklanan şekle uymakla birlikte, gördükleri ödevlere göre bacak şekillerinde değişiklikler görülür. En çok farklılaşma 1. ve 3. bacak çiftlerinde görülür (Şekil 4-3.).



Şekil 4-3. Farklı İşlevler İçin Değişiklikler Gösteren Böcek Bacakları

Yürüyücü bacak. En temel bacak tipidir. Birçok böcek grubunda görülür. Bu tipe en iyi örnek hamamböcekleri (Blattoptera)'dir. Yürüyücü bacağına sahip Ichneumonidae (Hymenoptera) türlerinde trochanter iki segmentlidir.

Sıçrayıcı bacak. Çok kuvvetli kaslarla donatılmış bir femur ve oldukça kuvvetli ve uzun bir tibia bulunur. Sıçrama için tibia femur altına çekilir ve yere doğru bir seğirtme hareketi yapılır. Çeşitli çekirgelerin yer aldığı Acrididae ve Tettigoniidae (Orthoptera) familyalarında, Gryllidae (Orthoptera), Halticinae (Chrysomelidae, Coleoptera) alt familyasında ve diğer bazı böceklerde Örneğin, Siphonaptera takımında, Psyllidae (Homoptera), Chalcididae (Hymenoptera) familyalarında sıçrayıcı bacak vardır.

Kazıcı bacak. Tüm bacak kısımları kalın ve kuvvetli bir yapıdadır. Genişlemiş olan tibia bir kürek ödevi görür. Alt tarafında bulunan dört büyük diş, kazma işini kolaylaştırır. Tarsusun ilk iki segmenti de kuvvetlice genişlemiştir. En belirgin olarak, Danaburnu, *Gryllotalpa gryllotalpa* (L.) (Orthoptera, Gryllotalpidae) ve bazı Scarabaeidae (Coleoptera) türlerinde görülür.

Toplayıcı bacak. İşçi balansı ve diğer bazı arılarda arka bacak çifti besinlerin toplanması ve taşınmasına uygun şekildedir. Tarsusun kaide segmentindeki (Metatarsus) düzgün tüy sıraları polenlerin toplanmasında kullanılır. Tibianın büyük kenar tüyleri polenleri kovana taşımak için polen sepetini meydana getirmiştir.

Balansı, *Apis mellifera* (L.) (Hymenoptera, Apidae)'nın işçileri çiçekler üzerinde dolaşarak, vücudunun çeşitli yerlerine yapışan polenleri metatarsus segmentinde fırça adı verilen düzgün sıralar halindeki kıllarla toplar. Bundan sonra, örneğin sağ bacak fırçasında toplanan polenler, sol bacağın tibiasının tarsusa bakan yüzündeki kalın, tarak adı verilen kısım ile taranarak toplanır. İlk tarsus segmentinin tibiaya bakan yüzündeki kılların oluşturduğu mahmuz tarafından itilerek tibianın dış yüzündeki sepet adı verilen çöküntüye geçirilir. Sepetin etrafındaki kıllar, topak haline gelen polenleri tutar. Arı ikinci bacak çifti ile de bu kısma ara sıra dokunarak, polenlerin iyice yerleşmesini sağlar (Şekil 4-4).



Şekil 4-4. Balansında Arka Göğüs Bacakı

Temizleyici bacak. Birçok böcekte, özellikle arılarda, antenleri toz ve polenlerden temizleyebilmek için, ön bacakların tibiasında özel temizleyici bir yapı vardır. Nymphalidae (Lepidoptera) familyasından bazı türlerin ön bacaklarının birinci parça dışındaki ayak parçaları çok küçülmüş ve hatta erkeklerde tamamen yok olmuştur. Bu bacakların ince yapılı femur , tibia ve tarsus kısımları sık ve uzun kıllarla kaplıdır. Bu bacaklar sadece kelebeğin baş kısmının temizlenmesinde kullanılır.

Yüzme bacağı. Suda yaşayan böcekler, bacaklarını yüzme organı olarak kullandıkları için değişik yapı kazanmış Suda yaşayan böceklerin bacaklarında su içinde veya yüzeyinde kolay yüzmeyi sağlayacak çeşitli değişiklikler görülür. Coleoptera takımından Dytiscidae ve Hydrophilidae familyalarına ait böceklerde tibia ve özellikle tarsus segmentlerinin iç yüzeylerinde geriye doğru uzanmış iri kıllar bulunur. Bacaklar geriye itildiğinde, suya karşı gelen bu kıllar böceğin ilerlemesini sağlar. Bacaklar ileri çekilirken, bu kıllar segmentler üzerine yattığı için, bu hareket kolayca sağlanır. Heteroptera takımından suda yaşayan Belostomidae, Corixidae ve özellikle Notonectidae (sırtüstü yüzenler)'lerde arka bacağın tibia ve segmentsiz tarsusu kürek gibi ödev görür. Corixidae familyasında son iki çift bacak yüzücüdür.

Yakalayıcı bacak. Peygamberdevelerinde (Mantodea) çok uzun bir ön göğse bağlı olan ön bacaklar avlarını yakalamak için kullanılır. Bu tip bacakta, çok fazla uzamış olan coxa, öne doğru yöneltildiğinde, ön bacağın, başın çok ötesine uzanmasını sağlar. Femur ile tibianın birbirine karşı gelen yüzeyleri testere dişçikleri ve dikenimsi çıkıntılara sahip olduklarından av bu iki bacak parçası arasında sıkıştırılarak yakalanır; çok defa da kısmen parçalanmış olur.

4-3 Kanatlar

Böceklerin bir özelliği, varlıklarını sürdürme çabalarında çok büyük bir üstünlük olarak görülen kanatlara sahip olmalarıdır. Kanatlar böceklere (a) her yerde beslenebilecek uygun besin bulma, (b) düşmanlarından ve diğer tehlikelerden çabucak kaçma, (c) yaygın olarak dağılma ve çiftleşebileceği uygun eşi bulma ve yumurta koyma ve (d) pek çok hayvansal düşmanlarının kolay erişemeyeceği yumurta koyma yerlerini seçme imkanı verir.

Böceklerden başka kanatları olan bir omurgasız hayvan grubu yoktur. Kanatlar omurgalıların iki grubunda, kuşlar (Aves) ve memelilerde (Mammalia) de gelişmiştir. Ancak, böcek kanatları, kuşlardaki ve yarasalardaki kanat gibi ön üyenin değişmesiyle ortaya çıkmamıştır. Onlarla ancak analogtur. Kas taşımaz.

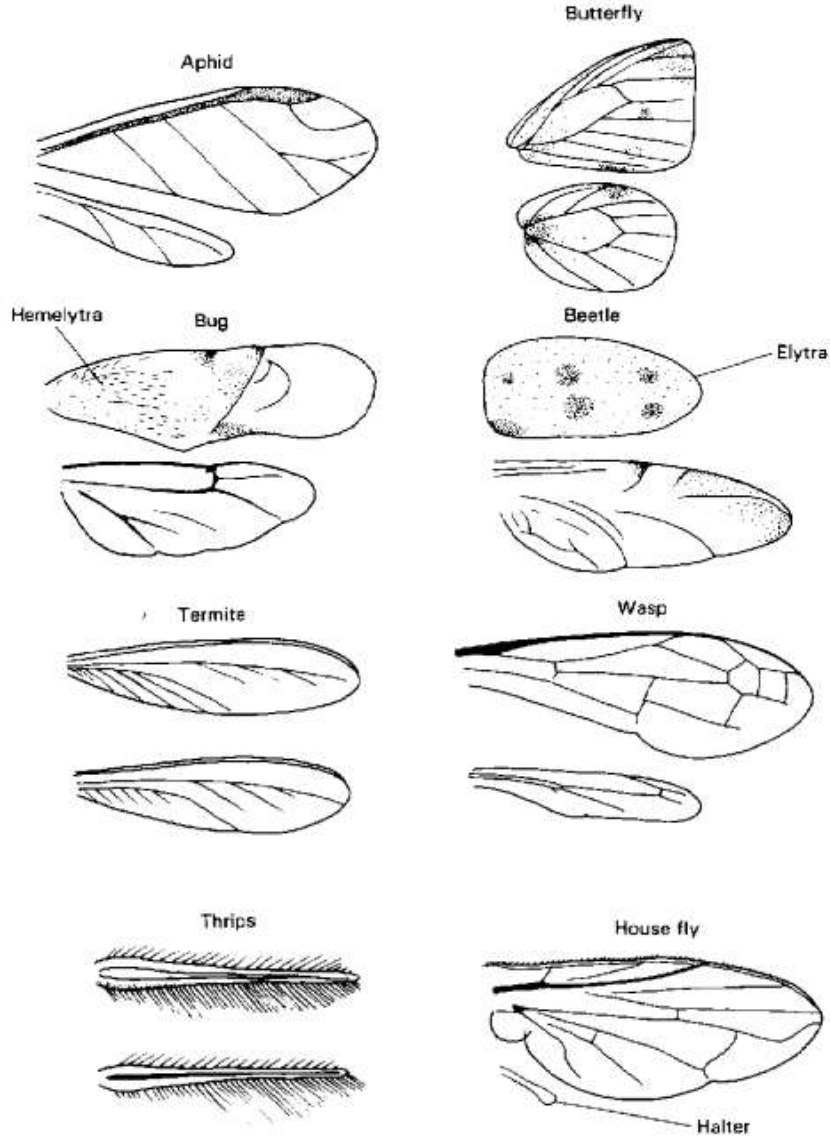
Ergin böcekler düzenli olarak altı bacağına sahip olurken, kanatların sayısı farklı türler arasında değişiktir. Böcekler tam gelişinceye veya erginleşinceye kadar, görev yapabilecek kanatlara sahip olmazlar ve pek çok böcekte erginlerin de kanatları yoktur. Kanatlar Apteygota alt sınıfında primer olarak yoktur. Ancak Pterygota'da ve yalnız pterothorax'da bulunurlar. Pireler, bitler , bazı karınca ve bitki bitleri gibi bazı böcekler bitki üzerinde aynı yerde, toprak içinde ya da diğer hayvanların vücudunda daha az aktif halde yaşayan, kanatlardan yoksun formlardır. Bazı Coleoptera türlerinin kanatları körelmiş ve kullanılmaz olduğundan uçuş yetenekleri yoktur. Termitler (Isoptera) ve karıncalar gibi tek bir çiftleşme uçuşundan sonra ve topraktaki hayatlarına başlamadan önce kanatlarını koparıp veya yırtıp atarlar. Hiç bir böceğin dört tek ya da iki çiftten

daha fazla kanadı yoktur. Bazı böceklerin sadece bir çift kanadı vardır. Pek çok böcek hayat boyu kanatsızdır. Bazılarında yalnız erkekte ya da dişide kanatlar mevcuttur. Bazılarında küçülerek pul şeklini almıştır (Şekil 4-5).

4-4 Kanatların Gelişimi

Kanatlar, hemimetabol (yarı başkalaşım) böceklerde, gelişimin ilk evrelerinde oluşmaya başlar ve her deri değişiminde biraz daha büyür. Holometabol (tam başkalaşım) böceklerde, kanat taslağı ilk olarak metamorfoz sırasında oluşur.

Kanatlar, genç bir çekirge veya tahtakurusu, kokondan yeni çıkmış bir kelebek veya teneral bir sinekte incelendiğinde kolayca anlaşılabilir gibi, her biri vücut örtüsünden kıvrımlanan, içi boş birer kese olarak meydana gelir. Böcek pupa veya son nimf dönemine ait deriden çıktıktan hemen sonra, kanatlar genişletilir, çeperleri bir arada yassılaştır ve birleşir, böylece kesenin üst ve alt çeperleri kaynaşır ve tek bir zardan ayırt edilemez olur. İki Çeper, biraz ayrı kaldıkları ve arasında kanat zarının gerildiği bir tür içi boş lümenler (borucuk şeklinde boşluk) ağı yapmak için kalınlaştıkları belirli çizgiler dışında bu yolla sıkıca kaynaşırlar. Bu içi boş doğrusal lümenler, trake ve sinirlerin uzandığı yerlerde oluşur ve kan dolaşımı ile hiç bir ilgisi olmayan, kanat ağını yapan **kanat damarları** olarak bilinir. Bu damarlar arasında kalan çeşitli şekillerdeki alanlara **hücreler**, alan tamamen damarlarla çevriliyse **kapalı hücreler**, alan bir ara damar olmaksızın kanat sonuna uzanıyorsa **açık hücreler** denir. Kanat damarlarının kesin sayısı, dallanması ve düzeni, yaygın olarak çeşitli böcek alt takım, familya, cins ve türlerinin sınıflandırılmasında kullanılır (Şekil 4-6)



Şekil 4-5. Çeşitli Böcek Takımlarında Kanat Şekilleri

4-5 Kanat Yapısı

Kanat damarları, **boyuna damarlar** ve **enine damarlar** olarak ikiye ayrılır. Kalın boyuna damarlar kanada destek oluşturmalarının ötesinde, hemolenfin bu yolla pompalanmasını da sağlarlar. Her boyuna damar, trake ve sinir içerir. Boyuna damarların tümü trake taşır. Enine damarlar kanadın sağlamlaşmasını sağlar. Hiç bir zaman trake taşımazlar. Boyuna damarlar çıktıkları köklerin birbirinden ayrı olmasına göre üç bölgeye ayrılır. Kanatlı böceklerde, kanadın katlanması çoğunlukla bu bölgeler arasındaki hat boyunca olur.

En büyük bölge olan öndeki bölge en kuvvetli damarları taşır ve **costal alan** olarak adlandırılır. Bu alanın ismi, kanadın en öndeki (C) **costa** denen boyuna birinci damardan gelir. Bu

damar genellikle kalınlaşmış bir yapı gösteren kanadın ön kenarını oluşturur; dallanmaz. Costa'nın altında uçta basit olarak ikiye dallanmış (Sc) **subcosta** bulunur. Daha altta birçok dallara ayrılmış (R) **radius** bulunur. Radius kural olarak enine bir damarla (M) **media** ile birleşmiştir. Media da birçok dala ayrılmıştır ve keza bunların da aralarında enine damarlar vardır. Media **caudal** denen enine bir damar ile daha aşağıdaki boyuna damar (Cu) **cubitus** ile birleşmiştir. Costal alan, Cubitus'tan türediği kabul edilen; fakat ayrı bir damar gibi yapı kazanan (Pcu) **postcubitus** ile kapanır.

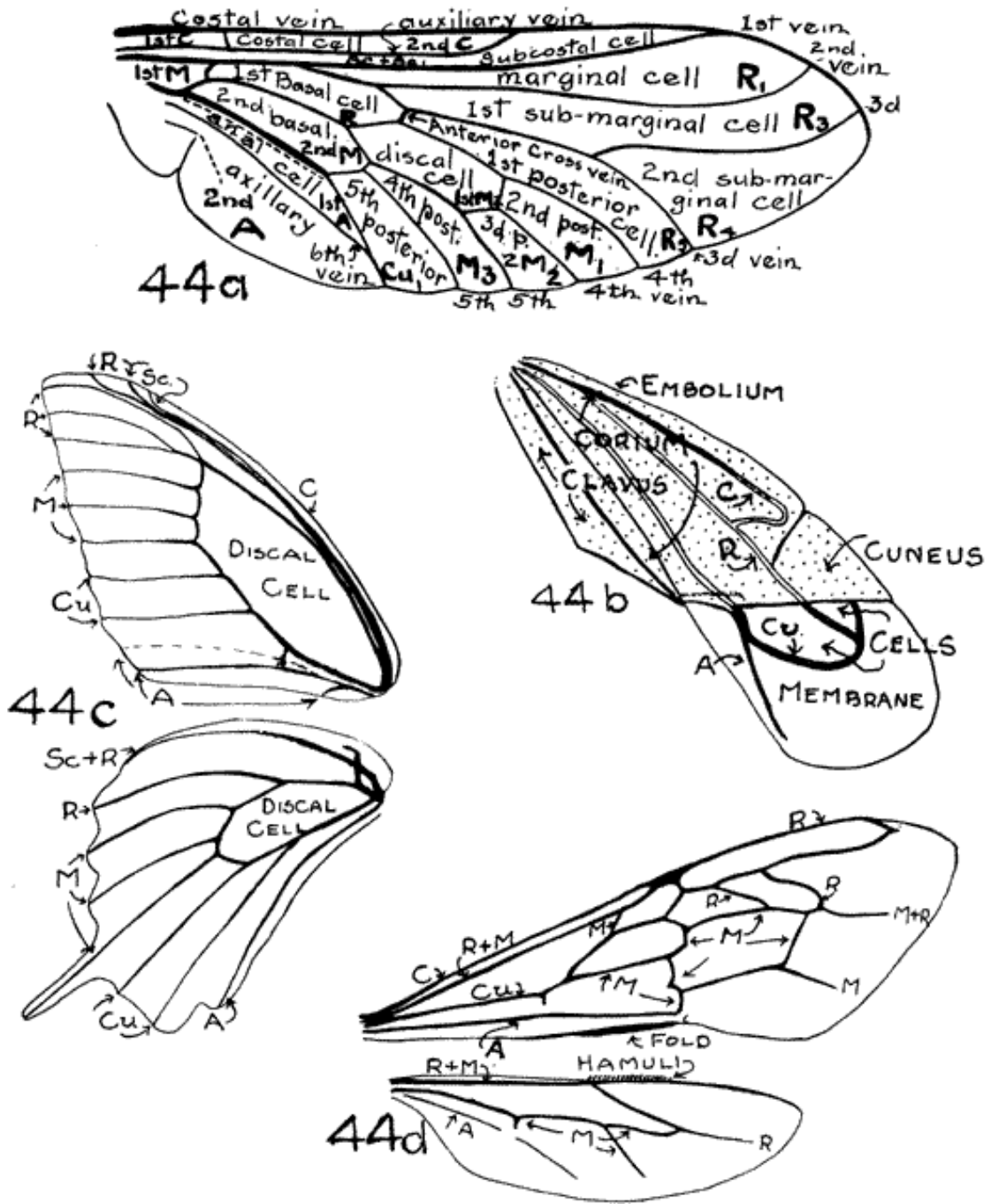
Costal alanın arka tarafında **anal alan** ya da vannus denen bölge gelir. Öndeki bölge ile, **cubital oluk** denen, çoğunluk katlanabilen, boyuna bir hat ile ayrılmıştır. Bu hatta **plica vannalis** de denir. Düzkanatlılarda (Orthoptera) **vena dividens** denen ek bir boyuna damar daha vardır. Anal saha içerisinde, kaidesinde çoğunluk eklemli dallanmış, (A) **anales** denen damarlar vardır.

Anal sahanın arka kısmında ise bazı gruplarda iyi görülebilen **jugal alan** ya da **jugum** denen bir alan daha vardır. Bu, anal saha ile genellikle **plica jugalis** ya da **jugal oluk** denen ikincil bir boyuna katlanma bağlantısı halinde birleşmiştir. Bu bağlantı çok defa kaybolmuş da olabilir. Bu alan, bazen dallanmış bazen ağ şeklinde dallanmış **jugales** damarı ile sağlamlaştırılmıştır.

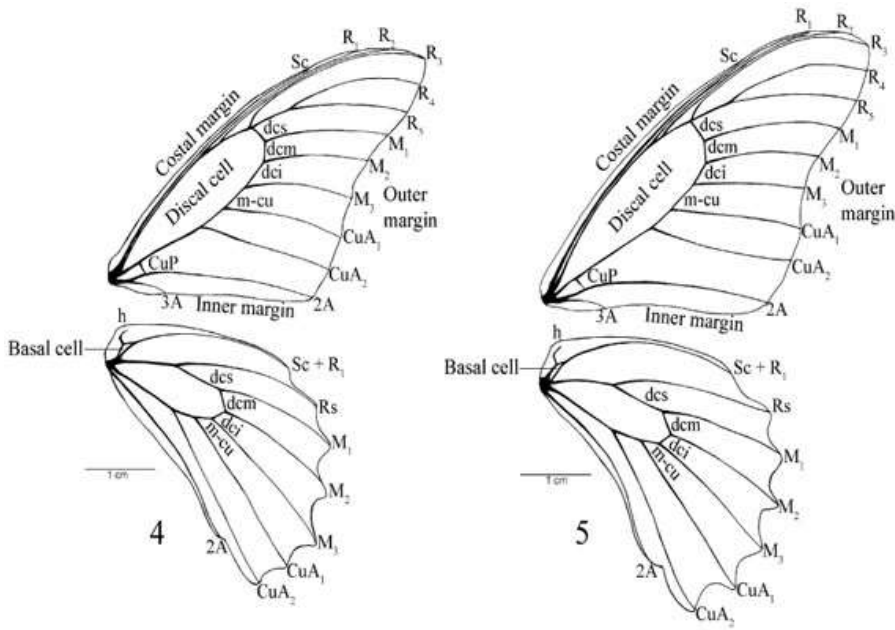
Enine damarlar birleştikleri boyuna damarlara göre adlandırılırlar. Yalnız costa ile subcosta'yı birleştiren damara **humeral** denir. Diğerleri kurala uyar. Örneğin, costa ile ya da subcosta ile radius arasındaki **costal**, radius'un kolları arasındaki **radial**, radius-3 ile radius4 arasındaki damara **sectorial**, radiusun sekonder kolu ile media'nın ilk kolu arasındaki **radio-medial**, cubitusun kolları arasındaki **cubital**, cubitus ile anal damar arasındaki **cubito-anal**, anal damarlar arasında **anal** enine damarları olarak adlandırılır.

Boyuna damarların bazıları birçok böcek grubunda tamamen kaybolduğundan damar sayısında azalmalar görülür. Bazı gruplarda ise özellikle enine damarlarda büyük bir artış gözlenir.

Boyuna damarların tümü, kanadın dibinde, doğrudan doğruya ya da bağdoku aracılığı ile küçük plakçıklara bağlanmıştır. Plakçıklar arasındaki bağdoku bağlantısına **plica basalis** denir. İkinci kanat eklemi olarak bilinen bu bağlantılar aracılığıyla kanadın ayası hareketsiz alinotum ile birleştirilir. Bu bağlantılar **axillaria** (tekil axillarium) olarak bilinir. Costanın kaide aksillariyum **humeral plakçık**'tır. Üst kanat ile bu plakçık arasında birçok duyu kılıcı ile bezenmiş, yastık şeklinde zarımsı örtü kılları vardır. Bu duyu yapıya **tegula** denir. Subcosta ile ön alan çıkıntısı arasında **pterale-1** bulunur ve radiusun kökünde bulunan **pterale-2** ile eklemlidir. Kanadın altında ve üstünde bulunur. Aralarındaki bağdoku bağlantısına **plica basalis** denir.



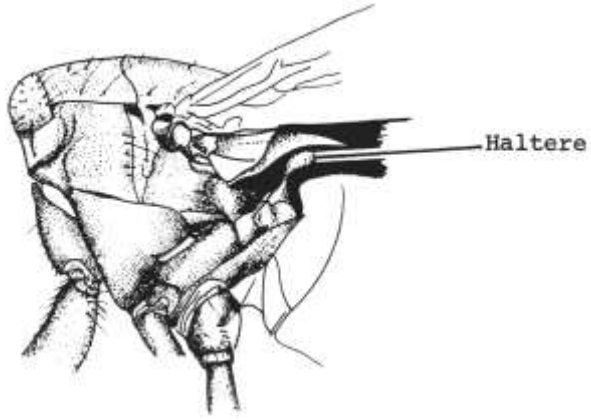
Şekil 4-6. Kelbek (44 c), Sinek (44 b) ve Arıda (44 d) Kanat Yapıları



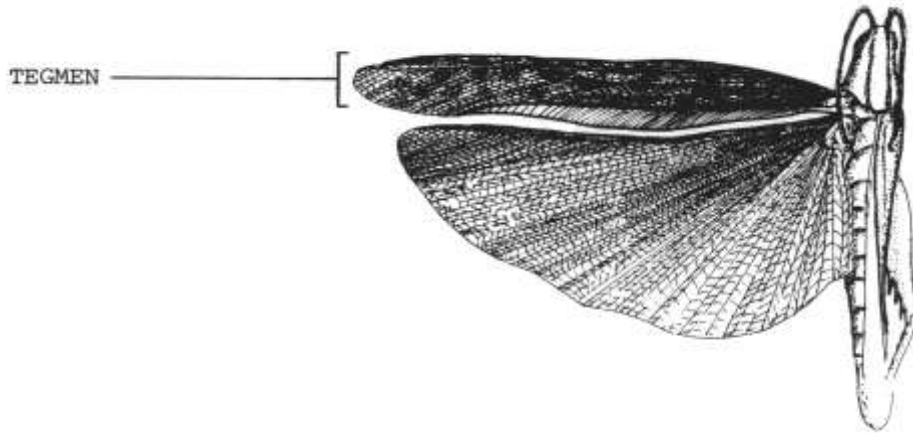
Heraclides anchisiades capys (Hübner) (Lepidoptera: Papilionidae) erkek(4) ve dişinin (5) ön ve arka kantları.

4-6 Kanat Şekilleri

Kanatlı böceklerde kanat şekli büyük değişiklikler gösterir. Bazen bitlerde olduğu gibi her iki kanat çifti tamamen ortadan kalkar. Sineklerdeki (**Diptera**) arka kanatlar **denge organına (halter)** dönüşerek uçmada işlevini yitirir (Şekil 4-7). Bazen kanadın tümü incelerek uzar ve kenarları uzun tüylerle bezenerek (bazı Thysanoptera, Coleoptera, Hymenoptera ve Lepidoptera türlerinde) etkili bir yüzey meydana getirir. Bazı kelebeklerde kanat birçok iplikçiğe bölünmüştür. Birçok böcek, uçuş için yalnız metathorax'daki kanatlarını kullanır. Ön kanatları kalınlaşarak koruma ödevini yüklenir. Hamamböcekleri ve çekirgelerde bu kalınlaşma ve sertleşme tam olmadığı için, damarlanma kısmen bellidir. Fakat kanat derimsi şekilde kitinleşmiştir. Bu şekilde derimsi olarak kitinleşen kanat çeşidine **tegmina** (tekil, tegmen) denir (Şekil 4-8). Örtük kanatlılarda (Coleoptera) ön kanadın damarları tamamen kaynaşarak kaybolmuş ve kuvvetlice kitinleşerek vücudun son kısmını koruyan bombeli kalın bir kın meydana getirmiştir. Dinlenme durumunda pterothorax ve abdomen'i örten bu kanat çeşidine **elytra** (tekil, **elytron**) denir (Şekil 4-9). Hemiptera'da ön kanadın sadece kaide kısmı (Corium ve Clavus) kuvvetlice kitinleşerek koruyucu bir bölge oluşturmuştur. Bu tür kanada da **hemielytra** (tekil, hemielytron) denir. Kulağakaçanlarda (*Forficula* spp.), alt kanat, boyuna birkaç defa katlanır. Birçok böcek grubunda, özellikle çekirgelerde, enine katlanma, yani bir yelpaze görünümü vardır. Böceklerin bazılarında, örneğin, birgünsineklerinde (Ephemeroptera) ve su bakirelerinde (Odonata), kanatlar katlanmaz.



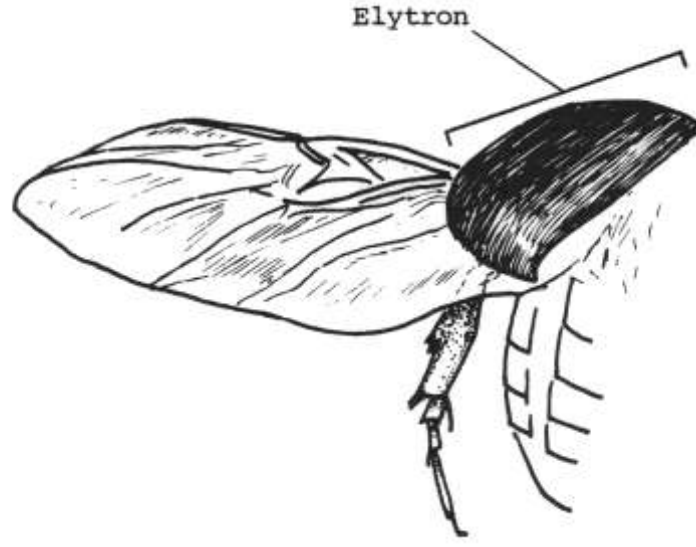
Şekil 4-7. Haltere



Şekil 4-8. Tegmen



Hemilytra



Şekil 4-9. Elytron



Kelebek kanadında pullar.

4-7 Uçma

Pterothorax kaslarının büyük bir kısmı uçma işlevini yüklenmiştir. Uçma, göğüs kaslarının doğrudan doğruya ya da dolaylı etkisiyle gerçekleştirilir. Kanatlar kural olarak yukarıdan aşağıya doğru çırpılır.

Dolaylı etkiye sahip kanat kasları doğrudan doğruya kantlara bağlı değildir. Kasların kasılması birçok mekanik düzenekle bir titreşim meydana getirir ve bu titreşim kaslara iletilir. Kanatlar, çırpılmadan daha çok bir titreşim hareketiyle yönlendirilir.

Kanatların aşağıya doğru çırpılmasında arka kanadın arka kenarı zayıf damarlı olduğu için yukarıya doğru, yukarı doğru çırıldığında ise aşağıya doğru bükülür. Birinci durumda havaya dayanma yüzeyi büyürken, ikinci durumda dayanma yüzeyi küçülür ve dolayısıyla böcek, toplam değer bakımından yukarıya doğru iten bir güç kazanır. Böceklerin birçoğunda yatay ve dikey uçma yetenekleri birleşmiş olup, her yöne uçma özelliği vardır. Bu yetenek kanatları kulaç atar gibi döndürmek için gelişen kaslar aracılığıyla olur.

Bazı böceklerde her kanat çifti kendi başına bağımsız olarak çırpılır; fakat senkronize edilmiştir, yani iki kanat çifti de aynı anda çırpılır. Yalnız su bakirelerinde kanat çiftlerinin çırpılması alternatiftir, yani biri diğerinden sonra çırpılır. Bu şekilde kanat çırpan su bakirelerinin uçuş hızı çok yüksektir. Bir ön kanadını bir arka kanadını çırpan su bakirelerinde vücudun takla atmasını önleyebilmek için özellikle abdomende uzama görülür.

Diğer gelişmiş kanatlı böceklerde, aerodinamik bakımından daha uygun bir yapı kazanılması için, yapısal ya da işlevsel olarak dört kanadın sanki iki kanatmış gibi hareket etmesi sağlanmıştır. Çünkü dört kanatlılık, aerodinamik kuralları açısından, iki kanatlılıktan daha kullanışsızdır

İşlevsel olarak iki kanatlı gibi davranma özelliği, ön ve arka kanatların birbirine bağlanmasıyla olur. Birçok durumda, ön kanat, uçma işlevini yürütmek için gelişerek büyümüştür; arka kanat ise küçülür, hatta iyi uçucularda ön kanadın bir parçasıymış gibi hareket etmeye başlar.

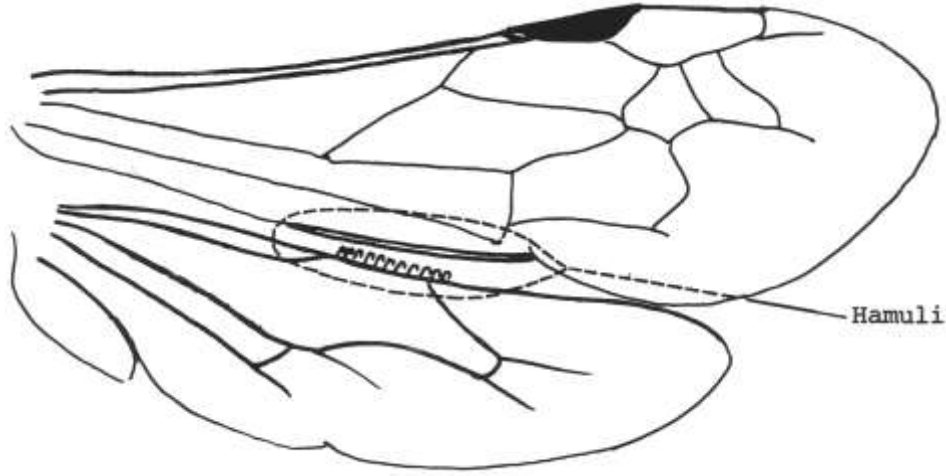
Ön ve arka kanadın birbirine bağlanması için çeşitli yapılar gelişmiştir. Bazı kelebeklerde (Micropterygoidea) ve (Hepialoidea) ön kanadın kaidesinin arka kısmı **jugum** denen parmak şeklinde bir çıkıntı taşır. Bağlantı şekline göre bu kelebekler **jugatae** olarak sınıflandırılır. **Frenatae** grubu içine giren diğer kelebeklerde ise arka kanadın costası, kuvvetli ve uzun kıllarla donatılmış, **frenulum** denen bir çıkıntı taşır. Frenulum, ön kanadın arka kenarının alt kısmında, **retinaculum** dene bir bölgeye tutunur. Bal arlarında ise arka kanadın costasında bulunan retinaculum, bir sıra, kuvvetli, kanca şeklindeki kıldan oluşmuştur. Bu kancalar ön kanadın kıvrılmış arka kenarına takılır (Şekil 4-10).

Düzkanatlıların (Orthoptera) ve birgünsineklerinin (Ephemeroptera) pek azında, sineklerin (Diptera) ve erkek yelpazekanatlıların (Strepsiptera) hepsinde bir kanat çiftinin tamamen kaybolmasıyla iki kanatlılık işlevi doğrudan sağlanmıştır. Sineklerde arka ve yelpazekanatlılarda ön kanat çifti bir tokmak şeklini alarak **halter** denen, duyu, daha doğrusu denge organı işlevini üzerine alan bir yapı şekline dönüşmüştür.

Morfolojik iki kanatlılık görülen sineklerin bazılarında, daha ileri bir aşama olarak, metathorax'ın tamamen körelmesiyle yapısal iki kanatlılık meydana gelmiştir. Örneğin, Cyclorrhapha sineklerin metathorax'ları körelmiştir, ancak ikinci fragmayı pek az geçen bir tergum'a sahiptir.

Hızlı uçan böceklerde, her iki kanadın işlev birliğinin ötesinde, frekans (saniyede çırpma) sayısında da büyük ölçüde artmalar görülür. İyi uçucu olmayan gündüz kelebeklerinin bazılarında bu frekans sayısı 10, birgünsineklerinde (Ephemeroptera) ve taşsineklerinde (Plecoptera) 15-20 olmasına karşın, iyi uçucu böcekler olarak kabul edilen karasinekte (*Musca domestica* L.) 190, balansı (*Apis mellifera* L.) 200, çok iyi uçarlarda ise bu sayı 1000'e kadar ulaşır. Frekans sayısına bağlı olarak uçuş hızlarında da değişimler görülür. Karasineklerde hız 8 km, polen yüklü arılarda 9, polensizlerde 13 km, subakirelerinde 30, sığirsineklerinde (*Tabanus* spp.) 50, bazı Sphingidae türlerinde 54 km/saattir.

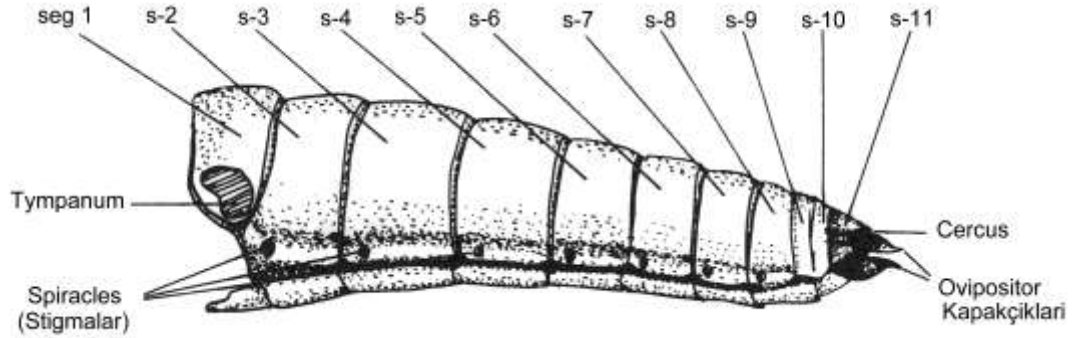
Bazı böcekler, çoğunlukla zarif yapıları olanlar hava akımında planör uçuşu yapabilirler (bazı göçücü çekirgeler ve subakireleri). Hatta kıtalararasındaki böcek göçleri belki bu yolla gerçekleşmektedir. Çoğunlukla yerden itibaren 100-200 metreye kadar yükseklikte uçmalarına karşın, bazı böcek türlerinin 1500-2000 metreye kadar çıktıkları saptanmıştır.



Şekil 4-10. Balansının Arka Göğüs Kanatında Hamuli

5 KARIN (ABDOMEN)

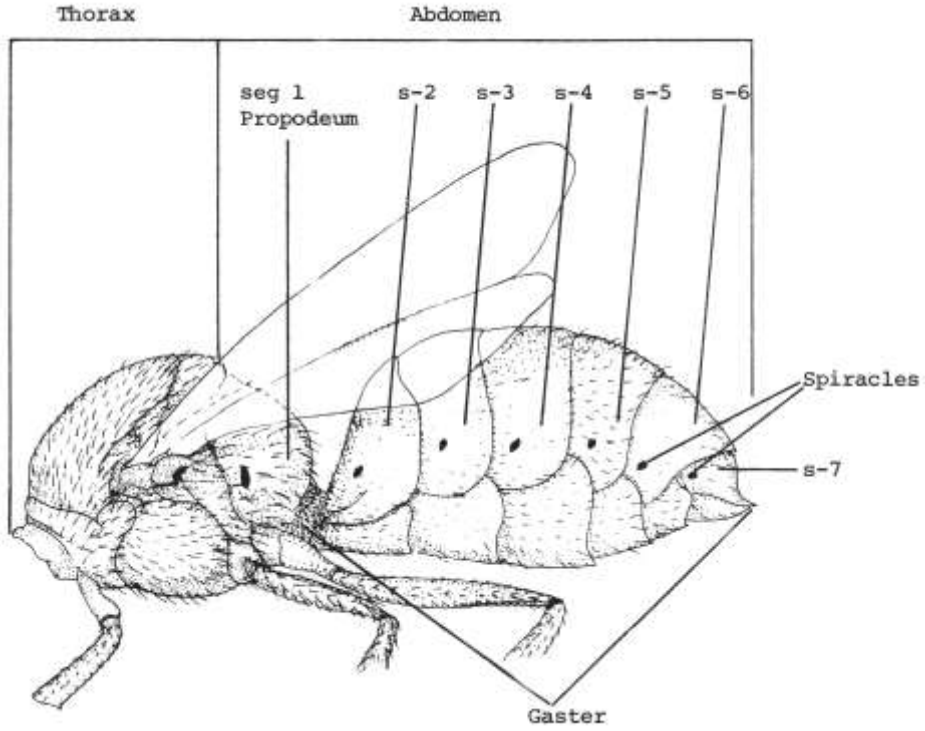
Karın, temelde 11 segment ve segment olarak kabul edilmeyen bir **telson**dan oluşmuştur (Şekil 5-1). Sineklerde (Diptera) 1. ve 2. segmentler, diğer böceklerin birçoğunda 10. ve 11. segmentler ayrı ayrı ya da her ikisi 9. segment ile kaynaşmış olabilir. Arılarda ve karıncalarda (Hymenoptera) abdomenin öndeki birkaç segmenti iyice inceleyerek göğüse bağlanır (Şekil 5-2).



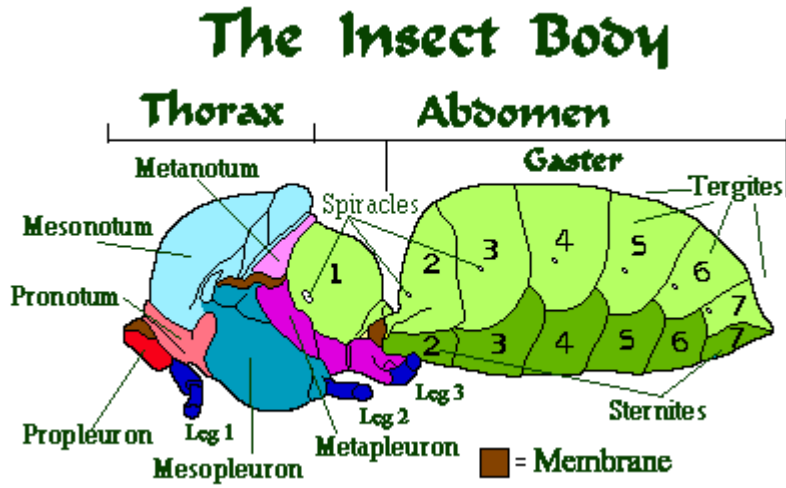
Şekil 5-1. Dışi Çekirgede Karın

Onbirinci segment, çoğunlukla, embriyolojik evreler hariç, tamamen körelmiştir. Yalnız böceklerden bir takım (Collembola), embriyolojik olarak da sadece 9 segment ve bir telsona sahiptir. Onbir segment Protura'da tam olarak görülebilir. Böceklerin çoğunda 8. segmentten sonraki segmentlerde (terminal segmentler) çeşitli amaçlar için değişimler görülebilir. Kural olarak dışi böceklerin eşeysel açıklığı 8. segmentte ya da onun arkasındadır; erkeklerinki 9. segmentten dışarıya açılır. Bu nedenle bu iki segmente **genital segment**, bundan önceki segmentlere **pregenital segmentler**, sonraki segmentlere de **postgenital segmentler** ya da **terminalia** denir.

Pregenital segmentler çok basit olarak kitinleşir. Sırt tarafındaki plakalara **tergum**, karın tarafındaki plakalara **sternum** denir. Birçok türün larvalarında, bu plakacıklar, daha çok hareket sağlayabilmek için, birçok parçaya ayrılmıştır. Abdomen segmentlerinde göğüste görülen gerçek üyeler ve kanatlar yoktur. Pleura plakacıkları da kaybolmuştur. Tergumu sternuma bağlayan zar üzerinde, yalnız 8. segmente kadar olan stigmalar (hava delikleri) civarında kitinleşme görülür. Temelde, pregenital segmentler göğüs segmentlerine göre basit yapılıdır. Postgenital segmentlerden 10. segment en basit olanıdır. Çok defa sternumu küçülmüştür. Bazen yanlarda **pygopodium** denen bir çift üye kalıntısı taşır. Onbirinci segment basit yapılı böceklerde küçük de olsa görülür. Plakaları telsonu anal kapak olarak çevirir. Bir parçalı tergumu **epiprokt** olarak adlandırılır. Sternumdan türemiş bir çift plakacığa da **paraprokt** denir.

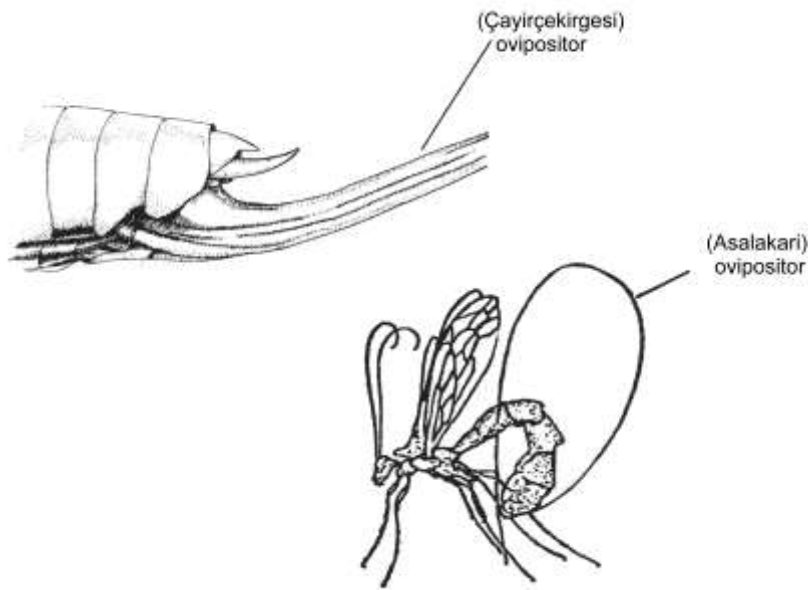


Şekil 5-2. Balarısında Karın



Böceklerin çoğunda 8. ve 9. segmentlerin donanımı, çiftleşmeyi sağlayacak şekildedir. Dişide, bu segmentlerin uzantıları, yumurta koymaya yarayan, bir boru şeklinde bir **ovipositor** (yumurtakoyma borusu) oluşturur (Şekil 5-3). Saltatoria (uzun antenli çekirgeler), Odonata (subakireleri), Thysanoptera (saçakkanatlılar), Hemiptera (yarımkanatlılar), Hymenoptera (zarkanatlılar)'da tipik olarak **orthopteroid** yumurtakoyma borusu bulunur. Bazı zarkanatlılarda

(Hymenoptera) ovipositor işlev dağıtılarak, zehiriğnesi şekline dönüşmüştür. Acridoidae (kısa antenli çekirgeler) olduğu gibi, bazı durumlarda Orthopteroid yumurtakoyma borusunda körelmeler görülür. Diğer birçok böcekte ise, Orthopteroid yumurta koyma borusundan yapı ve şekil bakımından çok değişik yumurta koyma borusu tipleri vardır. Bazı Planipennia ve Raphidiidae (Neoptera)'de eşeyssel segmentlerin karın tarafındaki uzantıları boru şeklindedir. Plecoptera, Mallophaga, birçok Coleoptera,, Planipennia, Mecoptera, Trichoptera, Diptera, Lepidoptera basit ve incelmış karın sonu segmentlerine sahiptir. Öndeki segmentlerin içine çekilmiş durumda bulunan bu segmentler, yumurta bırakılacağı zaman bir tüp şeklinde dışarıya doğru çıkarılır (Şekil 5-4).



Şekil 5-3. Böcek Yumurta Koyma Boruları

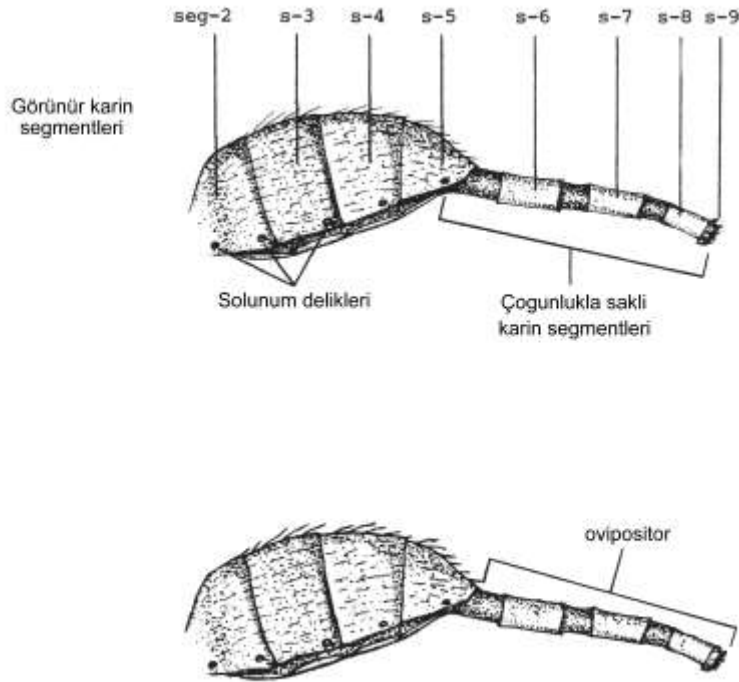


Acronicta leporine (Lepidoptera), dişi, metathorax ve abdomen'in lateral görünüşü.

Onbirinci segmentin ön kenarından, epiprokt ile paraprokt'un arasındaki bağlantı zarından iki taraflı **cercus** çıkar. Bu abdomen üyesi harekette kullanılmaz ve duyarga (anten) ödevini görür. Cercus (çoğul Cerci) kısa ve basit yapılı olabildiği gibi (Mantoptera, Blattoptera, Gryllida), uzun ve bilezikli (segmentli) (Thysanura, Ephemeroptera) olabilir. Acrididae (kısa antenli çekirgeler)'de bir uç segmentçikle temsil edilir. Dermeptera (kulağakaçanlar) ve Japygidae (Diplura)'de **cercus** tam bir kışkaç şeklindedir. Odonata (subakireleri) larvalarında trake borucukları ile donatılmış yaprak şeklindedir. Ephemeroptera (birgünsinekleri) larvalarında terminal filament ile birlikte ipliksi bir yüzme organı meydana getirir. (Thysanura, ve çoğu Plecoptera)

CollembolOrthopteroidea'da ilk abdominal segmentteki üye kalıntıları, sternum ortasında duran bir **ventral tüpe** dönüşmüştür. Bu tüpün ucundan hemolenfin baskısıyla iki uç baloncuğu çıkar. Bu tüp temizlenmeye, solunuma, su almaya, yapışmaya yarar. Üçüncü karın segmentinde, sıçrama çatalının kancası olarak ödev gören **retinaculum** bulunur. Sıçrama çatalı **furcula** ise 4. karın segmentinin üye çiftinden kaynaklanır.

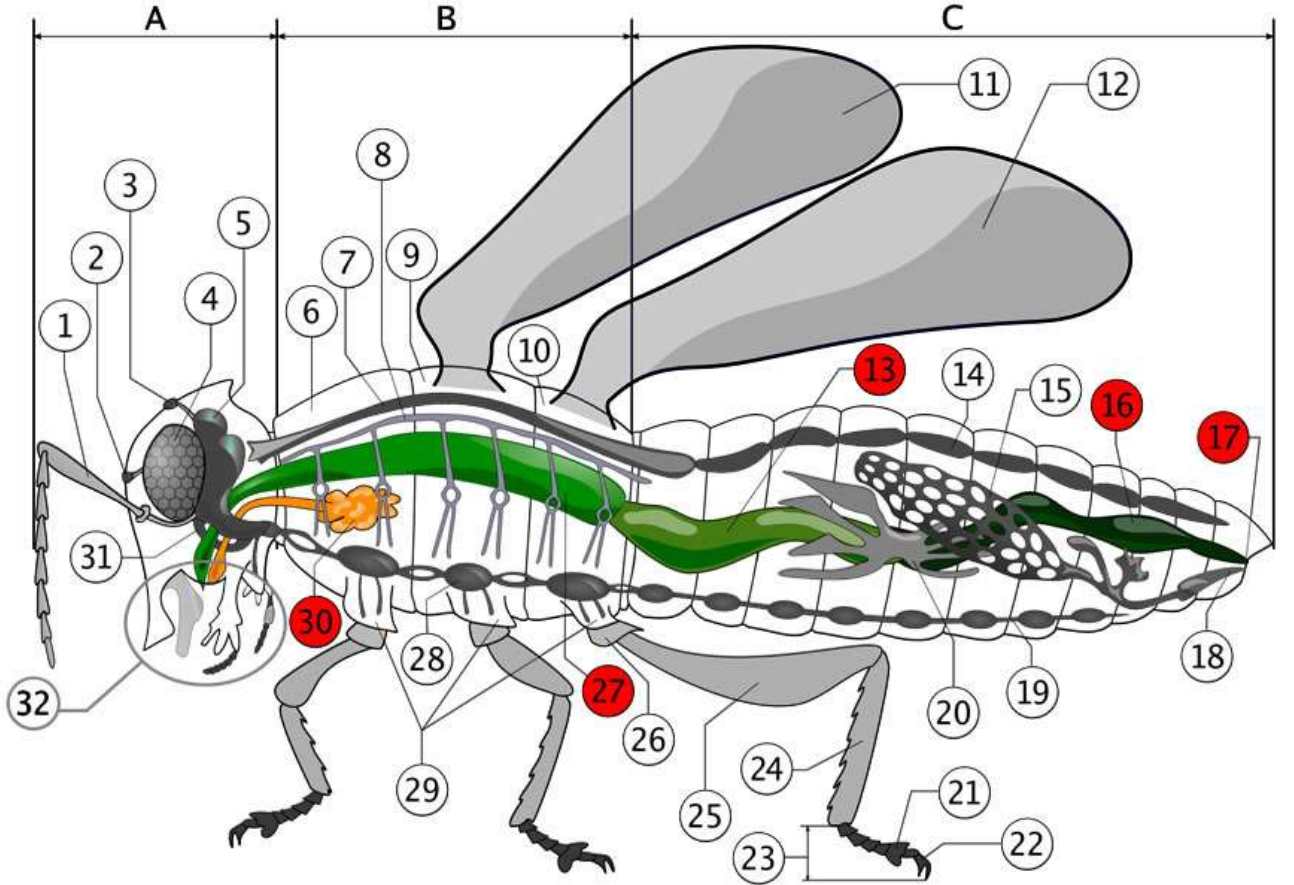
Kanatsız böceklerden Diplura ve Thysanura'da orta ve arka bacakların coxa'sı ile eklemli, özel kaslarla hareket ettirilen çıkıntılara **stylus** (çoğul styli) denir. Aynı şekilde, 2-9. abdominal segmentler de birer çift stylus taşırlar. Bu styluslar kanatlı böceklerin bazı gruplarında son sternumun ucunda görülebilir.



Şekil 5-4. Karasinekte Karın Segmentleri ve Ovipositor

BÖLÜM II

İÇORGANLARIN YAPI VE İŞLEYİŞİ (ANATOMİ VE FİZYOLOJİ)



6 SİNDİRİM SİSTEMİ

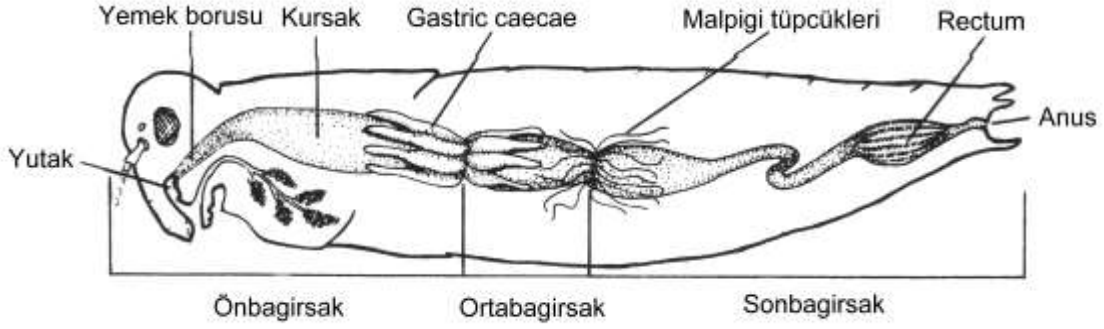
Vücutta boydan boya uzanan sindirim kanalı, değişik bölgeler ve yapılarla farklılaşmaya uğramıştır. Bu kanal en içte tek tabakalı bir epitel, onun dışında halkalı, onun dışında boyuna kaslar ile, en dışta, sölomon splanşinik yapraklardan meydana gelmiş çok ince bir tabaka olan **membrana propria** (tunica)'dan oluşmuştur. Membrana propria da dışta peritonal bir kılıf ile örtülmüştür.

Bağırsak, embriyolojik kökeni farklı olan üç bölgeden yapılmıştır. Bunlar sırasıyla, ön, orta ve sonbağırsaktır (Şekil 6-1)

6-1 Önbağırsak

Ektodermel stomodeumdan meydana gelmiştir. Epiteli ektoderm epiteli gibi kutikula içerir. Önbağırsak başta bulunan ağız açıklığı ile başlar ve şu kısımları içerebilir.

Farinks (Yutak). Güçlü halka kaslarla ve genellikle sırt kısmında boyuna uzanan kaslarla donatılmıştır. Lümeni **dilator** denilen ışınal kaslarla genişleyebilir.



Şekil 6-1. Böcekte Sindirim Borusu

Bu kaslar aracılığıyla yutma hareketi meydana gelir. Halka kasların peristaltik hareketi ile, besin, daha sonraki bölümlere aktarılır.

Oesophagus (yemek borusu). Halka kasların zayıf gelişmesi ve boyuna kasların kaybolmasıyla özellik kazanmıştır.

Ingluvies (kursak). Çok zayıf halka ve boyuna kaslarla donatılmıştır. Bu kaslar birbirleriyle kaynaşma yaparlar ve gevşek bir ağ meydana getirirler. Çok fazla genişleme yeteneğine sahip kursak, çoğunlukla besin macunu ya da hava ile doludur.

Proventriculus (çiğneyici Mide). Halka ve boyuna kaslar çok iyi gelişmiştir. İç taraftaki kutikula içeriğinin diken, diş ve çeşitli şekillerde birçok çıkıntısı, kasların etkisiyle birbirine sürtülür ve bu arada besin parçaları öğütülür. Besinin ortabağırsağa geçişi çiğneyici midenin son kısmındaki kasların düzenlemesi ile olur. Besinin gerisin geriye gelmesini de önbağırsağın son kısmındaki kapakçıklar önler.

Valvula Cardica (mide giriş kapağı). Ortabağırsağa açılan bir epitel kıvrımıdır. Besinin geriye dönmesini engeller.

6-2 Ortabağırsak (Ventriculus)

Endodermden meydana geldiğinden, kitinle astarlanmamıştır. Çok defa mesentron olarak da adlandırılır. Önbağırsağın ortabağırsağa açıldığı yerde çelenk şeklinde ya da çift olarak dizilmiş birçok tüpçük vardır. Bunlara **coeaca** ya da caeca (körbağırsak) denir. Bu körbağırsak uzantıları yapı bakımından ortabağırsağa benzer ve bağırsak yüzeyini büyötmeye yarar. Bazı böceklerde körbağırsak yüzey ve hacim bakımından ortabağırsaktan daha büyük olabilir. Mide (Ventriculus) belirsizdir.

Ortabağırsağın kasları, genellikle, düzenli bir ağ şeklinde halkalı ve boyuna kaslardan meydana gelmiştir. Membrana propria'nın iç tarafında prizmatik epitel tabakası bulunur. Epitel hücrelerinin ödevi belirli maddeler için salgı çıkarmak, özellikle bazı enzimleri salgılamak ve sindirimi tamamlanmış besinleri emmektir. Bu epitel hücrelerinden bağırsak lümeni içerisine çubuk şeklinde **mikrovillus** (çoğul mikrovilli) denen hareketsiz birçok uzantı çıkar. Mikrovillusların oluşturduğu bu fırça gibi tabakaya **rhabdiorium** denir.

Mikrovilluslar arasından salgılanmak ya da mikrovillusların yıkılmasıyla, salgı, salgı hücrelerinden bağırsak lümenine aktarılır. Salgı, **apokrin**, **merokrin** ya da **holokrin** tarzda salgılanabilir. Apokrinde salgı damlacıkları hücrenin tepesinden salgılanır, merokrinde bu salgılanmaya hücrenin bir kısmı da bizzat katılır, holokrinde ise bu salgılanmaya hücrenin tümü katılarak hücre ortadan kalkar ve yerine yenisi oluşur.

Emilme aktif taşımının yanısıra her zaman permasyon (kolloid yapısındaki maddelerin difüzyonu) ve difüzyonla olur; hiçbir zaman katı besinleri almak için fagositoz görülmez. Bağırsak epitelinin ilginç olan üçüncü bir ödevi de, alınan besinlerin yüksek moleküller halinde bağlanarak hemolenf için gerekli moleküllerin oluşturulmasıdır.

Epitel hücreleri sinir bağlantılarından ve donatılardan yoksundur. İşlevleri hormonlar ve besin varlığıyla düzenlenir. Buna karşın kas katmanları sinir donatımına sahiptir; peristaltik hareketler sinir uyarılarıyla düzenlenir.

Eskiyen ve dökülen ortabağırsak hücrelerinin yerine yenileri gelir. Genç hücreler, ya tek tek ya da birkaç tanesi bir arada olmak üzere, epitelin kaidesindeki rejenerasyon diski ya da yuvası içerisinde bulunur.

Böceklerin ortabağırsak epiteli, kaba besin parçalarının yaralayıcı etkilerinden korunmak için **mukoz** hücrelerine sahip değildir. Özellikle katı besinlerle beslenen böceklerde, genellikle ortabağırsak epiteli tarafından koruyucu bir yapı **peritrophic membran** (besinzarı) salgılanır. Bu zar, kitin fibrillerinden yapılmıştır ve esas maddesi proteindir. Sindirilen besinler ve sindirim enzimleri bu zardan geçerler. Her besin alımında, bu zar yeniden oluşur. Dolayısıyla bağırsak epiteli zararlı etkilerden korunmuş olur. Bitki özsuyu ve kan emen böceklerde bu zar oluşmaz.

6-3 Sonbağırsak

Önbağırsak gibi ektodermal kökenli olduğundan kitinle astarlanmıştır. Ektodermin içeriye çöken kısmına proktoderm denir. Kuvvetli yapıdaki halka ve boyuna kaslarla donatılmıştır. Boyuna kaslar iç tarafta, halka kaslar dış tarafta bulunur. Önden arkaya doğru sonbağırsak şu kısımlara ayrılmıştır.

Pylorus. Artık maddelerin ve Malpiki tüplerinden gelen atık maddelerin toplanması için balon şeklinde bir kısımdır.

Valvula Pylorica. Halka şeklinde kuvvetli bir kasla donatılmış bir epitel kıvrımıdır. Ortabağırsak içeriğinin daha sonraki kısımlara geçmesini düzenler ve ayrıca besinzarının mekanik olarak parçalanmasını sağlar.

Ileum (incebağırsak). Sonbağırsağın orta kısmını meydana getirir.

Colon (kalınbağırsak). Yapısı ile incebağırsaktan büyük farklılıklar göstermez. Kalınbağırsağın sonunda bir epitel kıvrımı görülür.

Valvula Rectalis. Kuvvetli bir daralma meydana getirerek valvula pylorica gibi besinzerinin ortadan kaldırılmasında yardımcı olur.

Rectum (arkabağırsak). Çok defa kaslı bir kese şeklinde büyümüştür. Duvarları kalın bir epitel taşır ve alışlagelmiş şekilde 3-6 kadar rektal püskülle donatılır. Bu püsküllerin çeperi tek ya da çift olabilir. Dıştaki epitelin oluşumuna, göç eden kan hücreleri de katılır. Bu püsküller bağırsak içeriğindeki suyun büyük bir kısmının emilmesini üzerine almıştır. Rectumun sonunda, özellikle kalınlaşmış yuvarlak bir kas, kapama ödevini görür. Arkabağırsak, iki taraftan anüs kapakları ile sınırlanmış olan anüsten dışarıya açılır.

6-4 Beslenme ve Sindirim

Organizmaların ihtiyaç duydukları besinleri sağlamalarının iki temel yolu vardır. Bazı organizmalar bu besinleri basit inorganik maddelerden yapma ya da sentezleme yeteneğindedir. Bu organizmalar **ototroflardır**. Yeşil bitkiler, yeşil algler ve değişik diğer mikroorganizma çeşitleri ototroftur. Ototrofların pek çoğu, kendi organik bileşiklerini yapmak için ışık enerjisi ile çevrenin karbondioksit ve suyunu kullandıklarından fotosentetiklerdir. Bu organizmalara *fototroflar* denir. Bununla birlikte, bazı ototrof bakteri çeşitleri, enerji kaynağı olarak ışık kullanmazlar. Bunlar kemosentetiklerdir, enerjiyi, özel kimyasal tepkime çeşitlerinden sağlarlar. Bu organizmalara *kemotroflar* denir. Kendi organik besinlerini sentezleyemeyen organizmalar **heterotroflardır**. Bütün hayvanlar ve belirli mikroorganizma çeşitleri heterotroftur. Bu tür organizmalar besin içeriklerini diğer bitki veya hayvanların hazırladığı besinlerden almak veya yemek zorundadırlar.

Bir organizmada hücrelerin kullanacağı bir besinin, mutlaka hücre zarlarından geçmesi gerekir. Yiyeceklerdeki besin molekülleri, çoğunlukla hücre zarlarından geçemeyecek büyüklüktedir. Bu yüzden, hücrelerin kullanacağı besin moleküllerinin çoğunun daha küçük ve basit şekillere parçalanması gerekir. Besin moleküllerinin parçalandığı bu işleme **sindirim** denir.

Sindirim terimi çoğunlukla, besinlerin basit bileşiklere kimyasal parçalanmasını ifade eder. Pek çok organizmada, besin parçaları kimyasal değişikliğe uğramadan, önce kesilir, ezilir ya da küçük parçalara ayrılır. Bu işlem besinlerin mekanik parçalanmasını sağlar. Kimyasal sindirim, besin taneciklerinin yüzeyinde görev yapan, sadece sindirim enzimleri tarafından yürütülür. Böylece, mekanik parçalanma, daha fazla besin yüzeyini sindirim enzimlerinin işleyişi ile karşı karşıya getirerek, besinleri, daha hızlı bir kimyasal sindirim için hazırlar. Kimyasal sindirim, mekanik sindirim gibi değişik evrelerde meydana gelir. Büyük moleküller daha

küçük moleküllere bölünür, arkasından bunlar daha da basit şekillere parçalanır. Kullanılabilir en basit sindirim ürünleri, sindirimin son ürünleridir.

Böceklerde, öncelikle bitkisel ve hayvansal kökenli her türden besinlerin tüketilmesine dayalı her çeşit beslenme tarzına rastlanır. Kural olarak etle beslenenlerde bağırsak en kısa, bitkiyle beslenenlerde uzun ve dışkı yiyicilerde ise en uzundur.

Besinleri genel olarak karbonhidrat, protein ve yağ olarak üç ana grupta toplanır. **Tükürük salgısında çok defa nişastayı parçalayan amilaz, ortabağırsakta yine karbonhidratları parçalayan amilaz, maltaz, intervaz, laktaz; proteinleri parçalayan proteaz ve peptidaz; yağları parçalayan lipaz salgılanır.** Kural olarak bir hayvan ne kadar değişik besin alıyorsa o kadar değişik enzim çıkarır. Hayvansal beslenenlerde proteaz, bitkisel beslenenlerde karbohidraz, yağ kurtlarında lipaz baskın olmasına karşın, sadece kanla beslenenlerden, örneğin Glossina'da yalnız proteaz; **yaprak özsuğu emenlerde, yalnız intervaz bulunur.** Selülozu parçalayabilmek için bazı böcekler tarafından bir miktar **selülaz** salgılanmasına karşın, bu enzimin çoğu simbiyotik bakteriler tarafından çıkarılır. **Tükürük bezi ya amilaz ya da balanlarında olduğu gibi intervaz içerir.** Apoplastik yolda, sükröz, hücre duvarına bağlı "asit **intervaz**" **enzimi** aracılığı ile glukoz ve fruktoza hidrolizlenir. Birçoğunda da hiç enzim taşımaz ya da kan emicilerde olduğu gibi değişik amaçlar için farklı enzim ve sıvılar içerir.

Bazı yırtıcılarda (Adephaga ve Planipennia) ve leş yiyicilerde (Panorpa) bağırsak dışı sindirim görülür. Ortabağırsak sıvısı dışarıya kusularak besinin dışarıda sıvı haline geçmesi sağlanır. Keza Dytiscus'da ortabağırsak sıvıları mandibul kanalı ile avın içerisine pompalanır.

Sindirim, kural olarak ortabağırsakta olur; ancak termitlerde (Isoptera) arka bağırsaktadır. Selülozlu besinleri sindirecek enzimleri yoktur; arkabağırsaktaki mikroorganizmalar sindirim işini yapar. Termitler, bu mikroorganizmalar olmadan, yedikleri odundan besin sağlayamazlar. Odun tanecikleri protozoanlar tarafından hücre içine alınır; protozoanlar için gerekli enerjinin serbest bırakılması için selüloz fermente edilir. Üretilen asetik asit termitlerin arka bağırsak çeperinden absorbe edilir ve termitin enerji üretimi için hücresel solunumda okside edilir. Besin (yenen odun) içindeki selülozun yaklaşık %70'i sindirilir. Termitlerin sindirim sisteminde yaşayan *Trichonympha* (Protista: Mastigophora)'dır. Protozoaların yayılışı bu mutualizme bağlı olmaktadır, sadece bir cins ve *oxymonad* ve *trichomonad* türleri ile *hypermastigote* kamçılılar sadece termitlerde ve *Cryptocercus* (odun hamamböceklerinde)'ta bulunmaktadır.

Ek olarak, Protozoanlarla, bazıları azot tutan, bu tür (odun gibi) düşük azotlu besinlerde termitler için önemli bir azot kaynağı sağlayan pek çok bakteri mevcuttur (Breznak, 1975). Bu bakteriler termitlerle olduğu gibi protozoanlarla da mutualistik ilişki içindedir. Geviş getiren memelilerin işkembesinde bulunan metanogenic bakteriler termitlerde de bulunmakta ve selülozun sindiriminden kısmen sorumlu olabilmektedirler.

Böcek protozaları pH 7'nin üzerindeki ortamlarda etki gösterdiğinden, pepsin çeşidi enzimler (genellikle pH 2.4'de optimal etki gösterirler) azdır. Bağırsak içeriği genellikle nötrdür. Fakat bazı larvalarda pH 9-10'dur.

Önbağırsakta emilme pek azdır; en fazla hamamböceklerinde kursakta yağlar emilir. Ortabağırsak emilmenin esas merkezidir. Keza sonbağırsak da geçirendir; suyun büyük bir kısmı buradan emilir. Dışkının şekli bazı türlerde (örneğin, odun güvelerinde ve odun yiyen diğer bazı böceklerde) karakteristiktir.

Genellikle insanlar için gerekli vitaminlerin bir kısmı böcekler için de vitamindir. Vitamin B₁₂ (kobalamin) ve askorbik asit (vitamin C) böcekler için ya hiç ya da pek az gereklidir. Fakat birçok hayvanda sentez edilen (örneğin insanda kolesterol) sterin (=sterol) böcekler için vitamindir ve besinlerle dışarıdan alınır. Bizdeki temel aminoasitlerin büyük bir kısmı böcekler için de temel aminoasittir. Yalnız sineklerde ek olarak glisin ve alışılmamış şekilde pürin ve çekirdek asitlerine gereksinme duyulur. Temel yüksek yağ asitlerine de gereksinme duyarlar. Bunların eksikliğinde deri değiştirme tam olmaz. Keza anorganik tuzların da besinler içerisinde eser miktarda da olsa bulunması gerekir.

Besin gereksinmesi, diğer değişken sıcaklıklı hayvanlarda olduğu gibi sıcaklığın değişmesiyle büyük ölçüde değişir. Yüksek sıcaklıklarda daha çok besin alma gereğini duyarlar. Biyolojik dönemlerine göre de büyük değişiklikler görülür. Birçoğunun pupa evresinde ve bazı böceklerin kısa ömürlü erginlerinde (Ephemeroptera'da olduğu gibi) beslenme görülmez. Bu evrelerde vücutlarında biriktirdikleri yağları kullanırlar.

7 DOLAŞIM SİSTEMİ

7-1 Dolaşım Organları ve Dolaşım

Bir dolaşım sisteminin üç bileşeni vardır. Bunlar: (1) taşınan materyallerin içinde çözüldüğü bir sıvı, (2) bu sıvının, içinde aktığı borular ağı veya vücut boşlukları ve (3) bu sıvıyı bu borularda veya boşluklarda yürüten bir araçtır. Hayvanlarda, dolaşım sıvısı çoğunlukla *kan* adını alır. Sistem içinde kanı pompalayan organa *kalp* denir. Dolaşım, farklı şekilleri olan, açık ve kapalı dolaşım sistemleri ile sağlanır. Böcekler, taşıyıcı sıvının (hemolymph) vücut boşluklarında dolaştığı açık dolaşıma sahiptir.

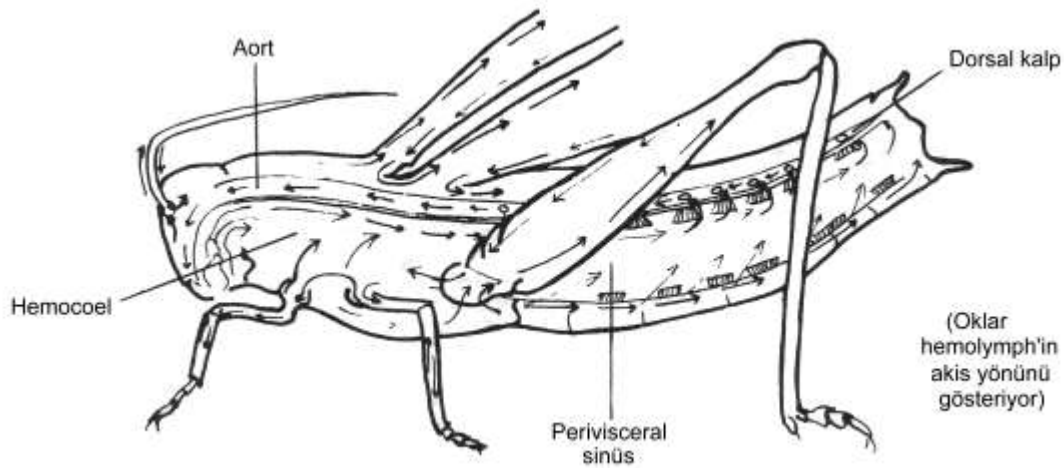
Hemolenf (hemolymph). Vücut boşluklarında dolaşan sıvıya hemolenf denir. Hemolenf esas olarak (plazması) sıvıdır. Bunun içerisinde serbestçe dolaşabilen ya da hemolenfi çeviren dokulara yapışan, sayısı değişen, renksiz, yalnızca hemolenf içerisinde bulunan hücrelere **hemosit** (hemocyt) denir.

Hemolenf çok defa renksiz, pigmentler nedeniyle nadiren hafifce yeşilimsi sarı renkli bir sıvıdır. Besinmaddelerinin bağırsaktan organlara, yadımlama (metabolizma) son ürünlerinin dokulardan boşaltım organına ve hormonların gerekli yerlere iletilmesini sağlar. Ayrıca organlar arasında madde değişiminin meydana geldiği bir ortamdır. Solunumda rolü çok azdır. Bazı böceklerde tracheae ile donatılmamış organlara oksijenin iletimi hemolenf ile olur. Bu durumda oksijen hemolenf içinde sadece erimiştir. Buna karşın hemolenfin karbondioksit taşınımında büyük önemi vardır.

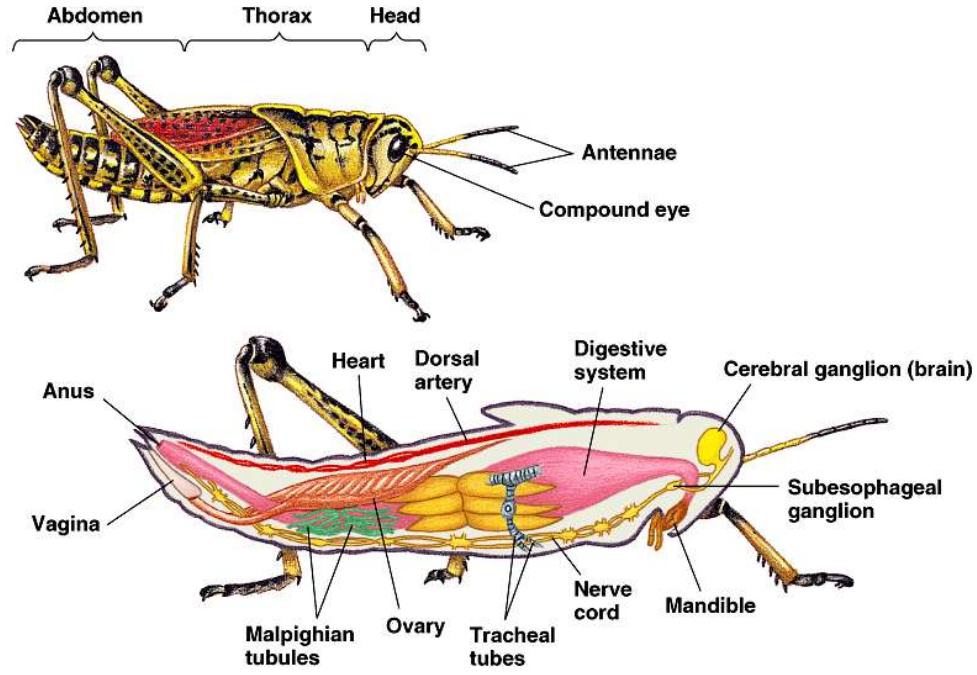
Hemolenfin diğeri bir görevi yaraları kapatmaktır. Bazı kınkanatlı türlerinde fibril oluşumu ile gerçek anlamda bir koagülasyon görülür. Diğeri böceklerin çoğunda yara kapanması bir plazma koagülasyonuna dayanmaz. Bunlarda yaranın kapanması, yalancı ayaklarının yardımıyla bir agglutinasyon (yığılım)'un ortaya çıkmasına ve oluşan tıkaçın yarayı kapatmasına dayanır. Larvalarda, ancak yaranın tamamen kapatılmasından sonra yeni deri değışimi yapılabilir. Yara onarımı, özellikle larvalarda, keza çok defa holometabol böceklerin erginlerinde görülür. Yara yerinde kan hücrelerinden, özellikle koagulositlerden bir yalancı epitel oluşur ve bu tıkaçın altında yeni bir kutikula meydana gelir. Daha sonra yara yerinin etrafındaki epitelden bu kutikulaya hücreler göç eder. Daha sonraki deri değıştirmede yara kaybolur.

Hemositler (Kan hücreleri). İpekböceğı larvalarında hemen hücresiz bir hemolenf bulunur. Böceklerin çoğunda az ya da çok oranlarda kan hücresi hemolenfle birlikte dolaşır. Sayıları yaralandıklarında, parazit bulundurduklarında ve özellikle deri değıştirdikleri sırada oldukça yükselir. Gereksinmeye göre sürekli mitozla çoğalabilirler. Çok farklı yapıdadırlar. Bazı böceklerde 30 kadar hemosit tipi ve onların da birçok çeşidi tanımlanmıştır.

Vücut boşlukları. Böceklerde tracheae sisteminin daha fazla dallara ayrılmasıyla, **dolaşım sistemi, solunumdaki işlevini tamamen yitirmiştir.** Yalnız sırt kan damarı mevcuttur. Bu kapalı sırt damarı, ilk aşamada **hemolenfi** vücut içerisine pompalayan, yani kalp ödevi gören ritmik bir kasılğan organ özelliğindedir. Hemolenf mikrosölün yarıkları arasında akar. **Gerçek kapalı damar sistemindeki damarların ödevini yüklenen bu hemolenf boşluklarına sinüs** denir. Diyaframla üç ana odacığaya ayrılır. Birinci odacık sırt damarının içinde bulunduğu **dorsal sinüs** yani **pericardial sinüs**; ikinci odacık, diyaframın ventralinde kalan ve eşeyssel organlar ile bağırsağın içinde bulunduğu **perivisceral sinüs** ve diğeri diyaframla ayrılış, en alttaki sinir sisteminin içinde bulunduğu **perineural sinüs** = ventral sinüs dır (Şekil 7-1).



Şekil 7-1. Dolaşım Sistemi



Kalp ve Aort. Sırt damarı ontogenetik olarak sölom kesesinin sırt tarafındaki hücrelerden meydana gelmiştir. Kural olarak, sırt damarı, arkada kapalı, önde açık, duvarları ince ve başın arka kenarından abdomenin sonuna kadar perikardiyal sinüs içerisinde uzanan bir torba şeklindedir. Vücut boşluğuna açılması, sadece ön taraftaki açık ucuyla değildir. Çok sayıda, metamerik olarak yanlarda bulunan iki taraflı yarıklar aracılığıyla miksosölle ilişkilidir. Bu yarıklara **ostium** (çoğul, ostia) denir.

Sırt damarında ön ve arka kısım diye iki bölge ayırt edilir. Arka kısım abdomende bulunur ve **kalp** adını alır. Duvarları sadece belirli çizgili halka kaslardan yapılmıştır. Sarkolemmin **adventitia** denen kaide zarı, kalbi, perikardiyal sinüsten ayırır. Sırt damarının ön kısmı **aorttur**. Duvarları kalbin duvarları gibidir ve onun gibi kasılıdır. Fakat kas lifleri daha ince ve daha zayıftır. Kalp ve aortu birbirinden ayırmak zordur. Çünkü aralarında belirgin bir bağlanma yeri yoktur.

Kalbin hareketleri. Halka kasların kasılmasıyla lümen daralır. Kasların hepsi aynı zamanda kasılmaz; arkadan öne doğru bir dalga gibi kasılarak gider. Böylece içinde bulunan hemolenfi aort aracılığıyla başa ve vücut boşluğuna pompalar. Kasılma sayısı türden türe ve hayvanın içinde bulunduğu ortamın koşullarına göre değişiklik gösterir. Hemolenf, sistolde kalpten dışarıya atıldıktan sonra, kalp, diyastol haline geçer. Kalbin ve perikardiyal boşluğun genişlemesiyle, açılan ostiyum yarıklarından, vücut boşluğundaki hemolenf kalbe emilir. Eklembacaklıların kalp impulsları birincil olarak miyojendir, yani kasın kendisi otonom olarak kasılır, yalnız frekansı ve amplitudu otonom sinir sistemi tarafından denetlenir. Fakat birçok grubunda nörojen denetleme vardır. Yani merkezi sinir sisteminin denetimi altında, boyuna sinir kordonunun üzerinde boyuna dizilmiş

gangliyonlardan meydana gelen adım-adım şeklindeki impulslar, kalp kasının belirli bir düzen içerisinde kasılmasını sağlar.

Ostiyumlar ve kapakçıklar. Ostiyum sayısı değişiktir. Bazıları tamamen kapanmış, bazıları da tanınmayacak kadar körelmiştir. Bazı hamamböcekleri çok defa 13 çift ostiyum taşır. Bunlardan ikisi göğüste bulunur ve kapanmıştır. Sarı kenarlı su kınkatlısında (*Dytiscus* sp.) 8, balansı ve suakrelerinde 4, bazı subakiresi larvalarında ise sadece bir açık ostiyum çifti vardır. Ostiyum, kasılma esnasında bir supap kapağı gibi ödev görür. **Normal durumda hemolenfin kalbe girişine izin verir; fakat dışarıya akmasını önler.** Bazen ostiyum kapakları, kalp lümeninin içerisine o kadar uzanır ki, hemolenfin geriye dönmesini önleyen bir çeşit **cep kapakçıklar** olarak da ödev görür. Çok defa da ostiyumlar ikincil olarak kapanır ve ostiyum kapakları sadece cep kapakçıkları olarak ödev görmeye başlar.

Diyaframlar. Hemolenfin vücut içerisinde dolaşımını sadece kalp sağlamaz. Yapısal ve işlevsel olarak kalbe bağlı **dorsal diaphragma (sırt diyaframı)** ya da diğer bir adıyla **perikardial septum** doluşımda önemli ödev alır. Sırt diyaframı gevşek bağ dokudan oluşmuş düz bir plakadır. Bu plakanın yapısına kasılğan kanat kasları katılmıştır. Karnın ventral tarafında, çoğunlukla orta kısmında ayrıca bir **ventral diaphragma (karın diyaframı)** bulunur. Bu diyafram sternumların iki yanı arasında gerilerek ve bağırsak ile sinir kordonunun arasından geçerek iki dolaşım boşluğu meydana getirmiştir. Üsteki boşluk perivisceral sinüs, alttaki de perineural sinüs'tür. Genellikle yarım diyafram görülür. Bu nedenle arkaya ve yanlara hemolenf pompalanırken bir kısmı da perineural sinüsten perivisceral sinüse doğru pompalanmış olur.

Yardımcı kalpler ve Ampuller. Diyaframlardan başka bir dizi yardımcı kasılğan organ daha vardır. Bu organlar hemolenf dolaşımını kuvvetlendirir ve yönünü saptarlar. Bunlara genel olarak **yardımcı kalpler** denir. Çoğunlukla vücut üyelerinin ve çıkıntılarının dibinde bulunurlar. Bunlar olmaksızın dolaşım devam eder; fakat hemolenfin çıkıntılara ve üyelere kanalize edilmesi güçleşir; dolaşımın etkinliği azalır.

Kanatların kan alabilmesini meso- ve metascutellumda bulunan şekli değişik sırt ampulleri sağlar. Antenlerin dibinde bulunan ampuller de dolaşımında önemli rol oynar. Birçok böcekte, bacaklar, boyuna uzanan bir diyaframla, aralarında geçiş olan iki hemolenf boşluğuna ayrılır. Geçiş genellikle tarsus kısmındadır.

Vücut boşluğundaki hacimleri büyük sinüslerde kan dolaşımı, dar lümenli damarlardakinin aksine çok yavaştır. Bu nedenle bu bölgelerin hemolenf içindeki besin maddelerini almaları güçleşir. Bu hacimlerin küçültülmesi için yardımcı bazı yapılar gelişmiştir. Uçucu böceklerde, daha önce, sadece oksijen sağladığı zannedilen hava keselerinin, bu sinüslerin sıkıştırılarak hacminin küçülmesini ve dolayısıyla kan dolaşımının hızlanmasını da sağladığı bilinmektedir.

8 BOŞALTIM SİSTEMİ

İlk defa İtalyan bilgini Malpighi tarafından gözlenmiştir. Örümcekler ve tracheae'li hayvanlar için özelleşmiş boşaltım organıdır. Örümceklerde endodermden, diğerlerinde ektodermden meydana gelir. **Çoğunlukla son bağırsak kanalına bir çelenk gibi açılırlar. Ucu kapalı bir tüp**

şekindedir; kapalı uç vücut boşluğunda serbestçe bulunur ve tracheae borucukları tarafından sıkı bir şekilde donatılır. Bu tüpler çoğunlukla dallanmaz. Malpighi tüplerinin sayısı gruplara ve türlere göre değişir. Bazı kabuklubitlerde iki tane ince uzun, kelebeklerde 6 tane, balarıları ve düzkanatlıların çoğunda 150 kadar kısa tüpçükten oluşur. Yaprakbitlerinde hiç yoktur. Bunlarda boşaltımı önositler üstlenmiştir.

Histolojik yapısı bağırsaktakine benzer. Yine içte bir epitel tabakası, dışta membrana propria vardır. Sayıca az, halkasal, boyuna ve eğik kaslarla donatılmıştır. Ektodermel kökenine karşın, kitin intimaya sahip değildir. Hücrelerin iç yüzü ortabağırsaktaki rhabdiorumlara benzer şekilde mikrovilluslar taşır.

Malpighi tüpünün iç kısmındaki salgı, sıvı halinde olmasına karşın, bağırsağa yaklaştıkça üre granülleri fazlalaşmaya başlar. Çünkü su emilimi vardır ve sonuçta ürikasit kristalleri meydana gelinceye kadar yoğunlaştırılır. Birçok durumda, her Malpighi tüpü, bağırsağa bağlandığı kısma yakın farklı bir bölge taşır. Bu kısım balon gibi genişlemiş ve **ampul** adını almıştır. Ampulün duvar hücreleri mikrovillus taşımaz; kuvvetlice uzar ve bağırsağın pylorus bölgesindeki lümene uzantılar gönderir. Bu uzantılar su rezorpsiyonuna hizmet eder.

Böceklerin Malpighi tüplerinden salgılanan atık maddeler, öncelikle **ürikasit**, sodyum ve amonyak tuzlarıdır. Ek olarak sodyum-, magnezyum- ve kalsiyumkarbonat ile kalsiyum oksalat da salgılanır. Bütün salgılar ilk olarak sonbağırsağa ukaşır ve oradan da bağırsak atıklarıyla birlikte dışarıya atılır.

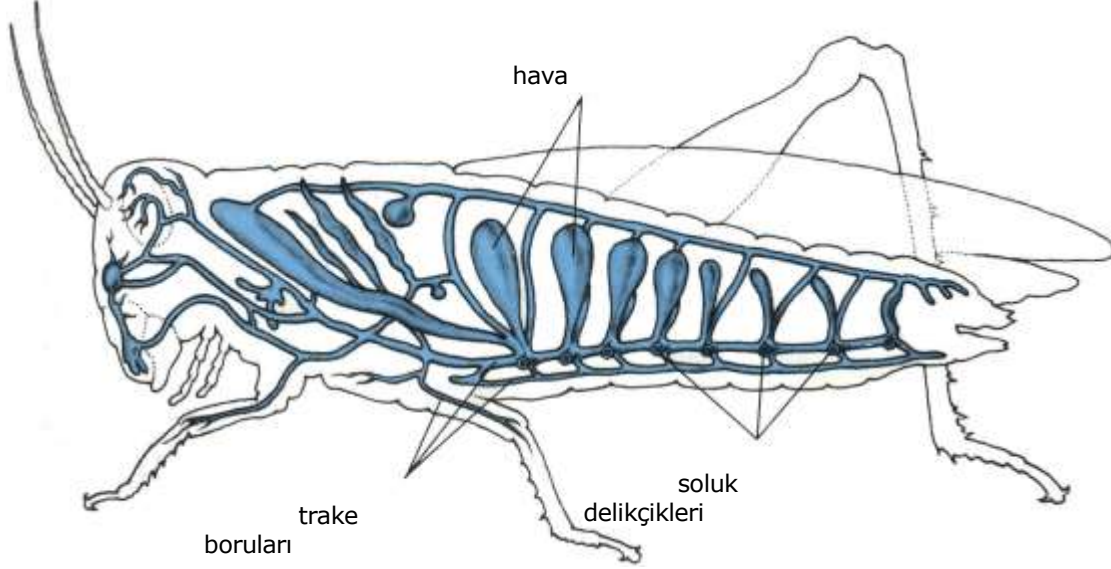
9 SOLUNUM SİSTEMİ

Bir organizma ile çevresi arasındaki oksijen ve karbondioksit değişimi, bu gazların bir sınır yüzeyden geçişini kapsar. Gaz değişiminin meydana geldiği bu yüzeye **solunum yüzeyi** denir. Bir solunum yüzeyi şu karakteristiklere sahip olmalıdır: (1) İçinden hızlı difüzyon olması için, ince çeperli olmalıdır. (2) Oksijen ve karbondioksit çözelti içinde bulunacağından, ıslak olmalıdır. (3) Bir oksijen kaynağı ile temasta olmalıdır. (4) Çok hücreli organizmaların **çoğunda**, çözülmüş materyalleri organizmanın hücrelerine götürüp getiren taşıma sistemi ile yakın temasta olmalıdır.

Çekirgede solunum sistemi dolaşım sistemine bağlı değildir. *Kan* oksijen ve karbondioksin taşınması için kullanılmaz. Bunun yerine, hava, *trake* ya da **trake borucukları** denilen, kollara ayrılan bir hava borucukları sistemi ile bütün vücut hücrelerine doğrudan taşınır. Hava, çekirgenin vücuduna **soluk delikçikleri** denilen on çift açıklıktan girer ve çıkar (**Şekil 10-1**). Her bir soluk delikçiğinden başlayarak, trake borucukları giderek küçülen borucuklara ayrılır. Mikroskobik hava borucuklarının sıvı dolu son uçları vücut hücreleri ile doğrudan temastadır ve gerçek solunum yüzeyidir. Havanın oksijeni burada trake borucuklarından vücut hücrelerine difüze olur ve karbondioksit vücut hücrelerinden trake borucuklarına difüze olur.

Hava, çekirgenin kaslarının kasılmasıyla trake sisteminin içine ve dışına pompalanır. İçeriye nefes alırken, karın genişler ve hava öndeki ilk dört çift soluk delikçiğinden trake

borucuklarına emilir. Bu borucuklara bağlı birkaç büyük hava kesesi bu pompalama eylemini destekler. Nefesi dışarı verirken, karın büzülür, öndeki dört çift soluk delikçiği kapanır ve hava, arkadaki altı çift soluk delikçiğinden trake borucuklarından dışarıya sızdırılır.



Şekil 10-1. Çekirgede Solunum Sistemi

Trake borucukları sistemi küçük hayvanların solunumu için orantısız olarak yeterlidir. Bunun yanında, büyük hayvanlarda, gerekli hacimdeki gazları böyle bir sistemle ulaştırmak mümkün olamamaktadır. Çekirgeler ve diğer böcekler hepsi küçük hayvanlardır ve bu hava borucukları sistemi onların ihtiyaçları için yeterli olmaktadır.

9-1 Stigmalar (Solunum Delikleri)

Böceklerde oksijenin dokulara kadar ulaştırılması ve karbondioksitin alınarak dışarı atılması **tracheae** sistemi ile sağlanır. Bu sistem, kollara ayrılarak her organa ulaşan ince hava borucuklarından meydana gelmiştir (Şekil 9-1). Vücut örtüsünün içeriye doğru çökmesiyle meydana gelir. Borucukların iç yüzeylerindeki sarmal kitinsel iplikçikler, açık kalmalarını sağlar.

Tracheae sistemi dışarıya **stigmalar = Spiraculum = solunum delikleri** ile açılır. Stigmalar pleuranın zarımsı kısımlarında bulunur. **Başta ve kural olarak birinci göğüs segmentinde stigma bulunmaz.** Bundan sonra gelen iki göğüs segmentinde ve karındaki ilk sekiz segmentte birer çift stigma bulunur. Genel olarak on çifttir. Bu düzende stigma taşıyanlara **holopneus** böcekler denir.

9-2 Tracheae Sistemi

Stigma dudağının hemen altında tracheae sistemi başlar. Ektodermin, stigmaların bulunduğu yerden içeriye çökmesiyle oluşurlar. Her tracheae, böceğin dış derisinin yani integümentinin özel bir amaç için içeriye çökmesiyle oluşur. Tracheae **matrix** ya da tracheae epiteli olarak adlandırılan bir katmanlı epitel ile en dışta örtülmüştür. Eğer tracheae izole edilmiş bir boru halinde düşünülürse; en dışta kaide zarı, onun altında tracheae epiteli ve en içte de ekso-, pro- ve epikutikuladan oluşmuş, vücudun tümünü dıştan örten tabakanın **intima** denen iç çöküntüsü görülür. Intima, tracheae borusunun iç lümen kısmını astarlar. Bu kitin kılıf, öncelikle , tracheae borucuklarının büzülmesini önler. Her deri değişiminde intima yenilenir.

Özellikle iyi uçan böceklerin tracheae sistemlerinde ek gelişmeler görülür. En çok görülen şekli, ana tracheae kollarının genişlemesiyle meydana gelen tracheae keseleri ya da hava keseleridir. Bu kesecikler fazla sayıda, fakat küçük (Mayısböcekleri), ya da birçok küçük hava kesesinin kaynaşmasıyla az sayıda, fakat büyük yapıda (balarları) olabilir. Hava keselerinin tümü havanın depo edilmesi için kullanılır. Keselerden çıkan ince dallar ve borular dokulara kadar uzanır.

Tracheae kılcallarına **tracheol** denir. Kural olarak bunların iç çeperi kitin taşımaz. Havanın oksijeni öncelikle bu tracheolleri saran dokulara diffüzyonla girer. Tracheollerin son kısmının hava ile değil, bir sıvı (su) sütünü ile dolu olduğu bilinmektedir. Tracheollerin su tutma kuvveti, etrafını çeviren hemolenfin ozmotik basıncına bağlıdır. Hemolenfin ozmotik basıncı yükseldiğinde tracheollerin uç kısmındaki su, dokular içine emilir ve temiz hava boşalan kılcallara doğru ilerler. Ozmotik basıncın düşmesiyle su, dokulardan kılcal borular içine geçmeye başlar ve hava dışarıya doğru itilir. Sıvının kılcal borular içinde gidip gelmesiyle oksijen içeren hava düzenli olarak tracheoller içerisine pompalanır.

Havanın geniş lümenli tracheaelere ve hava keselerine pompalanmasında başka etkenler rol oynar. Vücut duvarının kaslar aracılığıyla hacimce genişleyip daralması suretiyle hava içeriye ve dışarıya pompalanır. Birçok böcekte abdomenin sırt karın yönde açılıp kapanmasıyla, ya da segmentlerin boyuna birbirinin içerisine girmesiyle havalandırma meydana gelir. Ayrıca göğüs birçok böcekte aktif olarak havalandırmaya katılır.

Dokularda oluşan CO₂'in bir kısmı tracheollerin uç kısmındaki sıvının içerisine geçer (karbonik asit haline geçerek) ve yine buradan tracheae yolunu izleyerek dışarıya atılır. Karbondioksit, oksijene göre çok daha kolay olarak dokulara girebilir. Dolayısıyla kutikulanın arasındaki geçitlerden ve geniş lümenli tracheaelerden CO₂'nin büyük bir kısmı dışarıya atılabilir. Tracheae duvarından kan sıvısına sızan oksijen, kısmen erimiş durumda bu sıvıda taşınabilir. Fakat (Chironomidae larvaları dışında) solunum pigmenti taşımadığından , kanın solunumda önemli bir rolü yoktur. Sıcaklık yükseldiğinde, hareket halinde ve gelişme evrelerinde oksijene gereksinim artar.

10 SİNİR SİSTEMİ-ENDOKRİN SİSTEM-DUYU ORGANLARI

Bir organizmanın çevresi sürekli değişmektedir. Bu değişikliklerin bazısı vücudun dışında, dış çevrede meydana gelir. Bu tür dış çevre değişikliği örnekleri bir sıcaklık değişimi; besinin ortaya çıkması; bir doğal düşmanın belirmesidir. Değişiklikler organizmanın içinde de meydana gelir. Örneğin, artık bir maddenin konsantrasyonu yükselebilir; hastalık yapan bir organizma vücuda girebilir; ihtiyaç duyulan bir maddenin biriktirilen miktarı azalabilir.

Bir organizma, canlı kalmak için, bu iç ve dış değişikliklere tepki göstermek zorundadır. Organizma homeostasisi sürdürmek mecburiyetindedir. İç çevrenin tüm etkenlerini belirli limitler içinde tutulmalıdır.

Tepkiler nadiren sadece, bağımsız olaylardır. Bir organizma, vücudunun içinde ve dışında ortaya çıkan fazla çeşitteki değişikliklere sürekli tepki göstermektedir. Gerçekten, Bir organizmanın çeşitli canlılık faaliyetleri kendi içlerinde karmaşık tepki verme örnekleridir. Bu tepkiler mutlaka *düzenlenmeli*, yani belli ölçüde denetlenmeli ve doğru yerlere yönlendirilmelidir. Bunlar arasında *eşgüdüm* sağlanmalı, yani doğru sıra veya ilişki içinde olmaları sağlanmalıdır.

Bir hücreli ve bazı basit çok hücreli organizmalarda, tepkilerin uyum ve eşgüdümü, organ hücrelerinin özel etkinliklerini içeren bir bütün olarak her bir hücrenin bir işlevidir. Tepki vermede bir hücrenin bu yeteneği çoğunlukla **uyarılma** olarak adlandırılır. Daha karmaşık çok hücreli hayvanlarda, uyum ve tepkilerin eşgüdümü *sinir sistemi* ve *endokrin sistem* tarafından yönetilir.

Böceklerin sinir sistemi, boyuna ve enine bağlantılarla birbiriyle ilişkide olan, çok defa çift gangliyonlardan oluşmuş bir **merkezi sinir sistemi** ile, bu merkezden çıkarak tepkime organlarına uzanan **periferik sinirler**'den ve çeşitli şekillerdeki **duyu organlarından** meydana gelmiştir. Her üç kısım da gelişme sırasında, farklı evrelerde, ektodermin farklı bölgelerinden meydana gelmiştir. Başta ve vücudun diğer segmentlerinde hücrelerin bir kısmı biraraya gelerek **gangliyonlar**'ı oluşturur.

Duyu organlarının sinirsel kısımları, vücudun çeşitli kısımlarında, farklılaşmış ektodermden meydana gelir. Duyu hücrelerinin almaçları (reseptör), merkezi sinir sistemi ile ilişkidir. Keza duyu hücreleri de periferik sinir sisteminin bir kısmını oluşturur. Duyu hücreleriyle alınan impulsların merkezi sinir sistemine ulaştırıldığı yola afferent sinir yolu denir. Bu afferent ve efferent sinir yolları aynı sinir lifinin içerisinde bulunmasına karşın, farklı şekilde yapıldıklarından işlevleri de farklı olur.

10-2 Sinir Sisteminin Yapısı

Sinir sisteminin yapıtaşları, sinir hücreleri, neuronlardır. Her sinir hücresi, çekirdek taşıyan bir hücre gövdesinden ve bu gövdeden çıkarak kısmen sinir yollarını oluşturan sinir uzantılarından meydana gelmiştir. Hücre gövdesine, çekirdek içerdiği için, perikaryon da denir.

Sinir hücre gövdesi (perikaryon). Omurgalı hayvanların nöronlarındakinin aksine, böceklerdeki perikaryon, birçok **glia** hücresinden meydana gelmiş birkaç katmanlı bir kılıfla örtülmüştür.

Glia hücreleri her zaman zengin sitoplazma içerir ve elementer zarın yığılımından meydana gelen miyelin kılıftan da yoksundur. Glia hücreleri birbirlerine çok yakın bulunan perikaryonlar arasında sinaps oluşumunu ve dolayısıyla uyarı aktarımını önlemiş olur. Böceklerde uyarı aktarımı sadece hücre uzantılarının belirli bölgelerinde (sinaplarda) olur.

Sinir uzantıları (aksonlar ve dendritler). Pek az böcekte multipolar nöron vardır. Buna karşılık diğer bütün nöronlar yapısal ve işlevsel olarak kutuplaşmıştır. Morfolojik olarak değerlendirildiklerinde çoğunluk tek kutupludurlar. Kutuplaşmış sinir hücrelerinde, uyarı, perikaryondan axon ya da **neurit** denen hücre uzantılarıyla diğer bir yere iletilir. Periferik duyu hücrelerinde bu iletici aksonlardan başka, örtü hücrelerinin arasından vücut yüzeyine doğru ulaşan daha ince sinir hücresi uzantıları da vardır, bunlara dendrit denir. Dendritlerin içerisinde uyarı akımı perikaryona doğrudur.

Sinapslar. Denemeler, akson ve dendritlerin her iki yönde de iletim yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir. Bunu önlemek için nöronların uzantıları arasında sinapslar meydana gelmiştir. Sinapslar, uyarının, yani impulsların yalnız bir yönde iletilmesini sağlar. Bu yön genellikle bir hücrenin aksonundan diğer hücrenin dendritine doğrudur.

10-3 Sinir Sisteminin Dağılımı

Gerçek bir sinir sisteminin çalışması üç temel yapı çeşidini gerektirir. Bunlar reseptörler, sinir hücreleri ve efektörlerdir. **Reseptörler** ya da *duyu organları*, iç ve dış çevredeki belirli değişikliklere, fiziksel güçlere veya kimyasal maddelere duyarlı, özelleşmiş yapılardır. Bir reseptörün uyarılması, sinir hücreleri yoluyla iletilen "masajlar" ya da **impulslara** neden olur. Bu impulslar sonunda, bir salgı bezi veya bir kas olabilen bir efektöre erişir. Effektör bir salgı bezi ise, sinir yolunun içeriğine bağlı olarak, faaliyetini azaltarak veya arttırarak impulsa karşılık verecektir. Bununla birlikte, effektör bir kas ise, bir sinir impulsu, onun sadece kasılmasına neden olabilecektir.

Bir reseptörün bir sinir yolundaki impulsları tetiklemesi veya harekede geçirmesine neden olan herhangi bir etkene **dürtü** denir. Dürtüler, reseptörde elektriksel veya kimyasal değişikliklere neden olarak, sinir impulslarını harekede geçirir. Böylece, Sinir sistemi uyumda olayların temel sırası (1) bir reseptörü faaliyete geçiren bir dürtü, (2) ilişkiyi kuran sinir yolunda impulsların başlatılması ve son olarak (3) effektörün bir tepkisi olarak meydana gelir.

Bir sinir yolu, belirli bir reseptörle belirli efektör arasındaki basit bir bağlantı olarak düşünülmemelidir. Hayvanların çoğunda, her bir sinir yolu diğer pek çok sinir yolları ile kesişir ve birbirine bağlanır. Bir tek reseptörden kaynaklanan impulslar çoğunlukla bir kaç farklı sinir yollarında iletilir. Bir efektöre erişen impulslar, pek çok farklı kaynaklardan çok sayıdaki impulsların bir araya gelmesi ve karşılıklı etkileşiminin sonucudur.

Çok hücreli hayvanlar, her biri farklı bir dürtü çeşidine duyarlı birkaç farklı türde reseptörlere sahiptir. Bu hayvanlarda bulunan duyu organları arasında sığağa, soğuga, ışığa, sese, basınca ve kimyasal maddelere duyarlı olanlar vardır.

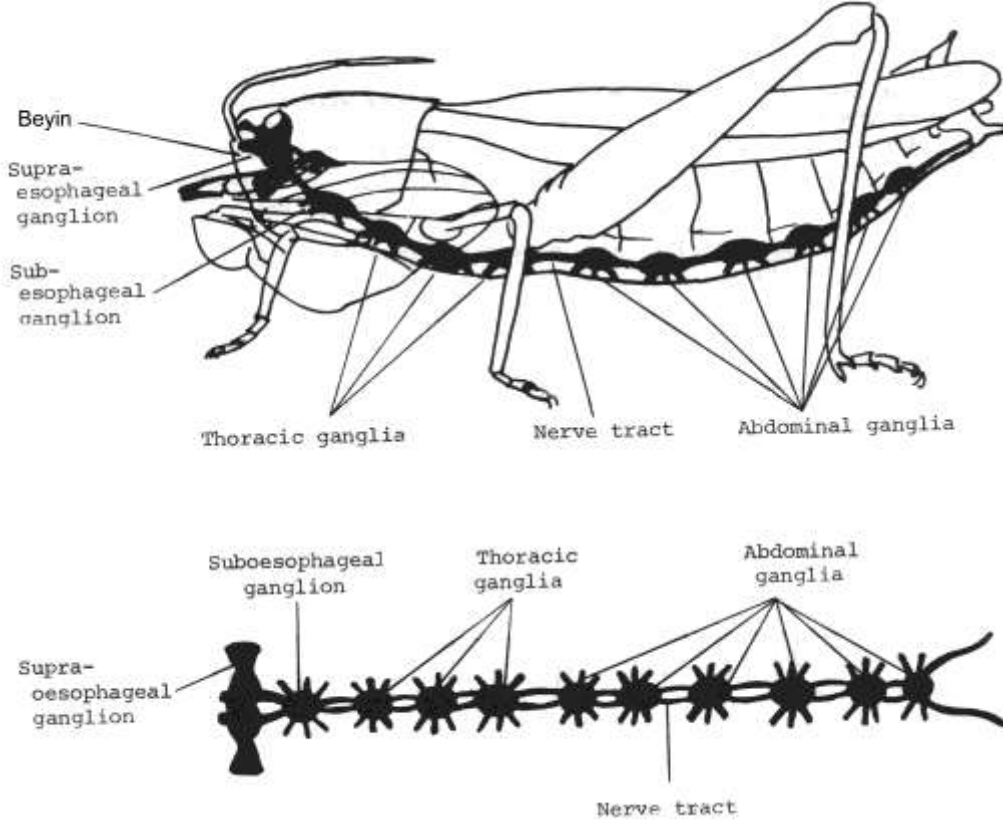
En basitleri dışında bütün hayvanlarda, sinir sisteminin faaliyetlerini yöneten ve düzenleyen özelleşmiş bir sinir hücreleri grubu olan bir **beyin** vardır. Organizma karmaşıklaştıkça, beynin yapısı ve işlevleri de karmaşıklaşır.

Cerebral Gangliyon (beyin, özofagus üstü gangliyonu, cerebrum). En ön kısmı, ilk gangliyon çiftinden ve segmental olmayan bir bölgeden meydana gelmiştir, buraya protocerebrum denir. Beynin en küçük kısmını oluşturur. Buradan nokta gözlere ve bileşik gözlere sinir uzantıları çıkar. Bunun iki gangliyon kütesinin her birine hemispher denir. **Deutocerebrum** anten işlevlerinin merkezidir. Çoğunluk bir duyuusal bir de motorik dal olmak üzere, yanlardan aynı kökten çıkmış, kuvvetli bir anten siniri görülür. Duyusal sinir daha kısadır. **Tritocerebrum** alın konnektivinin ilkin yeridir. Buradan çıkan sinirler üstdudaka dallanır ve frontal gangliyon ile bağlantıya geçer. Küçük ve çift olmayan bu gangliyon, stomatogastrik sinir sisteminin merkezidir.

Özofagus altı gangliyonu. Ontogenetik olarak birbirinden ayrılabilen üç çift gangliyondan meydana gelmiştir. Öncelikle ağız üyelerine giden motorik ve duyuusal sinirler buradan çıkar. Önden arkaya doğru mandibular gangliyon, maksiller gangliyon ve labiyal gangliyon denilen üç bölgeye ayrılmıştır. Buralardan üstçene, altçene ve altdudağa, labiyal bezlere ve boyun bölgesine giden sinirler çıkar.

Vücut gangliyon zinciri. Birbirine konnektivlerle bağlanmış gangliyon çiftleri vücut boyunca segmental olarak dizilmiştir. Kural olarak her göğüs segmentinde ve ilk 7 abdominal segmentte birer çift gangliyon bulunur. Sekizinci abdominal segmentte, daha sonraki segmentin gangliyonu ile birleşmiş bir kitle bulunur.

Visceral sinir sistemi (Simpatik sistem, Vejetatif sinir sistemi). Diğer eklem bacaklıların hemen hepsinde olduğu gibi, böceklerde de bir visceral sistem vardır. Yapısal olarak ve tepkime organlarına göre üç kısma ayrılır. Beyin ile birçok bağlantıları vardır.



Şekil 3.4. Sinir Sistemi

ENDOKRİN SİSTEM

Çok hücrelilerin tümünde hormon sistemi filogenetik olarak sinir sisteminden gelişmiştir. Bu nedenle yüksek organizasyonlu hayvanlarda, tüm hormonal olayların denetim mekanizması sinir merkezlerindedir. **Böceklerde bu denetim mekanizması nörosekretör hücrelerdir.**

Hormon, bir organizmanın vücudunun bir kısmındaki hücrelerinden, diğer kısım ya da kısımlarındaki hücrelerine ulaştırılan kimyasal habercidir. Hormonlar, sentezlendikleri noktadan uzaktaki yerlere, çoğunlukla vücut sıvıları içinde taşınan kimyasallardır. Tipik olarak çok küçük miktarlarda üretilenler de, hedef hücrelerinde büyük bir çeşitlilikteki fizyolojik işlemlere etki ederler ve büyük değişikliklere neden olurlar. Bu kimyasal habercilerin etkileri ve karşılıklı ilişkileri değişik ve karmaşıktır. Etkileri, uyarıcı veya engelleyici olabilmektedir. Bazı durumlarda, tek bir hormonun birçok hedefi olabilmekte ve her bir hedefte farklı etkilere neden olabilmektedir.

Hormon salgılayan yapılar, hep birlikte homeostasisin sürdürülmesine yardımcı olan, davranışı koordine eden ve büyüme, gelişme ve fizyolojik etkinlikleri düzenleyen endokrin

sistemi oluştururlar. Hormonların, böceklerin deri değiştirme ve başkalaşım işlemindeki rolü çok önemli olmaktadır.

Böcek vücudunda, hormon üreten hücrelerin en az dört kategorisi bulunmaktadır. Bunlar, neurosecretory hücreler, neurohemal organlar, neuroendokrin salgı (**hormon**) bezleri ve içsel organlardır.

10-4. Endokrin merkezler

Hormonlar böcek vücudunda neuronal, neuroglandular, veya glandular merkezlerde üretilmektedir (Fig. 3.8). Yumurtalıklar gibi bazı organların hormon üretimi, temel işlevlerine göre ikincildir, ancak bazı doku ve organlar bir endokrin görev için özelleşmişlerdir.

Neurosecretory hücreler. Neurosecretory hücreler (neuroendokrin hücreler de denmektedir) uçtan uca sinir sisteminde bulunan uyarlanmış sinir hücreleridir. Büyük gruplarda böceklerin beyinde ortasal ve yansal konumdaki kümelerde bulunurlar. Hormon sisteminin en üst düzenleyici merkezleridirler. Özgün kimyasal habercilerin üretiminde ve salgılanmasında, uyarımdan sorumlu özelleşmiş sinir hücreleridirler. Bu hücreler, işlevsel olarak, sinir sistemi ile endokrin sistem arasındaki bir bağlantı olarak ödev görürler.

Bu hücreler bilinen böcek hormonlarının çoğunu üretirler. Başlıca istisnaları, ecdysteroidlerin ve juvenil hormonların neural olmayan dokular tarafından üretilmesidir. Bununla birlikte, ecdysteroidlerin ve juvenil hormonların sentezi ve saliverilmesi neurosecretory hücrelerin salgıladığı neurohormonlar tarafından düzenlenmektedir. Neurosecretory hücrelerden çıkan aksonlar, corpora cardiaca ve corpora allata'dan uzanan çok küçük sinirler boyunca izlenebilirler. Bu hücreler, corpora cardiaca tarafından yapılan prothoracicotropic hormon (PTTH) ile aynı veya çok benzer olarak meydana gelen, düşük moleküler ağırlıklı bir peptid olan beyin hormonu üretir ve salgırlarlar. Böcek fizyologları, beyin hormonunun neurosecretory hücrelerin içindeyken daha büyük bir protein taşıyıcıya aktarıldığından şüphelenmekte, bazıları da her bir hücre kümesinin en fazla üç farklı beyin hormonu (veya hormon taşıyıcı kombinasyonlar) ürettiğini sanmaktadır. Neurosecretory hücreler sinir kordonunun ventral ganglionlarında da büyük miktarlarda ortaya çıkmakta, ancak bunların işlevleri bilinmemektedir.

Bu uyarlanmış sinir hücrelerinin salgıları, granüller ya da sıvı halinde oluşur. Sinirsel bir uyarımdan sonra hücre içerisindeki salgı dışarıya verilir ve yenisi üretilir. Birçok durumda, organizmaların gelişme ve aktif devreleri ile salgı döngüsü arasında büyük bir uyum vardır. Buradan, sinir salgılarının bu olayları başlattığı, düzenlediği ve denetlediği ortaya çıkar. Sinir salgıları her zaman hemolenfe verildiği için hormon olarak kabul edilir.

Bu salgı hücreleri merkez sinir sisteminin farklı bölgelerinde bulunur. Farklı hormonlar farklı işlevlerin ortaya çıkmasını sağlar. Sadece beyin, çok sayıdaki hormonun denetimini yapar. Bu merkezin sinirsel hormonları deri değişimini, kutikulanın sertleşmesini, kalp atışını, boşaltımı, su miktarını, bazı böceklerdeki fizyolojik renk değişimini ve eğeyssel bezlerin olgunlaşmasını denetler.

Corpora cardiaca. Neurohemal (neuroglandular????) organlar, salgı bezlerine benzerler, ancak sinir sistemi (veya başka bir hormon) tarafından salıvermek için uyarılıncaya kadar, salgısal ürünlerini özel bir odacıkta biriktirirler. Corpora cardiaca (tekil: corpus cardiacum) aortun her iki yanında ve beyinin gerisinde yerleşik bir çift neuroglandular yapıdır. Kendi neurohormonlarını üretmenin yanında, bu yapılar, beynin neurosekretory hücrelerinden gelen prothoracicotropic hormonu (PTTH, önceden beyin hormonu veya ecdysiotropin denilen) içeren neurohormonları biriktirir ve hemolenfe salıverirler. Prothoracicotropic hormonu (PTTH) öngögüs salgı bezlerinin salgısal etkinliğini uyarır. Histolojik yapısına bağlı olarak, corpora cardiaca'nın iki işlevi birden yürüttüğü görülür. Öncelikle protocerebrumun neurosekresyonu için depo yeri olarak işlev görür ve bu salgılarını hemolenfe verir.

Öngögüs salgı bezleri. Böceklerde, en büyük ve en belirgin endokrin salgı bezleri başın tam gerisinde, öngögüste bulunurlar. Öngögüs salgı bezleri dağınık, ikili salgı bezleridir. Farklı yerlerden gelişmiş sinir lifleriyle donatılmıştır. Şekli çok değişiktir; çoğunluk tracheae boyunca uzanmıştır ya da yağ doku içerisine gömülmüştür. Cyclorrhaphous Dipter'de öngögüs salgı bezleri, corpora cardiaca ve corpora allata'yı da içeren halka salgı bezinin parçalarıdır. Öngögüs salgı bezleri, epidermal hücrelerde kitin ve protein sentezini uyaran ve deri değiştirme ile sonuçlanan fizyolojik olayları özgün bir tarzda (cascade) tetikleyen steroid hormonlarla yakın türden olan (ecdysone dahil) ecdysteroidler'i yaparlar. Bu nedenle, ecdysteroidlere, çoğunlukla "deri değiştirme hormonları" denir. Hormonların, böceklerin deri değiştirme işlemindeki rolü çok önemli olmaktadır. Öngögüs salgı bezleri bir ecdysteroid olan ve çoğunlukla hydroxilasyondan sonra epidermin deri değiştirme işlemini sağlayan ecdysone (bazen deri değiştirme hormonu denir) salgılar. (bölüm 6.3). Bu nedenle öngögüs salgı bezleri deri değiştirme bezi olarak da adlandırılır. İki deri değiştirme arasında kendine özgü bir salgı döngüsü görülür. En kuvvetli gelişimini metamorfozdan hemen önce gösterir. Böcek, ergin evresine eriştiğinde öngögüs salgı bezleri körelir ve bir daha asla deri değiştirilmez.

Öngögüs salgı bezleri, diğer bir kimyasal haberci, prothoracicotropic hormon (PTTH) tarafından uyarıldıktan sonra ancak ecdysteroidleri üretir ve salıverirler. PTTH, beynin tam gerisinde, aort çeperleri üzerinde bulunan bir çift neurohemal organlar olan corpora cardiaca tarafından salgılanan peptid (protein) bir hormondur. Corpora cardiaca, beyindeki neurosekretory hücrelerden bir sinyal aldıktan sonra ancak stokundaki PTTH hormonunu salıverir. Bunlar, bir duyuda, beyinden gelen küçük bir iletiyi yanıtlamada büyük bir hormon atımı göndererek, sinyal yükselteçler olarak rol oynarlar.

Corpora allata. Corpora allata (tekil: corpus allatum) corpora cardiaca'nın tam gerisinde uzanan, diğer bir neurohemal organ çiftidir. Bu organ çifti küçük, ayrılmış, epitelyumdan türemiş ikili salgısal yapıdır ve ön bağırsağın her iki yanında yer alırlar. Böceklerin tümünde bulunur. Bazı böceklerde, kaynaşarak tek bir salgı bezi oluştururlar. İşlevleri, başkalaşımda ve üremede düzenleyici rolü olan juvenil hormonu (JH) salgılamaktır.

Bu organ çifti, ergin öncesi evrelerde ergin karakteristiklerin gelişimini engelleyen ve ergin evrelerde eşeyssel olgunluğu geliştiren bir bileşik olan **juvenile hormonu (JH)**'u yaparlar. Beyindeki neurosecretory hücreler JH üreterek, böcekleri larva veya nimf evrelerinde uyarıp erginleşmeye geçişlerini engelleyen ve üremeye hazır ergin olduklarında etkinliklerini arttıran corpora allata'nın etkinliğini düzenler. Juvenile hormonun kimyasal yapısı çok daha sıra dışıdır. Bu diğer bir hayvan hormonundan çok farklı, çam ağaçlarında bulunan savunma amaçlı kimyasallara benzeyen bir sesquiterpen bileşiğidir.

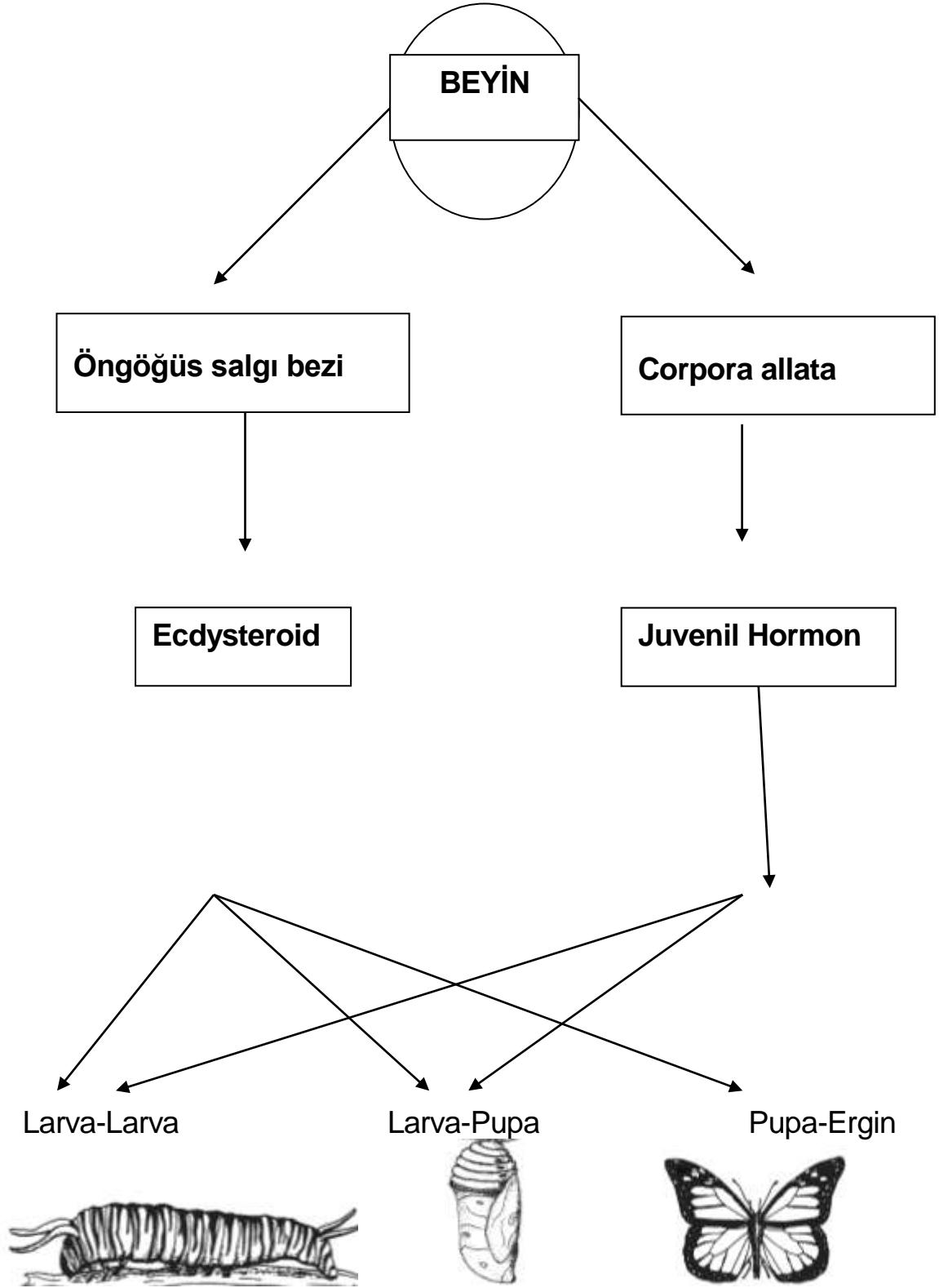
Ventral bezler. Birçok hemimetabol böcekte, başın arka kısmının ventral tarafında, zarımsı boyun derisinin içerisinde, çift yapıları bir hormon bezidir. Öngöğüs salgı bezleri gibi larva evresinde büyür ve metamorfozdan sonra körelir. Histolojik ve işlevsel olarak prothorax bezine benzer. Çok defa ikisi homolog organlar olarak kabul edilir.

Perikardiyal bez. Birçok değnekçekirgesinde (*Phasmida*) aortun ön kısmında, çıkış kanalı olmayan bir bezdir. Son larva evresinde büyüklüğü en fazladır ve diğer hormonal bezler gibi son deri değişiminden sonra dejenere olur. Bu nedenle deri değişimi ve metamorfozla ilgili olduğu kesindir.

İçsel Organlar. Yumurtalıkları, erbezlerini, yağ yapısını ve sindirim sisteminin kısımlarını içeren vücudun çok sayıda organları ile ilişkide olan, hormon üreten hücrelerdir. Vücudun pek çok diğer doku ve organları da hormon üretmektedir. Örneğin, yumurtalıklar ve erbezleri, kur yapma ve çiftleşme davranışlarını koordine etmede görülen gonad hormonlarını üretirler. Sinir sisteminde ventral ganglionlar (sinir düğümleri), böceğe eski dış iskeletini atmasına yardım eden bir bileşik (eclosion hormonu) ile yeni bir dış iskeletin sertleşmesini ve kararmasını sağlayan diğer bileşik (bursicon) üretirler. Su ve tuz dengesini ayarlayarak kandaki çözünmüş şeker miktarını kontrol eden ve protein metabolizmasını düzenleyen başka hormonlar da vardır.



Tütün boynuzlu kurdu, *Manduca sexta*, tırtılı



10-5. Hormonlar

Üç hormon veya hormon çeşidi, böceklerde gelişme ve üreme işlevlerinin tamamlayıcılarıdır. Bunlar ecdysteroidler, juvenil hormonlar ve nörohormonlar (nöropeptidler de denir)'dir.

Ecdysteroidler. Ecdysteroid, **deri değiştirmeyi destekleyen etkinliğe sahip** herhangi bir steroid için kullanılan genel bir terimdir. Tüm ecdysteroidler, böceklerin baştan sentezleyemediği ve besinlerinden almak zorunda oldukları kolesterol gibi sterollerden türetilirler. Ecdysteroidler bütün böceklerde bulunur ve en yaygın üyeleri **ecdysone** ve **20-hydroxyecdysone**'nin olduğu bileşiklerin büyük bir grubunu oluştururlar.

Ecdysone, (α -ecdysone da denir) öngögüs salgı bezinden hemolymph'e salıverilir ve çoğunlukla bazı peripheral dokularda daha etkin hormon olan **20-hydroxyecdysone** dönüştürülür. Böceklerde 20-hydroxyecdysone (geçmiş literatürde çoğunlukla ecdysterone veya β -ecdysone'a atfedilmiştir) en yaygın ve fizyolojik olarak önemli olan ecdysteroid'dir.

Ecdysone kimyasal yapı olarak bir steroiddir ve omurgasızlarda yapısı tam olarak aydınlatılmış ilk hormondur. Bu sadece **deri değiştirme hormonu** değil, aynı zamanda **metamorfoz hormonu** olarak da adlandırılır. İntegümente (vücut örtüsüne) etki ederek kuvvetli bir pupa ve ergin kutikulası sklerotizasyonu sağlar. Ayrıca holometabol böceklerde metamorfozdaki köklü değişmelere neden olur.

Deri değiştirmeyi sağlamada ecdysteroidlerin etkisi kapsamlı olarak araştırılmış ve farklı böceklerde aynı işleve sahip olduğu görülmüştür. Ecdysteroidler dişi böceklerin yumurtalıklarında da üretilmekte ve yumurtalıkların olgunlaşmasına (örneğin YOLK yumurta sarısı birikimi) veya embriyonik kutikulanın oluşumu sırasında metabolize olan yumurtaların denk edilmesinde katılabilmektedir.

Juvenile hormonlar. (Gençlik Hormonu) Akriba sesquiterpenoid bileşiklerin bir cinsinden oluşur, bu nedenle JH sembolü JH-I, JH-II, JH-III ve JH-0 hormonlarının birini veya bir karışımını gösterir. Karşık JH üreten böceklerin olması (tütün boynuzlu kurdu, *Manduca sexta* gibi), homolog JH'ların ayrılmaz işlevlerinin karmaşıklığını arttırmaktadır. Bu hormonların iki büyük rolü vardır. Bunlar, başkalaşımı ve üreme gelişimini denetlemektir. Larva karakteristikleri korunur ve metamorfoz JH tarafından engellenir; ergin gelişimi JH olmadığı bir deri değiştirmeyi gerektirir. Böylece JH her bir deri değiştirmede farklılaşmanın derecesini ve yönünü denetler (see section 6.3 for details). Ergin dişi bökekte, JH yumurtalarda yumurta sarısı birikimini uyarır ve yardımcı salgı bezlerinin etkinliğini ve feromon üretimini etkiler. (section 5.11).

Birçok larva evresinin geçirilmesi, gerçekte, juvenil hormonun etkisiyle olmaktadır. Bu gençlik hormonunu **corpora allata** üretir. Bir noktada gençlik hormonu ile ecdysone hormonu birbirine ters yönde etki ederler. Juvenil hormonda etki gösteren bir dizi madde tam olarak bilinmemekle birlikte, hemen hepsi farnesolün belirli türevleridir.

Juvenil hormon her deri değiştirmede ecdysonun metamorfoz etkisini değiştirerek yeni bir larva evresinin meydana gelmesini sağlar. Postembriyonik evrede corpora allata, diğer iç organlara ve özellikle öngögüs salgı bezlerine göre çok az büyür. Gittikçe azalan hemolenfe verilen

juvenil hormon miktarı, bir noktada metamorfozun oluşmasını önleyemez. Bu aşamada hemimetabol böceklerde ergin deri değişimi ve holometabol böceklerde pupa olma görülür.

Neurohormonlar. Böcek hormonlarının üçüncü ve en büyük sınıfını oluşturur. Çoğunlukla peptitlerdir (küçük proteinler) ve bu nedenle alternatif adları **neuropeptidler**dir. Bu protein haberciler, JH'ların ve ecdysteroidlerin salgılanmasını içeren böcek gelişim, homeostasis, metabolizma ve üremesinin pek çok yönünün baş düzenleyicileridirler. Yaklaşık 150 nöropeptid tanımlanmıştır ve bazıları (muhtemelen çok sayıda) aynı gen tarafından gen duplikasyonu olaylarından sonra kodlandığı çoklu yapılarda bulunmaktadır. Eşdeğer veya yakın biyolojik etkinlikteki peptidler arasındaki yapısal çeşitlilik, aktif peptidleri oluşturmak için ayrılmış ve değişikliğe uğramış **çok sayıdaki** öncülerden sentezlenmenin bir sonucudur.

Neuropeptidler ya doğrudan sinir aksonları boyunca veya hemolemf ile terminal efektör yerlerine ulaşırlar veyahut diğer endokrin salgı bezleri (corpora allata ve öngöğüs salgıbezleri) üzerindeki etkileri ile dolaylı denetim sağlarlar. Engelleyici ve uyarıcı sinyaller her ikisi de neurohormon düzenlemesine katılırlar. Düzenleyici neuropeptidlerin etkililiği, hedef hücrelerin plazma zarlarında bulunan stereospesifik yüksek seçicili tutunma yerlerine bağlı olmaktadır.

Hormonlar kendi hedef dokularına taşınım, vücut sıvıları veya hemolemf ile ulaşır. Hormonlar çoğunlukla suda çözünebilirdir, ancak bazı hormonlar hemolymphteki proteinlere bağlı taşınabilir. Örneğin, bazı böceklerde ecdysteroid ve JH bağlayıcı proteinlerin varlığı bilinmektedir.

DUYU ORGANLARI

Vücudun üzerindeki almalar (öncelikle eklem zarı ve yumuşak dokularda, ya da göz gibi dış ortama açılan pencerelerde ya da diken vs gibi yardımcı yapılara bağlı olarak bulunurlar) uyarıların alımında en önemli rolü oynar. Alınan impulsun hepsi aynı yöntemle merkezi sistemine iletilir. Gittikleri merkeze göre yorum ortaya çıkar (ses, ışık, sıcaklık vs gibi). Duyu hücresinin, epitel ve kutikular kökenli yardımcı hücreler ile (kıl gibi) yaptığı birliklere duyu organları denir.

Duyu organları ya birkaç duyu hücresinden ya da birçok hücreden yapılmış komplekslerden ve yardımcı yapılardan meydana gelmiştir.

10-6 Serbest Sinir Uçlu Hücreler

Bu hücreler yardımcı yapılar taşımazlar. Dendritlerini dokuların arasına gönderirler ve uyarıları bu uzantıları ile alırlar.

10-7 Duyu Kılırları

En basit duyu organlarıdır. Epiderminin aynı yerde oluşan epidermis ve kutikula kökenli kıl ile duyu hücrelerinin ya da hücresinin ortak bir yapı meydana getirmesi ile oluşurlar. İntegümentin hemen her yerinde, bazen gruplar halinde bulunurlar. Tatma, koklama, sıcaklık ve ağırlık uyarıları

belirli alanlara toplanmış yapılarla alınır. Koku uzantıları öncelikle vücudun ön kısmına, özellikle antenin ucuna, tatma epifarinkse; dokunma, ağız üyelerine ve ikincil olarak bacakların tarsuslarına toplanmıştır.

10-8 Kordotonal (Chordotonal) Organlar

Duyu hücrelerinin, çoğunlukla iki kutikulanın arasında gerilmesiyle özellik kazanmıştır. İki kutikulanın karşılıklı hareketi bu sinir hücresinde bir gerginlik değişikliğine neden olacağından impuls meydana gelir.

Kanatlı böceklerin tümünün antenlerinde bir dizi **antenal chordotonal organ** vardır. Antenin ikinci segmentinin duvarları arasına gerilmiş bulunan bu organlar özünde Johnston Organını oluşturur. İkinci segmentin (pedicellus) üzerine oturmuş diğer anten segmentlerinin (flagellum) hareketlerini algılar. Yapılarına göre hava akımını, titreşimleri ya da anten kamçısının (flagellum) konumuna (ağırlığına) göre vücut konumunun değişikliğini algırlar. Titreşimleri algıladıklarından dolayı bir çeşit duyma organı ödevini de üstlenmişlerdir.

10-9 Timpanal (İşitme) Organı

Vcüdun farklı yerlerinde trunkal pedal chordotonal organlardan meydana gelmiştir. En iyi bilinenleri, ses çıkaran böceklerde görülür. **Kısa antenli çekirgelerde ve ağustos böceklerinde** abdomenin birinci segmentinin pleurasında; uzun antenli çekirgelerde ve cırcır böceklerinde birinci bacağın tibiasında bulunur. Keza ses çıkarmayan bazı böceklerde de işitme organı bulunur. Örneğin bazı gece kelebeklerinde kendilerini avlayan yarasaların çıkardıkları ultra sesleri alabilmek için abdomenin birinci segmentinin pleurasında; sucul yarımkanatlıların göğsünde işitme organı oluşmuştur.

Timpanal organ içerisinde, skolopodyumlar ile ilişkili olarak integümentin ince, gerilmiş bir kısmı vardır; bu zara tymphanum denir. **Ağustos böceklerinde, kısa antenli çekirgelerde** ve cırcır böceklerinde olduğu gibi zar dışarıdan görülebildiği halde, uzunantenli çekirgelerde bir cebin içerisine çekilmiş ve ince bir yarıkla dışarıya açılmış olabilir. İçte, timpanal zara her zaman bir trake ya da trake kesesi yaslanmıştır.

Zar, basınç alıcısı olarak ödev görür. Gelen ses dalgaları timpanal zar tarafından titreşimlere dönüştürülür. Bu titreşimler, üzerinde skolopodyumlar bulunan komşu tarakeye iletilir. Trake duvarının titreşimi ile ses dalgasının ritmi alınmış olur.

10-10 Işık algılayan Organlar

Bazı kimyasal tepkimeler ışık aracılığıyla oluşur. Bunların bazılarında fotoğraf tekniğinde yararlanılır. Vücutta ışığa duyarlı bazı maddeler, ışık algıladıklarında diğer bir maddeye dönüşürler ve bu dönüşümden impulslar oluşur. Işığa duyarlı maddeler çoğunlukla ışık organları içerisinde bulunurlar. Fakat bazılarında bu maddeler belirli bir vücut bölgesinde toplanmamış, tüm vücut yüzeyine dağılmıştır.

10-11 Dermal (Deriden) Işık Algılanması

Bazı kelebek tırtılları dinlenme sırasında vücutlarının koyu renkli sırt kısımlarını kuvvetli ışığa karşı çevirirler. Bunlarda sadece göz değil, tüm vücut yüzeyi ışığa duyarlıdır. Çünkü gözler tamamen kapatılsa dahi ışığa tepki gözlenir. Hamam böceklerinde ve unkurtlarında gözler kapatıldıktan sonra da ışıktan kaçma görülür. Mağalarda yaşayan bazı gözsüz kınkanatlılar ya da gözsüz termit işçileri ışığı farketme yeteneğindedirler.

Birçok böcekte gün uzunluğu ile, yani fotoperiyotla, gelişme kademeleri arasında yakın bir ilişki kurulmuştur. Böylece, türlerin çoğunda, diyapoz bu yolla başlatılır. Yine bu yolla yaprak bitlerinde ve diğer birçok partenogenetik çoğalan hayvanda eşeyli bireylerin ortaya çıkması, örneğin yazın genellikle sadece dişilerin meydana gelmesi sağlanır. Gündüz uzunluğu 14 saatin altına düştüğü zaman, erkekler meydana gelmeğe başlar. Burada, ışık, gözlerden değil baş kapsülünün dokusu içinden geçerek beynin belirli merkezlerine etki eder.

10-12 Gözler

Noktagöz (Basitgöz = Ocellus). Noktagözlerin görevleri konusunda kesin bir bilgi yoktur. Bütün böceklerde aynı oldukları da tartışmalıdır. Genellikle böcekler noktagözleri kapatıldığında ışık değişimlerine daha yavaş tepki gösterirler. Diğer taraftan bileşikgözleri kapatılmış; fakat nokta gözleri açık bırakılmış birçok böcekte, örneğin, balarısında, sirkesineğinde sanki tamamen körmüş gibi tepki görülür. Noktagözler bileşik gözlere etki eden uyarıların meydana getirdiği etkileri kuvvetlendirmektedir. Başlıca iki çeşidi vardır.

Yan Noktagözler. Holometabol böcek larvalarında başın yan taraflarında noktagözlere verilen isimdir. Bu gözlerin, ışık farkını, yönü, hareketi ve kural olarak uzaklığı saptadığı kabul edilir. Larval gözlerin metamorfoz sırasında kaybolması genel bir durumdur.

Dorsal Noktagözler (Tepegözler). Noktagözlerin ana tipi olan dorsal gözler ergin evrede oluşur. Bunlar alanda ve başın tepe çizgisinde olmak üzere üç adettir.

Bileşikgözler (Facetgözler, Petekgözler). Çok sayıda **ommatidium**dan (bir çeşit noktagözden) yapılmıştır. Her ommatidium kendi özel optik sistemine sahiptir. Ommatidium sayısı türlere göre değişmektedir.

BÖLÜM III

11 BÖCEKLERDE ÜREME VE GELİŞME

YUMURTA VE DÖLLENME

11-1 Yumurta

Olgunlaşmasını tamamlamış yumurta, yumurta hücresi tarafından meydana getirilen ince bir yumurta sarısı (vitellus) zarı ve follikül epiteli tarafından salgılanan **chorion ile çevrilmiştir**. Yumurtanın şekli çok değişik olabilir. Bazı türlerde yaklaşık küre, bazılarında ince uzundur; keza kıvrılmış, bir taraflı ya da iki taraflı konkav (içbükey) olabilir. Çoğunluk oval ve hafifçe eğridir.

Yumurta sarısının (besin maddesinin = vitellusun) dağılımına göre böcek yumurtaları tipik olarak sentrolesitaldir. **Ooplazma**, göresel olarak ince, dış yüze toplanmış (periferik) **periplazma** ile çekirdeğin etrafını çeviren **avlu plazma** ve bu iki plazma bölgesini birbirine bağlayan plazma köprüleri ile tüm yumurta içerisinde gevşek bir ağ şeklinde uzanan **retikulo plazmadan** meydana gelmiştir. Retikulo plazmanın ara boşluklarında yumurta sarısı besin maddeleri = vitellus bulunur. Yumurta sarısı topak ya da kese şeklindeki proteinlerden, farklı büyüklüklerdeki yağ damlacıklarından, ince granüllü glikojen parçacıklarından oluşmuştur.

Yumurta zarı. Yumurtasarı zarı birçok böcekte ince ve sağlam bir zardır. Segmentasyon başlayınca bu zarı ayırmak artık olanaksızdır. Birçok sinekte iki katmandan meydana geldiği bilinmektedir; katmanın biri yumurta hücresi, diğeri follikül hücreleri tarafından salgılandığından koriyon olarak da değerlendirilir.

Yumurta kabuğu (Chorion). Follikül hücreleri tarafından salgılanır. Koriyon genel olarak iki kısımdan meydana gelmiştir. Dıştaki katmana **exochorion**, içtekine **endochorion** denir.

Koriyon, eğer üzerinde delik taşımazsa yumurtanın döllenesini olanaksız kılar. Bu nedenle belirli yerlerinde spermaların girmesi için bir ya da birçok delik vardır. Bu deliklere **mycropyl** denir. Mikropiller ya koriyonun çok incelendiği yerlerde bulunur ya da kortiyonu enine aşan kanaldan oluşur. Mikropil, genellikle yumurtanın ön kutpunda, bazen koriyonun özellikle kabarmış, şişkinlik yapmış ya da uzamış bir kısmının ucunda bulunur.

Yumurtada suyun düzenlenmesi. Koriyon, yumurtayı koruyan ve içeriğinin düzenlenmesini sağlayan bir katman olarak bilinir. Yumurtalarını başka hayvanların hemolenfine bırakan parazitik arıların yumurtalarında bu katman çok incedir. Koriyon sadece su yitirilmesini önlemez, aynı zamanda dışarıdan su almasını da kolaylaştırır. Yumurtanın su alması aktif bir olaydır; madde değişimi ile birlikte miktarı değişir.

Nemli yerlere ve suya bırakılan yumurtalar koriyonlarından su alarak, hacim ve ağırlık olarak artarlar. Bazı durumlarda koriyon parçalanır; yumurta da yalnız yumurta sarısı zarı ve belki seroza-kutikula zarı aracılığıyla sarılmış olarak kalır.

Gaz alışverişi. Solunum gazlarının koriyondan diffüzyonu mümkündür. Eğer koriyon ince ise bu gaz değişimi tüm yüzey ile olur. Kural olarak, koriyon, yumurta hücresi ile dış ortamı birbirine bağlayan ince kanallarla donatılmıştır. Bu kanallar keza belirli bölgelere de toplanmış olabilir ya da tüm yüzeye dağılmıştır.

11-2 Çiftleşme ve Dölllenme

Döllenme her zaman dişinin vücudu içerisinde olur. Gonatlar ortadan kaldırılrsa dahi, böceklerdeki eşeyssel ıgğüdü devam eder. Dişi, yumurtaları olgunluğa ulaşmadan dahi çiftleşme yapabilir ve sperma, reseptakulum içerisinde bekletilir. Dişi, erkek tarafından çoğunluk aktif olarak aranır. Toplu uçuşlarda (birgünsinekleri, arılar, karıncalar vs) eşey bulmak kolaylaşır. Bundan başka, gözle, titreşimle ve kokuyla dişiyi bulma çok yaygındır. Dişiyi bulmada en etkin faktör, kuşkusuz **feromonlar**'dır. Dişinin çeşitli bezleri tarafından çıkarılan bu maddeler çok eser halde dahi etkindirler. İlk defa İpekböceğinde (*Bombyx mori*) 500.000 koku bezinin özütü çıkarılmak suretiyle 10 mg kristalize feromon, **bombykol** elde edilmiştir. Sesle uyarı ağustos böceklerinde ve çekirgelerde yaygındır.

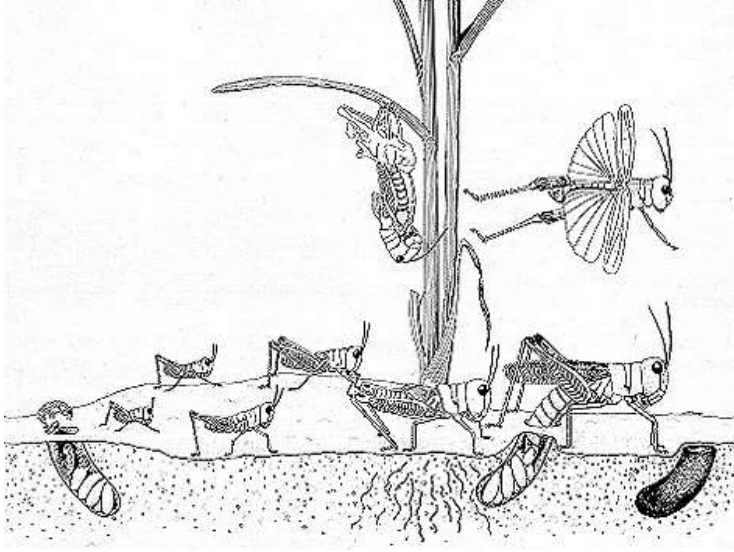
Böceklerin birçoğunda ve yarasalarda zamanlama problemi ilginç bir yolla çözülmektedir. Çiftleşmeden sonra, sperma dişide özel yapılar içinde saklanır ve daha sonraki bir süre içinde yumurtaları döllenmek için kullanılır. Örneğin, kraliçe arıda, bir çiftleşme ile, yaşamı süresince koyacağı yüz binlerce yumurtayı dölleyecek yeterli sperma depolanır. Spermanın bu kadar uzun bir dönem nasıl canlı kalabildiği bilinmemektedir.(Bölüm 17: Mayoz ve Eşeyli Üreme)

Yumurta bırakılmak için dışarıya itilirken reseptakulumun önünden geçer. Reseptakulumun içerisinde bulunan spermanın küçük bir kısmı yumurtaya itilir. Mikropilden giren birçok spermadan yalnız bir tanesi, büyük bir olasılıkla yumurtaya giren ilk sperma yaşamasına devam eder; diğerleri hemen ölürler ve yumurta hücresi tarafından absorbe edilirler. Kural olarak ancak bu evreden sonra yumurta hücrelerinin olgunlaşma bölünmeleri başlar ve bu sürede 4 haploid çekirdek oluşur. Bu çekirdeklerden yalnız bir tanesi dişi ön çekirdeğine dönüşür. Diğerleri kutup çekirdeği olarak ölür ve emilirler. Bu bölünmede, ilk önce oosit çekirdeği birbirini izleyen iki bölünme ile iki kutup iki de esas hücre çekirdeği meydana getirir.

11-3 Yumurta Koyma

Böceklerin bir kısmının yavrularını canlı olarak doğurdukları (vivipar böcekler) bir kısmının larva (larvipar) ya da pupa (pupipar) halinde bıraktıkları bir yana bırakılırsa, çoğunluğunun uygun yerlere döllendikten sonra yumurta koydukları görülür. Her türün yumurta koyma ortamı kendine özgüdür. Birçoğunda tüm yaşam boyunca bir defa, bazılarında (arı ve karıncalarda olduğu gibi) defalarca yumurtlama görülür. Yumurta sayısı çoğunlukla 20 - 100 civarındadır. Beslenmenin ve diğer ortam koşullarının yumurta sayısını değiştirdiği bilinmektedir. Yumurtalar tek tek ya da paket halinde bırakılır.

Kural olarak yumurtalar, çıkacak larvaların besin bulabilecekleri yere veya yakınına konur. Örneğin, Tarla çekirgeleri yumurtalarını ince topraktan yapılmış paketler (yüksükler) halinde toprağa koyarlar (Şekil 11-1). *Lymantria dispar* (L.) ve *Euproctis chrysorrhoea* (L.) (Lepidoptera, Lymantriidae)'de yumurtalar, sırasıyla ağaç gövdelerine ve yaprakların alt yüzüne kümeler halinde bırakılır.



Şekil 11-1. İribaş Çayırçekirgesinde Üreme ve Gelişme

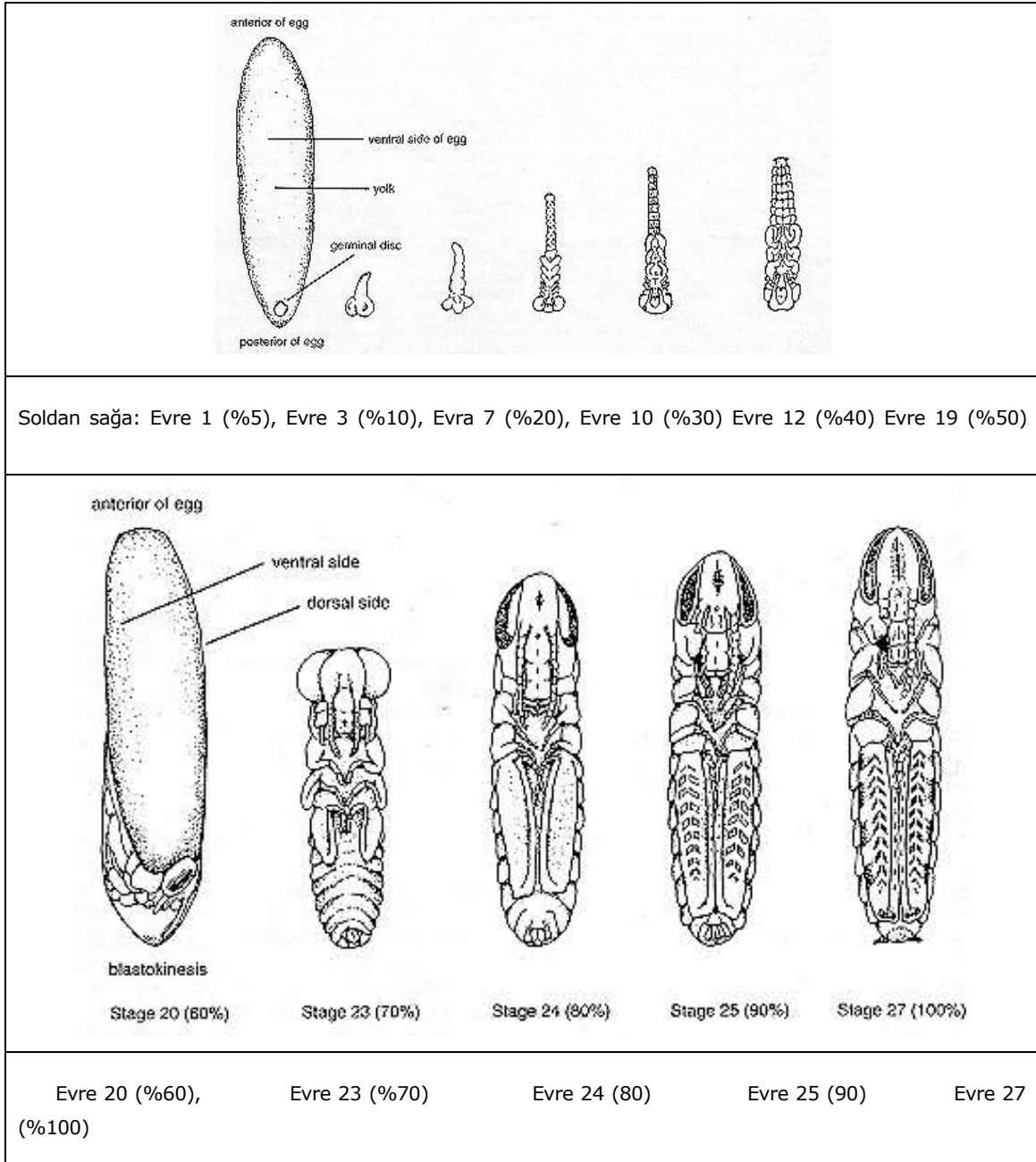
Yumurtalar gelişigüzel bırakıldığı gibi özel şekiller meydana gelecek şekilde de konur. Örneğin, Çam keseböceği *Thaumetopoea pityocampa* (Schiff.) (Lepidoptera, Thaumetopoeidae) kural olarak iki iğneyaprağı birleştirerek bunun etrafına bir mısır koçanını andıracak şekilde, *Malacosoma neustria* (L.) (Lepidoptera, Lasiocampidae), kurşunkalem kalınlığındaki dallara yüzük tarzinde, Chrysomelidae (Yaprak böcekleri) familyasındaki böceklerin birçoğu yan yana düzgün sıralar oluşturacak şekilde, Kabukböcekleri (Coleoptera, Scolytidae) kabuk altına veya odunda açtıkları yollara sıralar ya da kümeler halinde yumurta koyarlar.



Yaprakta Lepidoptera yumurtaları

GELİŞME

Zigot çekirdeğinden mitoz bölünme ile çok sayıda oğul ve torun çekirdek oluşur. Bölünen bu çekirdekler daha sonra belirli ölçülerde değişerek ileride böcek larvalarını oluşturacak doku ve organları yaparlar. **Bu ilk gelişmeye, yani larva oluncaya kadar olan gelişmeye primer gelişme denir.** Organların histolojik değişimleri embiyolojik gelişme sırasında tamamlanır (Şekil 11-2).



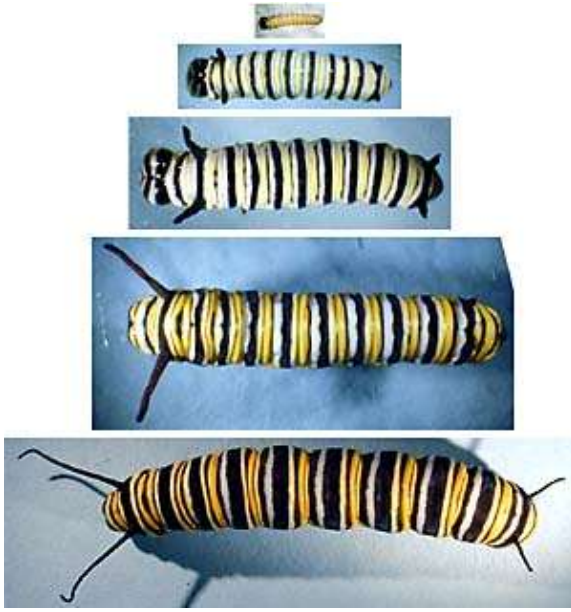
Şekil 11-2. Bir Çekirge Embriyosunda Primer Gelişme Evreleri

Yumurtadan ya ergine biraz benzeyen (hemimetabol) **nimf** (nymph) ya da hiç benzemeyen (holometabol) **larva** bir yavru çıkar. Çoğunluk her ikisine de yani nimfe de larva denir. Genç larvanın dışarıya çıkmasından kısa bir süre önce histolojik farklılaşmasını tamamlamış organlar işlevlerini gösterir. Koriyon çeşitli şekillerde parçalanır. En sık görüleni yarıлма çizgisi boyunca görülen kabuktaki incelmedir.

Yumurtadan çıkan larva **postembriyonik** olarak gelişmeye devam eder. Büyüme, deri değiştirme ile olur. Eski kutikulanın yerine yenisi gelir. Deri değiştirme çeşitli larva evrelerini birbirinden ayırır. Son deri değiştirildikten sonra, tamamen gelişmiş olan ergin **imago** meydana gelir. Gelişme evrelerine göre, larva, pronimf, nimf, prepupa, pupa diye çeşitlere ayrılırlar. Deri değiştirmenin ismlendirilmesi, onu izleyen evrenin ismiyle olur. Örneğin , larval deri değiştirme, larvanın; pupa derisi pupanın; imajinal deri değiştirme, erginin meydana gelmesi için oluşur. Eğer ergin, birçok Apterigota ve Ephemeroptera'da olduğu gibi deri değiştirmeye devam ediyorsa, buna ergin ya da **ek deri değiştirme** denir. Değiştirilen deri her zaman dökülmez. Eğer eski deri yeni kutikula ile birlikte böceği sararsa buna **pharat**, son iki deri aynı şekilde böceği sararsa buna da **dipharat** denir. Bir pharat evresinin çözünen kutikulası eğer sertleşmişse, o zaman hareketler büyük ölçüde önlenmiş olur ve buna da **coarctat** denir.



Papilio polytes tırtılında birinci ve ikinci larval evreler.

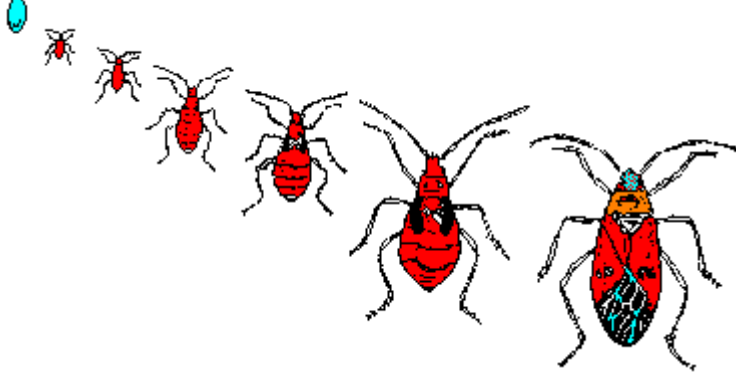


Bütün böcekler postembriyonik gelişme sırasında larva evrelerini yaşarlar. Bu evrelerin sayıları, takımdan takıma, bazen türden türe, hatta birkaç durumda aynı tür içinde dahi değişiklikler gösterir. Japyx, yalnız bir larva evresine sahiptir, buna karşın Ephemeroptera'da 40 kadar deri değişimi görülür. Genel olarak 4-5 larva evresi vardır. Beslenme durumuna ya da çevrenin sıcaklığına göre değişme görülebilir. İyi beslenemeyen küçük kalmış kelebek tırtıllarının bazıları, iyi beslenen iri kelebek tırtıllarından daha çok deri değiştirmiştir. Yüksek sıcaklıkta birkaç deri değiştirme hızla birbirini izler. Yumurtadan çıkan larvaya **yumurta larvası** ya da **genç larva** son larvaya da **yaşlı larva, olgun larva** denir.



Turuncu nane güvesi, *Pyrausta orphisalis* (Lepidoptera: Pyralidae) larval evreleri, pupa ve ergini.

Erginde görülen bazı yapıların taslağı, eğer, ancak geç larval evrelerde ortaya çıkıyorsa, bu evredeki böceklere **nimf** denir. Birçok böcekte kanat taslaklarının ancak geç larval evrelerde görülmeye başlaması, bu böceklerin larvalarının nimf olarak adlandırılmasını sağlar. Eğer taslaklar genç larval evrelerin başından beri görülüyorsa, çok defa, yine larva olarak adlandırılır.



Nimf terimi, Yunanca gelin ya da genç kız anlamına gelmektedir. Mitolojide nimf, dağları, ormanları ve suyu mesken tutmuş güzel bir gelinin temsil ettiği, aşağı mertebeden doğa tanrılarından biridir. Entomolojide nimf, yaribaşkalaşımli böceklerin ergin öncesi evreleridir. Odonata, Orthoptera, Isoptera, Heteroptera, Homoptera, Thysanoptera, Anoplura, Dermaptera, Mallophaga ve Psocoptera(Corrodentia)'nın ergin öncesi evreleri nimf olarak bilinir. Nimflerin bazı yaygın karakteristikleri vardır. Kanatlar vücudun dışında gelişir (bazısında geç nimf dönemlerinde). Bileşik gözler çoğunlukla vardır ve bu türler çoğunlukla karasaldir. Ergin öncesinde herhangi bir dinlenme (pupa) evresi yoktur. Vücut şekli ve yapıları, beslenme alışkanlıkları çoğunlukla ergininkine benzerdir.

Thysanoptera'da, ikinci veya üçüncü döneme kadar kanat izlerinin hiçbir belirtisi yoktur. Psocoptera(Corrodentia)'da kanat geliştiren türlerde de nimfler kanat taslaklarından yoksundur. Thysanoptera ve erkek Alleyrodidae ve Coccidae'de bir pupa olma belirtisi vardır. Erkek Coccidae koza dahi oluşturur. Heteroptera akımının Corixidae, Belostomidae, Nepidae ve diğer bazı küçük familyalarının nimfleri yarı-suculdurlar. Suların altına inerler ve önmeli bir süre burada kalırlar, ancak hava ile solunum yaparlar.

Entomolojide, sucul karakterli nimfler için **naid** terimi kullanılır. Mitolojide naid, göller, akarsular, kaynaklar ve çeşmelerde yaşayan ve onlara yaşam ve devamlılık veren doğa tanrılarından biridir. Naid olarak adlandırılan ergin öncesi evreleri olan sadece üç böcek takımı vardır. Bunlar Plecoptera, Ephemeroptera, ve Odonata'dır. Naidlerin bazı ortak karakteristikleri vardır. Suculdurlar; kapalı solunum delikleri vardır, solungaçlarla solunum yaparlar ve çiğneyici tipte ağız parçaları vardır. Çoğu yırtıcılıkla geçirir, ancak Ephemeroptera nimfleri temelde herbivordur, bitki döküntüleri ve alglerle beslenirler, ancak bazıları aynı zamanda hayvansal besin alırlar.

İmajinifugal gelişim yalnız holometabol böceklerin larvalarına özgüdür. Coleoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Lepidoptera, Diptera, Trichoptera, Mecoptera ve Siphonoptera bu tip gelişme gösterir. Erginleşmeden önceki devreye **metamorphose** denir. Bu hareketsiz evre

çoğunluk pupa ya da krizalit (chrysalis) olarak adlandırılır. Bu evrede çok büyük değişiklikler olur, çoğunluk, çıkan ergin ile pupa giren larva arasında dış görünüş bakımından herhangi bir benzerlik görülmez. Bu nedenle **tam başlaşım** yani holometabol denir. Pupa evresinde besin alınmaz. Kanat ve eşey organlar ilk defa bu evrede oluşur ve gelişir.

BAŞKALAŞIM

Şekil değişikliğini belirten **başkalaşım** (metamorphosis; çoğul, metamorphoses) terimi, Yunanca *meta*, değişme ve *morphe*, şekil sözcüklerinden gelmektedir. Başkalaşım, bir böceğin yumurtadan larva, pupa ve ergine veya yumurtadan nimf ve ergine gelişiminde geçirdiği değişiklikler dizisi olarak tanımlanır. Bu değişiklikler yarıbaşkalaşım (hemimetabola) ve tambaşkalaşım (holometabola) olarak iki ana grup altında incelenir.

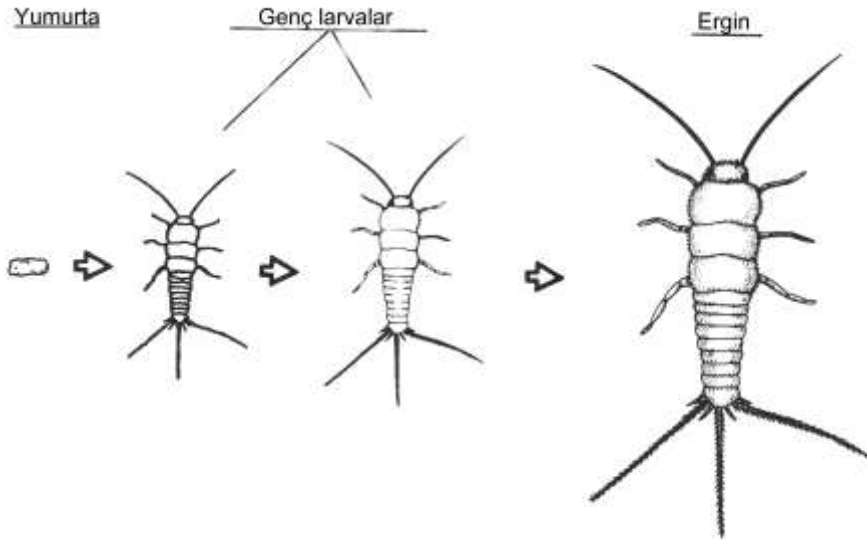
11-1 Yarıbaşkalaşım (Hemimetabola)

Pek çok böcek türünde, yavru, kanatlarının olmaması dışında, diştan ergine çok benzer. Ancak, gelişmenin bir aşamasından sonra, kanatlar, küçük kanat taslakları olarak vücudun dışına eklenmiş olarak görülebilirler. Yavru böcek geliştikçe erginini daha fazla andırır. Bu tür gelişime *kademeli* ya da *basit başkalaşım* denir. Bu böceklerin yavrusuna nimf (nymph) denir. Nimfler yaygın olarak erinleri ile aynı alışkanlıklara sahiptirler ve çoğunlukla birlikte beslenirler. Bunun bir örneği, ergin ve nimfleri her zaman aynı bitki üzerinde bulunan bitki bitleridir. Çekirge nimf ve erginleri çayır ve otları yerler ve otlaklarda birlikte sığrarken görülürler. Basit veya kademeli başkalaşımli böcekler Plecoptera, Ephemeroptera, Odonata, Embioptera, Orthoptera, Isoptera, Dermaptera, Thysanoptera, Mallophaga, Anoplura, Heteroptera ve Homoptera takımlarına aittir. Bu böceklerin tamamı yarıbaşkalaşımli (hemimetabola) olarak bilinirler.

Yarıbaşkalaşımda gerçek pupa evresi yoktur. Kanat kasları, eşey organları ve redüksiyon bölünmeleri (gonatların gelişimi, gametlerin oluşumu) gözönüne alınmazsa, ergine benzerler. Embriyonal kutikula her zaman vardır. Aşağıdaki şekilde gruplara ayrılırlar. Yarıbaşkalaşım kendi içinde **Palaeometabola**, **Heterometabola** ve **Neometabola** şeklinde gruplara ayrılır.

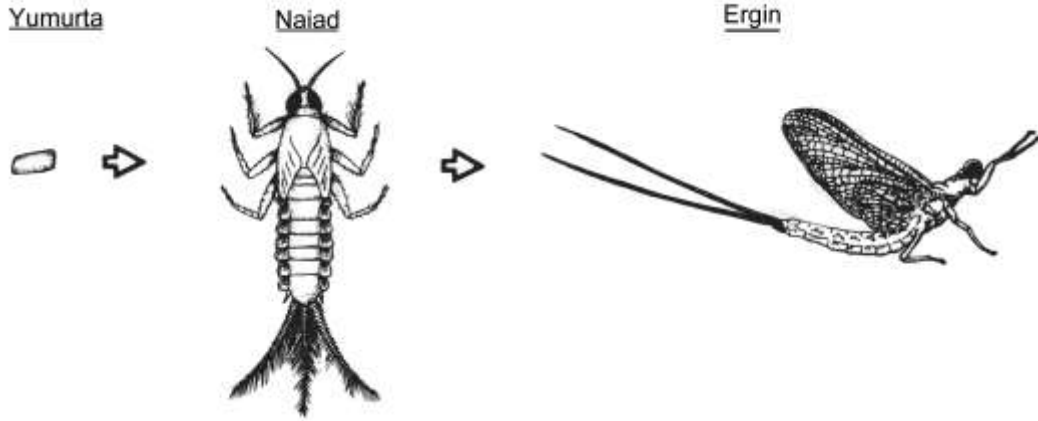
Palaeometabola'da nimfler, vücut yapılarının bazılarındaki şekil değişiklikleri ile erginlerinden ayrılırlar. **Ametabola** ve **prometabola** diye iki çeşidi vardır.

Bunlardan **ametabol (epimetabol)** başkalaşımında, böceğin gelişiminde, büyüme dışında, başka bir değişiklik yoktur. *Apterygota*, kanatsız böcelerde görülür. Yumurtadan çıkan yavru ergini andırır ve gelişme süresince hemen hiç bir değişiklik göstermez. Bu böcekler daha rahat gelişebilmek için deri değiştirirler. Ancak bu evreler, büyüklük dışında, büyük çoğunlukla aynı görünümde dir. Bu böceklerin ergin öncesi evrelerine *nimf* denilmektedir. Ancak *yavru* daha doğru ve tercih edilen terim olmaktadır. Yavruların erginlerden farkı, eşey sel organların tam gelişmemiş olmasıdır. Diğer tüm özellikleri bakımından erginlerine benzerler. Bir tek deri değiştirmeden (Protura), bir çok deri değiştirmeye (Thysanura) kadar her çeşidi görülür (Şekil 11-3).



Şekil 11-3. Ametabola

Prometabol başkalaşım görülen Ephemeroptera (Mayıssinekleri) türleri, kanatlı hale eriştikten sonra deri değiştiren yegane böceklerdir. Nimfler (naid) suda yaşar. Kanat taslakları adım adım gelişir. Kanatların tam geliştiği sondan bir önceki evrede (*subimago*) bir deri daha değiştirilerek ergin olurlar (Şekil 11- 4). Son dönemdeki nimfler beslenmeyi durdurur ve kısa bir süre ya bitki gövdelerine tırmanır ya da daha çok su yüzeyinde sürüklenir veya yüzerler. Burada, birkaç saniye içinde, nimfal deri yırtılır ve kanatlı böcek dışarı çıkar. Yeni erginleşmiş çoğu böceklerin aksine, bu böcek, uçuşu büyük oranda hava akıntıları ile yönlendirilse, de hemen uçabilir. Ancak bu kanatlı böcek ergin mayıssineği değil, daha donuk renkli subimago'dur. Rengin donukluğu, nimfal deriden ıslanmadan çıkmasını desteklediği zannedilen, çok ince tüylerle kaplı olmasındandır. Uygun bir dinlenme yerine ulaşan bu saubimagolar birkaç saat içinde (bazı türlerde sadece birkaç dakika) deri değiştirir daha parlak ergin tasarımlara dönüşürler. Bu böceklerin ergin evreleri çok kısadır. Sindirim sistemleri ve ağız parçaları körelmiştir. Çoğu türlerde erginler bir günden daha az yaşar. Bazıları da en fazla bir hafta yaşayabilir.



Şekil 11-4. Prometabola

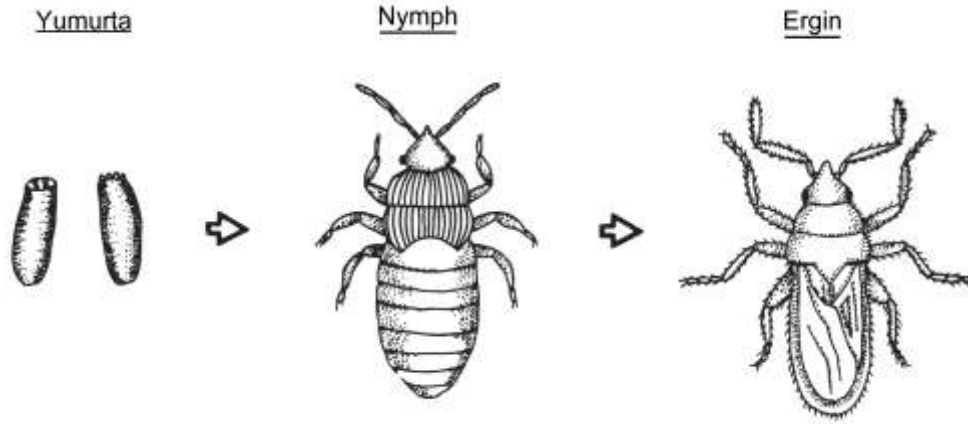
Nimfler abdomenin yanlarından gelişmiş levha şeklinde trakeal solungaçlarla solunum yaparlar. Bu solungaçlardan çoğunlukla yedi çift vardır ve bunlar vücudun geri kalan kısmına uzanan ince trakeleri içerirler. Oksijen sudan bunların içine diffüze olur. Bütün mayıssineklerinin nimfleri üç uzantıya sahipken, erginlerde orta filament yoktur.

Heterometabola'da, kanatlar her zaman larval gelişimin başından itibaren taslak halinde adım adım gelişerek son şeklini alır. Çok defa eşey organları da aynı şekilde gelişerek son şeklini alır. İki çeşidi vardır.

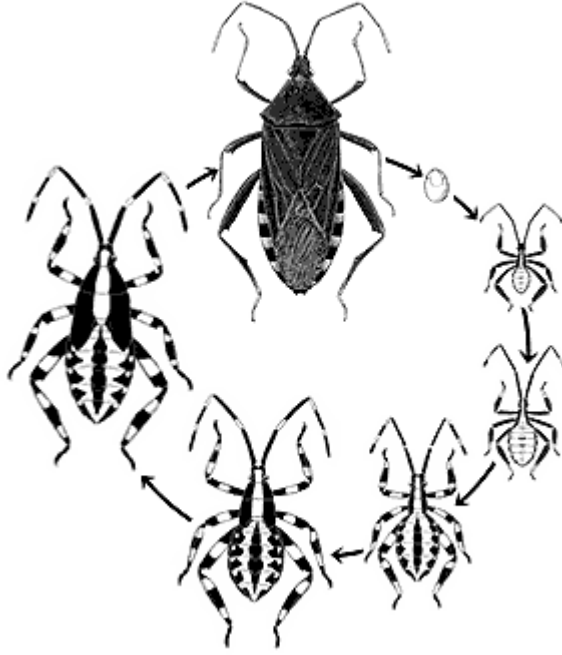
Archimetabol başkalaşım Odonata ve Plecoptera'da görülür. Nimfler suda yaşarlar, tracheae solungaçları vardır. Odonata'da bir deviyasyon özellik olarak maske bulunur. Yumurtadan çıkan nimfler, trake içeren ince çeperli levhalar olan trakeal solungaçlarla solunum yaparlar. Gerçek yusufçuklarda (Anisoptera) solungaçlar abdomen içinde saklanmışır. Ancak matmazel böceklerinde (Zygoptera), cerci ve vücudun sonundaki merkezi uzantının değişikliğe uğramasıyla gelişirler. Anisoptera nimfleri Zygoptera nimflerinden çok daha iridir. Tüm Odonata nimfleri, erginleri gibi karnivordur. Kanatların gelişiminden ve gözlerin kademeli büyümesinden farklı olarak, nimfal yaşam sırasında görülür çok az değişiklik olur. Nimfal yaşamın uzunluğu büyük çoğunlukla hakim sıcaklığa ve besin teminine bağlıdır, ancak Zygopteraların çoğu yaşam döngülerini bir yılda tamamlarlar. Anisoptera türlerinde bu dönem bir ile beş yıl, hatta daha uzun olabilmektedir. Nimfal yaşam süresi çoğunlukla 10 ile 15 ay arasında olmaktadır.

Nimf, kanatlı ergin form için deri değiştirmesine yakın, uygun bir bitki gövdesine tırmanır. Kısa bir dinlenmeden sonra, deri yırtılır ve erginin baş ve göğsü dışarı çıkar. Bunu, karının tamamen nimfal deriden çekilip çıkarılmasından önceki diğer bir dinlenme izler. Ardından kanatlar ve vücut tam boyutlarına gelişir. Odonataların çoğu sabahın karanlık, erken saatlerinde erginleşir ve desteklere sıkıca tutunmuş olarak görülür. Bu yeni erginler güneşle ısındıkça, şekil değişikliğinin kanıtı olan atılmış derilerini geride bırakıp uçarlar.

Paurometabol başkalaşım Orthoptera, Heteroptera ve kısmen Homoptera'da görülür. Kanatlar adım adım gelişir. Nimfler çoğu karasaldır (Şekil 11-5).



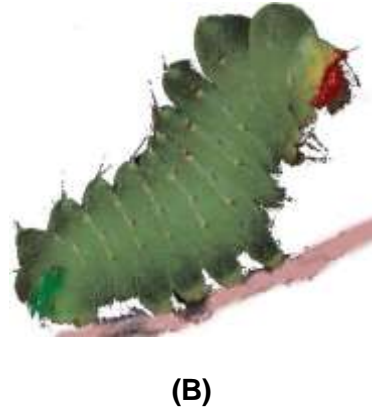
Şekil 11-5. **Paurometabola** (Hemimetabola)



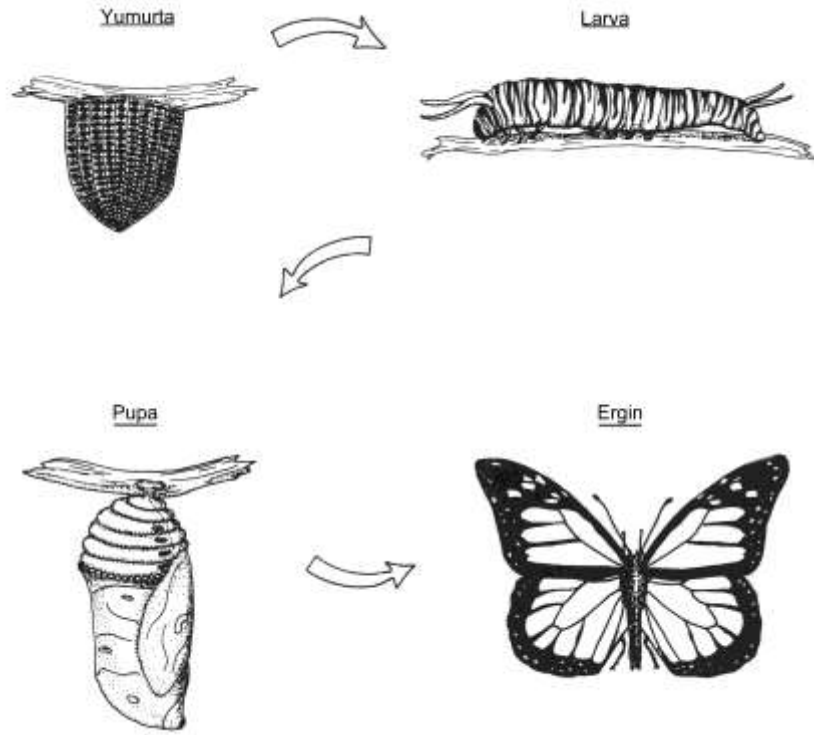
Neometabola'da kanat taslakları oldukça geç evrelerde ortaya çıkar. Larva ve nimf evresi birbirinden iyi bir şekilde ayrılır. Dört farklı çeşidi vardır. Bunlardan **homometabol başkalaşım** Phylloxeridae'nin kanatlı erginlerinde ortaya çıkar. Kanatlar preimajinal evrede ortaya çıkar. **Remetabol başkalaşım** Thysanoptera'da görülür. Kanatsız iki larva evresi (pronimf), bunu izleyen, sakın, kanat taslaklı iki nimf evresi vardır. **Parametabol başkalaşım** *Coccina* erkeklerinde görülür. İlk iki larva evresinde kanat taslağı yoktur; yaşlı larva bacaksızdır; son iki nimf evresinde ve ergin evrede besin alınmaz. Dişiler neotendir; bir deri değişimi eksiktir.

11-5 Tam Başkalaşım (Holometabola)

Bu başkalaşım çeşidinde, yavrular erginlerinden çok farklıdır. Hiçbir dışsal kanat izi yoktur. Yavrular **larva** olarak bilinir. Larva evresi ergine hiç benzemez. Erginden önce gerçek bir **pupa** evresi meydana gelir. Bu evrede beslenme yoktur ve böcek dış görünüşte hareketsizdir. Pupadan çıktıktan sonra ancak ergin özelliği kazanılır. Larval evredeki birçok yapı tamamen ortadan kalkar (Şekil 11-6). Bu tür başkalaşıma sahip böceklere topluca **holometabola** denir. Bunlar **Coleoptera**, **Neuroptera**, **Trichoptera**, **Lepidoptera**, **Mecoptera**, **Diptera**, **Siphonaptera**, **Strepsiptera** ve **Hymenoptera** takımlarını içerirler. Böceklerin en çok zararlı oldukları evre larva evreleridir. Birçok larva ve pupa tipi vardır.



Şekil 24-4. Kelebekte Gelişme. (A) Yumurtlama (B) Larva, (C) Pupa, (D) Ergin



Şekil 11- 6. Holometabol Başkalaşım

Yedi noktali uğur böceği, *Coccinella 7-punctata* L., Yaşam Döngüsü.















HOLOMETABOL BAŞKALAŞIMDA LARVA TİPLERİ

Holometabol böceklerde larvalar önce iki temel tipe ayrılabilir.

Oligomer Larva. Platygasterinae, (Hymenoptera) endoparazitik genç larvaları özellikle tipiktir. Bunlarda abdomen segmentleri tam gelişmemiştir. Keza mandibulun dışındaki diğer üyeler de körelmiştir. Bunlara protopod larvalar denir.

Eumer Larva. Vücut segmentlerinin tümü gelişmiştir. Üyeler farklı şekillerde yapılmıştır. Şu gruplara ayrılırlar.

11-6 Oligopod Larvalar

Embriyolojik gelişmenin oligopod fazına uygun olarak bu larvalarda abdominal üyeler körelmiştir. Ancak arka itici olarak 1. segmentte **pygopodium** kalmıştır. Göğüs bacakları genellikle çok uzundur. Çok çeşitli değişiklikler gösterirler. Bu değişikliklere göre dört ana grup altında toplanırlar.

Campodeid larva. Diplura (Apterygota) takımından Campodea türlerine benzedikleri için bu ad verilmiştir. Campodeid tipi larvalar bazı Carabidae (Coleoptera) türlerinde görülür. Yalın gözle bakıldığında Campodea ile karıştırılır. Ağız parçaları çiğneyici tiptedir. Bu larvalar ince uzun göğüs bacakları taşırlar. Abdomenlerinin sonunda, segmentsiz, bazen çok uzun ve genellikle kıllarla donatılmış iki uzantı taşırlar. **pseudocercus** diye adlandırılan bu uzantılar esasında cercus değildir; 9. segmentin uzantılarında oluşmuştur. Onuncu ve onbirinci segmentlerin kaynaşması ile oluşan silindirik şeklindeki yapı, bu yalancı serkusların arasından geriye doğru uzanır. Hızlı hareket ederler. Antenleri gözüktür. Vücut, sırt-karın yönünde basılmıştır. Bazı Coleoptera ve Neuroptera türlerinde bulunur.



Manas tipi larva (Tombul larva). En tipik örnekleri Mayısböceklerinde (Coleoptera, Scarabaeidae) görülür. Silindirik vücut genel olarak tombul, abdomenin arka ucu tipik olarak şişkinleşmiştir. Göğüs bacakları oldukça uzundur, fakat yürümede tam olarak kullanılmazlar. Toprak içinde, ağaç gövdelerinin çürümekte olan kısımlarında, bitkisel ve hayvansal materyallerin bozulduğu yarlarda bulunurlar. Her zaman kıvrık olarak dururlar. Ağız parçaları çiğneyicidir. Bu larvalar genellikle kök zararlılarıdır.



Tesbihböceği şeklindeki larvalar. Göğüs, vücudun en geniş yerini oluşturur ve arkaya doğru gittikçe daralma meydana gelir. Dış görünüşü tesbih böceklerine benzer. En tipik olanları Silphidae'de (Coleoptera) görülür.

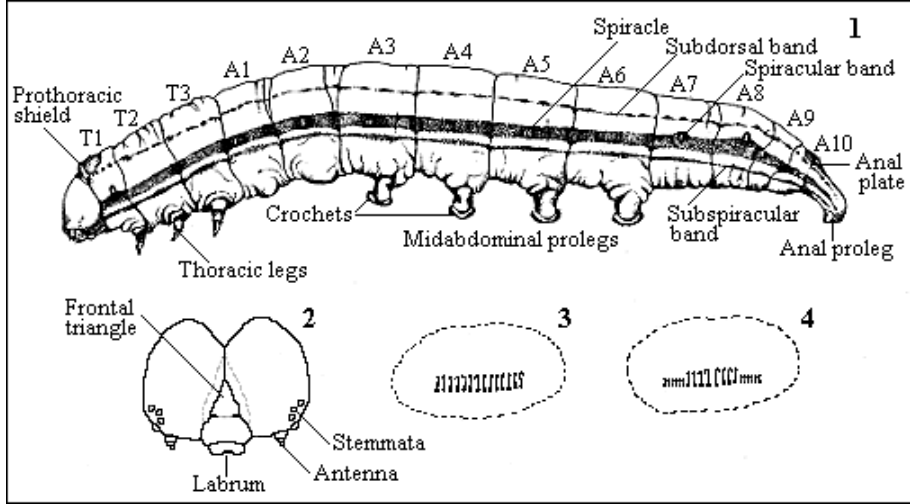
Tırtıl benzeri larva (Erucoïd larva). Bir çok Trichoptera larvası bu gruba aittir. Kum ve bitki parçalarından meydana gelmiş kılıflarından çıkarılan larvanın abdomenin 1. segmentinde, sırt tarafında bir, yanlarda iki tane tutunma dişi taşıdığı görülür. İlk 7 abdominal segment, sırt ve karın tarafında bir dizi ince duvarlı tüpcük taşır. Onuncu abdominal segmentin kancası da larvanın kılıfa tutunmasını sağlar.

11-7 Polypod Larvalar (Tırtıllar)

Abdomenlerinde işlevleri farklı olan üyeler vardır. Yapışma organlarıyla donatılmış bu küt ayaklar (anüs bacakları), eklemsiz olduklarından gerçek üye sayılmazlar. Bu nedenle çok defa yalancı bacaklar da denir. Tırtıllar, en göze çarpıcı olarak kelebeklerde görülür. Göğüsteki üç çift bacak tüm tırtıllarda oldukça iyi gelişmiştir. Göğüs üyeleri biri kaide olmak üzere dört segmentten

oluşmasına karşın, abdominal üyeler iki segmentlidir. Tırtılların hepsi çiğneyici ağız tipine sahiptir. Silindirik biçiminde olurlar. Üzerleri çok defa yakıcı kıllarla, bazen dikenlerle ve çıkıntılarla donatılmıştır. Serbest olarak bitkilerin üzerinde ya da toprak, meyve, tohum içinde bulunabilirler. En yaygın zararlı larva tipleri bu gruba dahildir. **Belirgin üç gruba ayrılırlar.**

Gerçek tırtıllar. Göğüsteki üç çift bacağı ek olarak 3-6. ve 10. abdominal segmentlerde de birer çift abdomen bacağı vardır. Toplam 8 çift bacak taşırlar (Şekil 11-7). Geometridae familyası dışında, Lepidoptera takımı larvalarının tümü bu gruptandır.



Şekil 11-7. Gerçek Bir Tırtılın Çizimsel Taslağı (1), Başın Önden Görünüşü (2), Çeşitli Familyalarda Ortakların bacağına İşleme Düzenlemeleri (3 ve 4).



Mühendis tırtılları. Üç çift göğüs bacakları ile abdomenin 9. ve 10. segmentlerindeki çiftle toplam beş çift bacakları vardır. Onuncu segmentteki ve çok defa 9. segmentteki üye **pygopodium** ya da **arka itici** olarak adlandırılır. Lepidoptera takımının Geometridae familyası

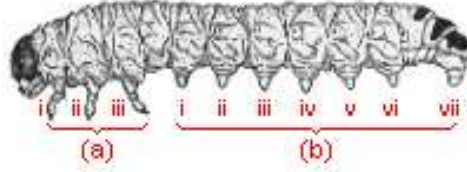
türleri bu tip larvalardır. Mühendisböcekleri diğer kelebek tırtıllarına göre daha değişik şekilde hareket ederler. Arka itici ile 9. abdominal segmentteki üye (anüs bacağı) göğüse doğru yaklaşır. Abdomenin büyük bir kısmı kedi sırtı şeklinde kıvrılır ve anüs bacakları zemine tutunur, daha sonra vücudun ön kısmı ileriye doğru açılarak bir arşınlama hareketi yapar (Şekil 11-8).



Şekil 11-8. Mühendis Tırtılı



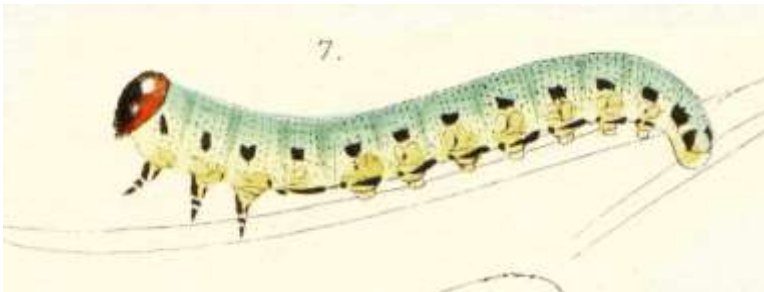
Yalancı tırtıllar. Üç çift göğüs bacakları yanında, abdomende 6-8 çift bacak bulunur (Şekil 11-9). İlk abdominal bacak ikinci abdomen segmentinde bulunduğundan, göğüs bacakları ile abdomen bacakları arasında bir boş segment bulunur. Hymenoptera takımının Symphyta alt takımının, özellikle yaprakarılarının larvaları bu tiptir.



Şekil 11- 9. Yalancı Tırtılda, (a) Göğüs ve (b) Karın Bacakları



Zaraea inflata





11-8 Apoda Larvalar.

Eumer larva grubuna giren bu tip larvalarda göğüs üyeleri ya kalıntı halinde körelmiş ya da tamamen kaybolmuştur. Segment devinimiyle sınırlı bir şekilde hareket ederler. Kapalı yerlerde yaşadıklarından bu evrede gözleri yoktur.

Eucephala (Başlı) larvalar. Ön kısımda sklerotize olmuş bir baş kapsülü vardır. Göğüste kısmen körelmiş ayaklar bulunur. Bu gruba kazıcı kelebek larvalarının büyük bir kısmı, sivrisinek larvaları (Culicidae), bazı kınkanatlı (Coleoptera takımı) larvaları (**Cerambycidae**, **Buprestidae**, **Curculionidae: Scolytinae**), arıların (**Apidae**) ve pirelerin (Siphonaptera) larvaları girer. Baş kapsülü çok küçüktür (Şekil 11-10).





Şakil 11-10. Bazı Coleoptera Larvaları.

A. Curculionidae, B. Scolytidae, C. Cerambycidae, D. Buprestidae

Hemicephal ve Acephal (Başsız) larvalar. Baş iyice körelmiş ve kısmen larva vücudunun içerisine çekilmiştir. Brachycera'da (Diptera) ve özellikle Cyclorrhaph sineklerde görülür. Tipulidae (Diptera)'de baş küçülmüştür. Ön uç sivrilmiş ve baş kapsülü kaybolmuştur; ventralde kuvvetlice kitinleşmiş bir çift ağız kancası taşır. Vücut arkaya doğru yuvarlaklaşmış ve yumuşak bir kitle halindedir. Son kısımda bütün genişliğince kesilmiştir. Bu keşik kısmın sırt tarafında bir çift stigma vardır.

11-9 Holometabol Böceklerde Pupa Tipleri

Holometabol böceklerin tümünde son larva evresi ile ergin arasında hareketsiz, besin alınmayan bir pupa evresi vardır. Bu evrede ergin vücut şekil ve çıkıntıları fark edilebilir.

Pupa Dectica = Çeneli Pupalar. Olgun pupalarda hareketli ve kuvvetlice kitinleşmiş mandibulaların bulunmasıyla özellik kazanmışlardır. Bu mandibulalarla pupa kokonu ısırılarak delinir. Kanat ve üye taslakları vücut üzerinde serbest olarak durur. Bu tip pupa Trichoptera, Neuroptera, Megaloptera, Mecoptera ve Micropterygidae'de bulunur.

Pupa Adectica = Çenesiz Pupalar. Kitinleşmiş ve hareketli mandibulaları yoktur. Diğer tüm pupalar bu gruba girer.

a. Pupa Exarata (Serbest Pupa). Vücut uzantıları kitinleşmemiş, hareketli değil; fakat vücuda da yapışmamışlardır. Neuroptera, Trichoptera, Çoğu Coleoptera ve az bir Lepidoptera (Tischeriidae)'nin exarate pupaları vardır (Şakil 11-12). Birçok çeşidi vardır.

a1. *Pupa Libera (Gerçek Serbest Pupalar).* Coleoptera, Siphonaptera'nın büyük kısmı ve Hymenoptera'nın hemen hepsi bu tip pupa sahiptir. Balanların pupu buna tipik bir örnektir.

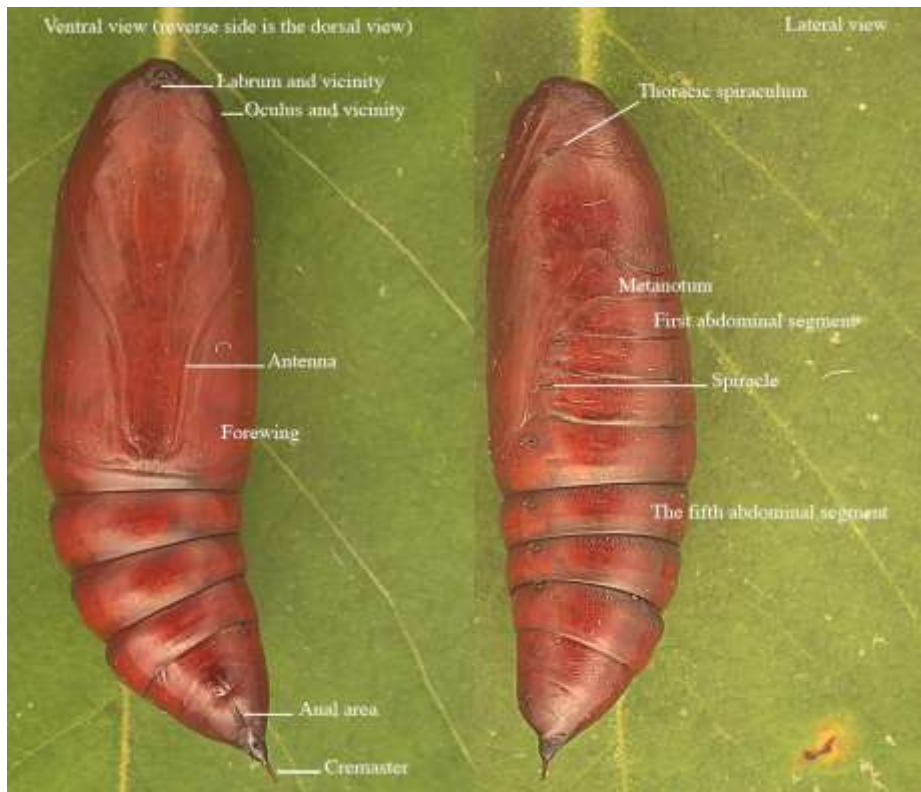


Şekil 11-12. **Scolytinae** Kabuk böcekleri ve **Curculionidae** Hortumlu böcekler (Coleoptera) Pupaları

a2. Pupa *Dipharata Coarctata* (Çıngıraklı Pupalı). Vücut uzantıları hiçbir zaman görülmez. Özellik kazanmış **Diptera** (Cyclorrhapha) ve bazı Homoptera (Coccidae, Stylopidae)'da görülür. Sondan bir önceki larva evresinin derisi atılmaz. Larva pupa olduğunda bu deri yavaş yavaş pupa derisi haline dönüşmeye başlar ve bir kitinleşme meydana gelir. Bu durumda tek bir pupa iki deri ile çevrilmiştir. Sallandığında ses geldiği için çıngıraklı pupa denir.

b. Pupa *Obteca* (Mumya Pupalı). Vücut uzantıları (antenler, bacaklar, ve kanat taslakları) serbest olarak durmaz. Bu uzantılar bir mummydaki gibi vücuda yapışmıştır. **Birçok Lepidoptera, bazı Coleoptera (Coccinellidae) ve daha ilksel Diptera (Nematocera ve birçok Brachycera)**'larda bulunur. Vücuda yapışmış olmalarına karşın vücut uzantılarının tümünün taslağı görülebilir. Kutikula kuvvetlice kitinleşmiştir.

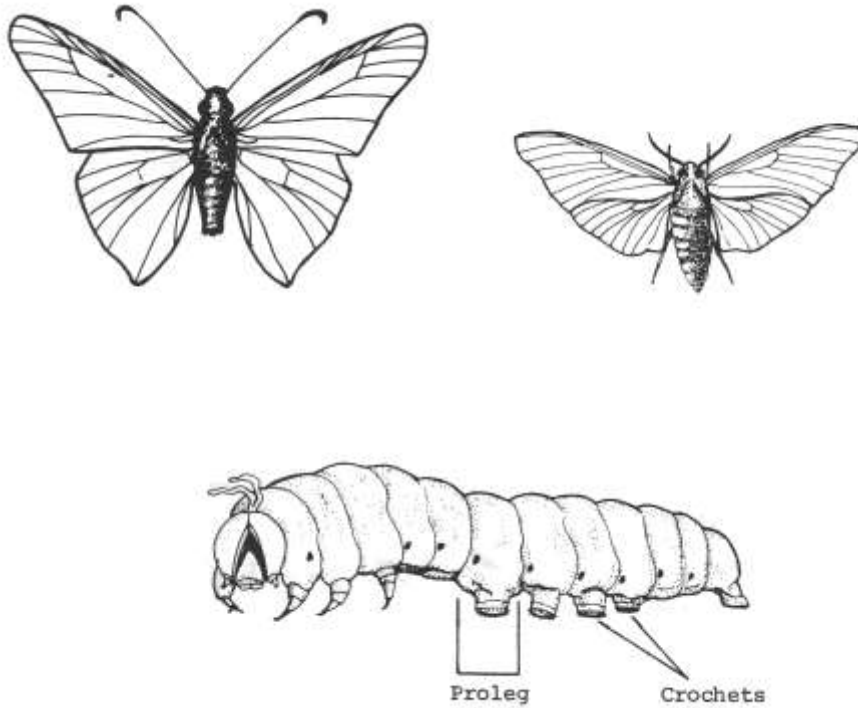
Bu tür pupa, sıkıca oturmuş, çoğunlukla hareketsiz olan karnın ucu dışında tüm vücut parçalarını kuşatan az çok saydam deri ile kaplıdır. **Krizalit** terimi, Lepidoptera, özellikle kelebek pupaları ve sadece gümüş veya altınimsi işaretler (deri ya da pullar) taşıyan pupaların bazıları için sıkça kullanılır.



Lepidoptera da örtülü (mumya) pupalar, Krizalit

ERGİN EVRESİ

Ergin, son deri veya kılıfın kendine özgü dikiş yerinden yırtılmasıyla dışarıya çıkar. Bu son kılıf, bir örtü olarak, son deri, pupa veya çingiraklı pupa veya toprak içerisinde pupa yerine geçen bazı yapılar olabilir. Çıkan erginin kanat taslakları genişlemeye ve normal şeklini almaya başlar. Kanatların açılması, son deriyi ya da pupaa örtüsünü baş aşağı asılı olarak terk edenlerde, kanat ağırlığının etkisi ile ve yerde son örtüyü terk edenelerde , örneğin kelebeklerde, hemolenfin kanadın laküner sistemi içerisine pompalanmasıyla meydana gelir. İntegümentin renklenmesi son deri değişiminden kısa bir süre önce ya da sertleşme sırasında meydana gelir.



Şekil 11-13. Kelebek ve Güve Ergini - Larvası

Böceklerin çoğu ayrı eşeyli çoğalır. İki eşey arasında kural olarak iç ve dış eşeyssel organlar ve ikincil eşeyssel özellikler bakımından farklar vardır. Eşeyler arasındaki bu farklara "Eşeyssel Dimorfismus" denir. Dişiler kural olarak daha büyük ve hantal yapılı, daha az hareketli, yumurta taşıdıkları için abdomenleri daha şişkindir. Kanatlar kaybolmuşsa, bu kaybolma veya körelme kural olarak ilk defa dişilerde görülür. Bazı türlerin (*Lucanus cervus*) erkekleri dişilerinden daha büyük yapılıdır. Bazı dişiler larva formunda kalırlar (ateşböceklerinin dişilerinde olduğu gibi). Parazitoid formlarda, organların büyük bir kısmında körelme görülür. Erkekler, çiftleşmek için dişileri aktif olarak aradıkları için duyu organları çok daha iyi gelişmiştir. Bileşik gözleri daha büyük, antenleri daha çok dallanmıştır.

Dişilerde besin gereksinmesi daha çok olduğu için ağız üyeleri daha iyi gelişmiştir. Örneğin sivrisineklerde dişiler kanla beslendikleri için ağız üyeleri daha değişik yapılarla (delici iğneler gibi) desteklenmiştir. Buna karşın bunların erkekleri sadece nektar emerler. Böceklerde erkekler kural olarak daha renklidir. Buna karşın, dişiler, erkeklerin bulabilmesi için birçok feromon bezi ile donatılmış olabilir.





ÜREME DEVRESİ

Erginleşme devresini üreme devresi izler. Üreme devresi gruplara göre değiştiği gibi, bireylere bağlı olarak da kısmen değişebilir.

Ergin evresi kısa olan ve ergin evresinde çoğunlukla beslenmeyen birçok türde (Ephemeroptera, Plecoptera, bazı Hymenoptera ve Lepidoptera türlerinde), pupadan yeni çıkan ergin işleve hazır eşeyssel bezlere sahiptir. Diğer formların çoğunda eşeyssel bezlerin ilk olarak bir olgunlaşma geçirmesi gereklidir. Ancak ondan sonra eşeyssel hücreleri verebilirler. Termitlerde, yumurtalıklar ve testisler bu gelişmeyi aynı zamanda yaparlar. Kelebek, sinek ve birçok yarımkanatlılarda bu olgunlaşmayı yalnız yumurtalıklar geçirmek zorundadır. Kelebeklerde bunun için yağ cisimciklerinden bazı maddeler alınması gereklidir. Birçok sinekte ise yumurtalıkların olgunlaşması ve yumurtanın gelişmesi için bir beslenme döneminin yaşanması gerekmektedir. Karınca ve termit kraliçelerinde, kanat çiftleşme uçuşundan sonra atılır. İşlevsiz kalan kanat kasları yavaş yavaş yıkılır ve yumurtalıkların olgunlaşması için kullanılır. Yatak tahtakurularında, çiftleşmeden sonra, fazla olan spermiler vücut tarafından emilir ve bu şekilde elde edilen maddeler yumurtalıkların olgunlaşması için kullanılır. *Eşeyssel olgunluk için birkaç gün ile birkaç hafta arasında değişen bir süreye gereksinme vardır. Kabuk böceği (Scolytidae) türlerinin eşeyssel olgunluk için beslenmelerine olgunluk yiyimi denir.*

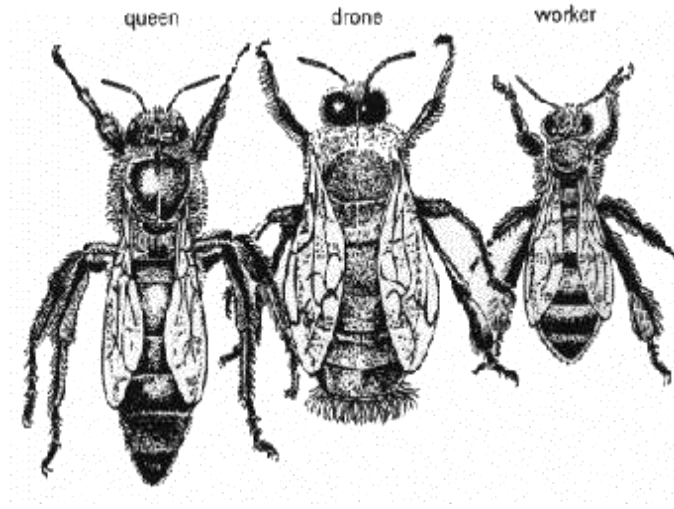
Böcekler kural olarak ayrı eşeyli olarak çoğalırlar. Gamogenetik üreyenlerde, redüksiyon bölünmeleri ile testis ve yumurtalıkta haploid kromozom sayısı sağlanır. Döllenen sonra, zigotta ise diploid sayı yeniden oluşturulur.

11-10 Parthenogenese (Döllemsiz) Üreme

Yumurtanın döllenenmeden gelişmesine ve yeni bir yavrunun meydana gelmesine denir. Parthenogenetik üreme Şu gruplara ayrılabilir.

İsteğe bağlı parthenogenese. Balarılarının kraliçeleri isteğine bağlı olarak bazı yumurtalarını döllendirmez. Bu döllenmemiş yumurtalardan erkek arılar meydana gelir. döllenen yumurtalardan ise dişi arılar meydana gelir. Bunlardan 10 mg arı sütü ile beslenenler üreme yeteneği olan kraliçe arıya ve 3 mg arı sütü yiyenler üreme yeteneği olmayan işçi arılara gelişirler.

Balarılarının erkeklerinde döllenenme olmadan segmentasyon olduğu için vücut hücreleri ve eşey hücreleri haploid kromozomludur. Eşey bezleri mayoz bölünme geçirmeden eşeyssel hücreleri verdiği için sonuçta 4 sperma değil iki tane sperm meydana gelir. genç larva evresinde vücut hücreleri haploiddir. Daha sonra vücudun büyüklüğünü sağlayabilmek için hücrelerde sinsitium şeklinde poliployleşme görülür.



Zorunlu parthenogenese. En azından bir dölde yumurtaların tümü döllenmemiş kalır ve yeni bireyler döllemsiz yumurtalardan meydana gelir. Bunun Sabit, Döngülü, Coğrafik parthenogenese gibi çeşitleri vardır. Bunlardan *Döngülü Parthenogenese* (Heterogonie)'de bir veya birkaç parthenogenetik döl, gamogenetik bir döl izler. Bitki bitlerinde (Aphidoidea) ve mazırlarında (Cynipidae) görülür. Gerçek bir polimorfizm gösterirler. Parthenogenetik ve gamaogenetik döllere, ancak primer ve sekonder konukçuların varlığında meydana gelebilmektedir. Bunlarda kromozom sayısı diploiddir. Diploitleşme, ya olgunlaşma bölünmesinin ortadan kalkmasıyla (galarlarından *Neuroterus* cinsinde) ya da redüksiyon bölünmesinin ortadan kalkmasıyla (yaprakbitlerinde) olur.

11-11 Biyolojik Dönem ve Generasyon

Generasyon terimi entomolojik kaynaklarda birkaç farklı anlamda kullanılmaktadır. Birincisi, bir böceğin yaşam döngüsünü tamamlama süresi, ikincisi, bir silsiledeki erginlerin koydukları yumurtalardan çıkan bireylerin hepsi ve normalde aynı zamanda olgunlaşan, ancak kısmen "kardeş generasyon" kavramı için de kullanılmaktadır. Kardeş generasyon kavramı, malesef son 35 yıldır yanlış halde kullanılmaktadır. Aynı şeyin ikinci kuluçkasını açıklamak için değil de ikinci kuluçka için yumurta koyan kınkanatlıların grubu için kullanılmıştır.

The term "generation" is used in Romanian entomological literature with several different meanings: firstly, the period of time to complete the life cycle of an insect, secondly, all the individuals that hatch from eggs laid by one series of parents, and normally mature at about the same time, but also as part of the "sister generation" concept. Unfortunately, this concept has been used in an incorrect manner during the past 35 years, describing not the second brood of the same female, but the group of beetles which are laying the second brood. Illustrating the original meaning of this concept with a series of definitions taken from different languages, the author encourages the use of the term in its original sense.

Yazar: Neil, O., Yayıncı : Ministerul Industrializării Lemnului și Materialelor de Construcții (MILMC), Oficiul de Informare Documentară

Böceklerin yaşam boyunca geçirdikleri yumurta, larva, pupa (varsa) ve ergin dönemlerinin her birine *Biyolojik Dönem* denir. Yarınbaşkalaşımli böceklerin 3, tambaşkalaşımliların 4 biyolojik dönemi vardır.

Gelişme Dönemi. Bir böceğin, yumurta döneminden başlayıp, ergin hale gelmesine kadar geçen süredir.

Generasyon (Döl). Bir böceğin konulan yumurtadan başlayarak olgun bir birey haline gelip tekrar yumurta koymasına kadar geçen zamana (süreye) *generasyon* denir. Çeşitli böceklerin generasyon sürelerini tamamlamaları için geçen zaman çok değişiktir. Bu dönem çoğunlukla üç temel çeşitte olur.

Bir yıllık generasyon (Univoltine). Gelişme dönemini tamamlayıp yumurta koymasına kadar bir yıl geçen böceklerin geenerasyonuna denir. Bu zaman takvim yılına bağlı değildir. Örneğin, bir yılın Mayıs ayından başlayan generasyon izleyen yılın Mayıs ayına kadar sürer.

Bir yılda iki generasyon (Bivoltine). Bir yıllık süre içinde böceğin iki generasyonunu tamamlamasıdır. Örneğin Gökmar büyük kabukböceği, *Pityokteines curvidens* (Germ.) (Coleoptera: Scolytidae)'nin yılda iki generasyonu vardır. Birinci generasyon Nisan ayında başlar Haziran ayında tamamlanır. İkinci generasyon aynı yılın Haziran ayında başlar ve izleyen yılın Nisan ayında tamamlanır. Böylece bir yıllık yani 365 günlük sürede iki generasyon meydana getirilir.

Bir yılda ikiden fazla generasyon (Multivoltine). Bir yıl içinde üç veya daha fazla generasyon meydana getirilmesidir. Örneğin, Akdeniz çam kabukböceği, *Orthotomicus erosus* (Woll.) (Coleoptera: Scolytidae) sıcak iklimlerde yılda 3-4 generasyon meydana getirir. Uygun koşullarda generasyon sayısı 5-6 hatta bazı çok uygun geçen yıllarda 7-8 olabilmektedir.

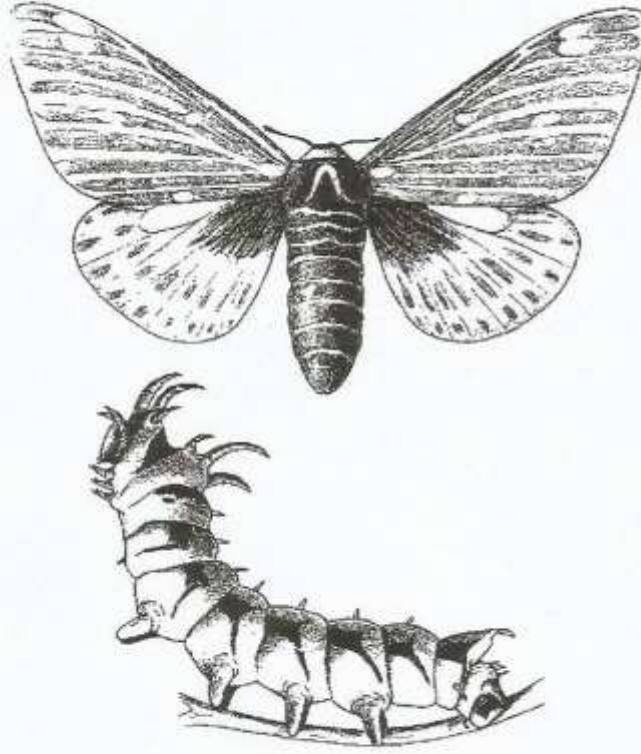
Herhangi bir böceğin generasyon durumu ile ilgili kolaylıkla fikir edinebilmek için Rhumbler'in aşağıdaki *biyo formülü* kullanılır.

$$\frac{\text{Yumurta Evresi} - \text{Larva Evresi}}{\text{Pupa Evresi} + \text{Ergin Evresi}}$$

Buna göre *Pityokteines curvidens*'in biyo formülü şöyledir.

$$\frac{4}{67} - \frac{56}{789,3} + \frac{7}{34} + 4$$

28.5.22.2.28.(32). TAKIM : LEPIDOPTERA =KELEBEKLER



Şekil 28.556 :
Bir kelebeğin ergini ve larvası (Barnes'den).

M.Ö. 384-322 yıllarında bile, ARISTOTELES, tırtıllardan metamorfozia güzel kelebeklerin çıktığını gözlemiş ve bunları gruplandırmıştır. Bu gözlemler ve kabuller 1679 yılında MARIA SIBYLLA MERIAN'ın "Tırtılların Olağanüstü Değişimi = Der Raupen Wunderbare Verwandlung" adlı çalışmasına kadar hiçbir değişikliğe uğratılmadan benimsenmiştir. Tırtılların yetiştirme ve yaşam tarzını inceleyen bu sonuncu çalışma bugün dahi değerini yitirmemiştir.

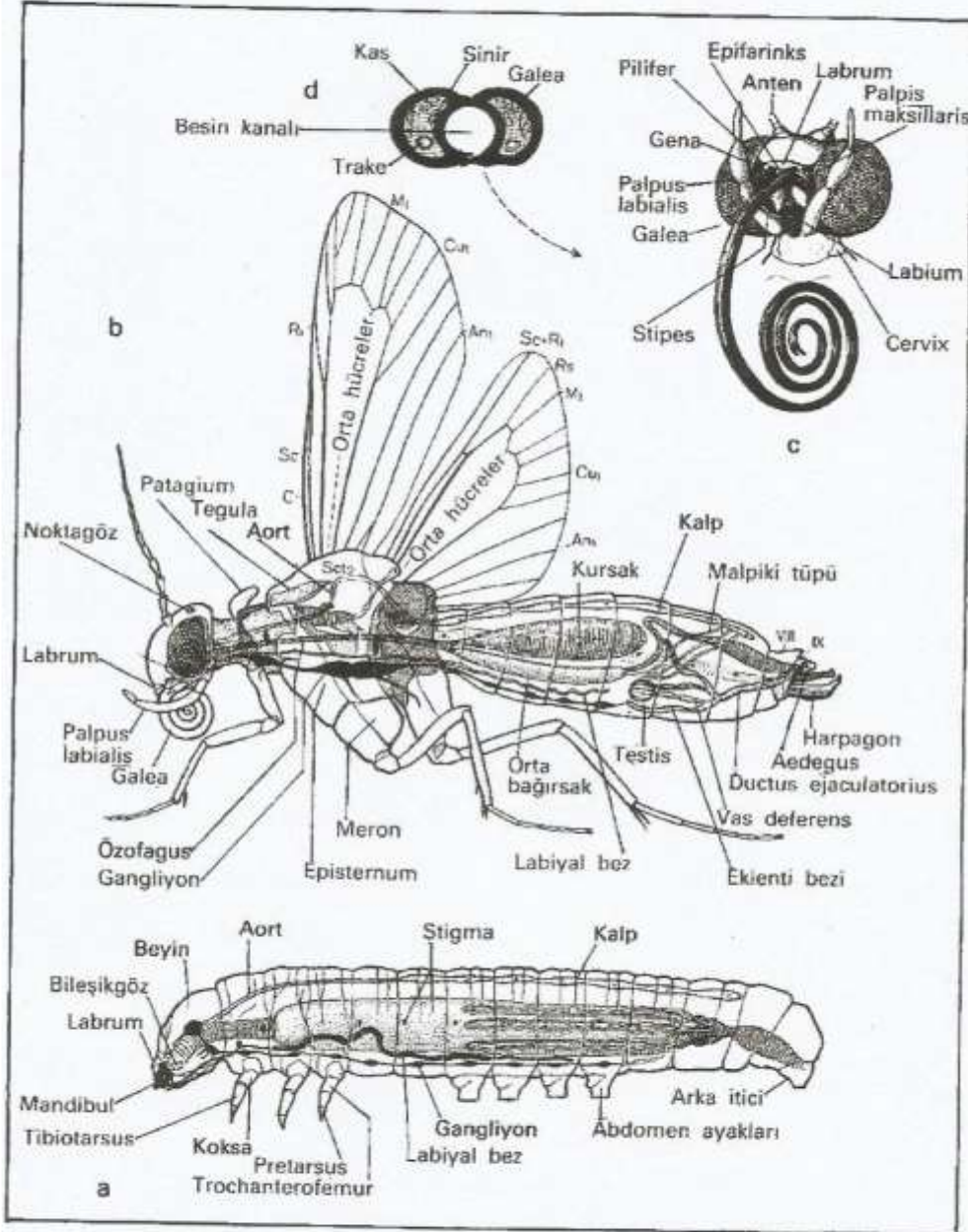
Daha sonraki çalışmalar, özellikle CARL VON LINNE'nin "Systema Naturae" adlı çalışmasının 10. baskısında (1758) ortaya konan binominal nomenklatur, diğer hayvan gruplarında olduğu gibi kelebek sistematğinde de yeni boyutları oluşmasına neden olmuştur.

Genel Tanım: Diğer böceklerden, derimsi, pullu, nadiren kıllarla (Şekil 28.13/t ve u)

donatılmış iki çift kanadının olmasıyla; dişilerde arka kanatların duruma göre oldukça kuvvetli olarak körelmesiyle; hortumlarının rulo gibi kıvrılmasıyla ayrılır (Şekil 28.26 ve 556).

Baş (Şekil 28.557/c): Üyeleri hâlâ çiğneyici ağız parçalarına sahip Micropterygidae'de, hortum, çok fazla uzamış galeaadan meydana gelmiştir. Başta, özellikle gece uçanlarında daha belirgin olan, bir çift büyük bileşikgöz vardır. Birçok kelebek, bileşikgözün yakınında, alnın üzerinde, bir çift noktagöze sahiptir. Antenlerin yapısı çok değişiktir (ip, kıl, topuz, tek ya da çift taraflı tarak vs.) (Şekil 28.21/g ve i; 129/c-e). Anten segmentlerinin sayısı 7-100 arasında değişir. Antenlerde genellikle eşeyse dimorfizm görülür. Noktagözlerin hemen yanında bulunan bir duyu organının "Chaetosema" işlevi tartışmalıdır. Bu organ birçok familyada bulunur ve birçok dik kıldan oluşmuş küçük bir kabartı halinde görülür. Labial palpuslar hemen her zaman 3 segmentlidir; uç kısımlarında bir koku çukurucuğu taşırlar. Bazı familyalarda labial palpuslar çok iyi gelişmiş, bazılarında ise körelmiştir. Maksillar palpuslar (yan palpuslar) ancak birkaç familyada bulunur ve bulundukları familyalarda da çok büyük bir yapı gösterirler. Ağız tipleri kural olarak emicidir (Şekil 28.26).

Göğüs (Şekil 28.557/b): İlk segment zayıf yapılıdır. Pul şeklindeki deri lobları (Patagia) boyun bölgesini örter. 2. ve 3. göğüs segmentleri, özellikle iyi uçanlarda çok



Şekil 28.557 : Bir kelebeğin vücut organizasyonu. a) Larva, b) Ergin, c) Başın önünden görünüşü ve d) Hortumun enine kesiti (Weber'den)

kuvvetli olarak gelişmiştir. Patagiaya (1. segmentteki) denk olarak bunlarda da ön kanadın kadesinin önünü örten omuz örtüleri (**Tegulae**) bulunur.

Kanatlar, yassı, zarımsı, çoğunlukla ön kısmı arka kısmından daha büyük olan üçgenimsi yapıdadır. Uçma sırasında, çoğunlukla özel bir bağlanma sistemine (Şekil 28.55)

her iki kanat birbirine kilitlenerek senkronize (eşgüdümlü) olarak hareket ettirilir. Kilitleme mekanizması iki türdür: Jugatae olarak adlandırılan familya topluluğunda, ön kanadın kaidesinin iç tarafında bulunan sivri bir lobun (**Jugum**), arka kanadın ön kenarındaki kıllı bir kısma tutunması ile (Şekil 28.55/b); Frenatae olarak adlandırılan familya topluluğunda ise erkeğin arka kanadının ön kenarında bir pulla örtülmüş kuvvetli bir kılın (**Frenulum**), ön kanadın alt tarafına tutunması ile sağlanır (Şekil 28.55/a). Bu sonuçların dışlarında birçok tutunma kılı vardır. Bu tutunma şekillerinin arasında geçiş formları da vardır. Keza tutunma mekanizması hiç oluşmayan ya da yitirilmiş olanlar da vardır. Bu eşgüdümlü kanat çırpma, keza vücudun her iki tarafında bulunan kanat çiftleri için de geçerlidir; böylece 4 kanat, bir uçuş yüzeyi gibi davranır. Böylece, bazen, süzülme uçuşları da yapabilirler.

Böcek takımları içinde, kanadı, gövdesi, bacakları pulla tamamen örtülü tek takım kelebeklerdir. Pulların oluşumu ve genel yapısı sayfa 24-26'da ve Şekil 28.14, 15 ve 45'de verilmiştir.

Kelebeklerdeki renk iki yolla oluşur. Birincisi pigment renklerdir. Metabolizma atıkları şeklinde ortaya çıkan melanin ve pterinden oluşur (her ikisi birlikte, kırmızı, mavî, beyaz ve sarı rengin oluşmasına neden olur) (sayfa 27-30'a bkz!). İkincisi ışığın kırılma ve yansıtılmasıyla ortaya çıkan yapısal renklerdir (sayfa 30-34, Şekil 28.19'a bkz!). En parlak ve canlı renkler bu pullardaki kitin katmanlarının yansıttığı renklerdir (özellikle Morphidae, Uraniidae ve Nymphalidae familyalarındaki renkler bu tiptir).

Birçok kelebek türünde çok değişik şekillerde bez ya da koku pulcukları vardır. Bunların bir kısmı koku organlarıyla (örneğin Tortricidae'de costalin kıvrık kenarında) ya da bacadaki bir yankı (*Hepialus*'da) birleşmiştir. Koku pulcukları her zaman koku bezleri ile bağlantıdadır. Çıkarılan salgılar, genellikle geniş yüzeye sahip bu pulların üzerine yayılır ve böylece etkinliği artırılır. Koku salgısının başlıca görevi, karşı eşeyi cezbetme ya da uyarmadır.

Kanat damarlarının sayısı ve konumu sistematikte çok önemlidir. Familya, cins ve hatta tür ayrımları çok defa bu damarlara göre yapılır. İlkel gruplarda çok damar vardır; keza bu damarlar dailanmış ve birçok enine damarla birleşmiştir (örneğin, Hepialidae'de). Organizasyon derecesi yükseldikçe damarlar körelmeye başlamıştır (örneğin, Pieridae'de).

Bacakları özelleşmemiştir. Kural olarak pul taşırlar; tarsusları hemen her zaman 5 segmentlidir; uç kısımlarında iki tırnak ve çok defa bir yapışma lobu taşırlar. Antenlerin temizlenmesi için ön bacaklarında uzun bir mahmuz bulunur. Bir kısım kelebek tırnaksız, körelmiş ön bacağı sahiptir; bu bacak da temizleme işlevini yüklenmiştir (Nymphalidae). Orta ve arka bacaklar, genellikle, sayıları ve konumları sistematikte önemli olan dikenlerle donatılmıştır.

sunu almak için oluşmuştur (halbuki ilkin olanlarda sadece yumurta bırakmak için kullanılır). İkinci deliği olan familyalar **Ditrysia** alttakımına (bazı sistematikçilere göre) aittir.

Spermalar bir spermatofor ile dişinin bursa copulatrixine (çiftleşme kesesine) iletilir. Kesenin kendisi farklı şekildeki kitin oluşumlarla astarlanmıştır. *Diken, diş ya da tüberkü şeklindeki bu astar oluşumları, spermatoforun yırtılarak spermaların serbest hale geçirilmesini sağlar. Bu yapılar türlere özgü olduğundan sistematikte güvenli bir şekilde kullanılır.* Çiftleşme kesesinden çıkan ductus seminalis ve çift yapılı eklenti bezleri ve reseptaculum seminis yumurtakanalına (ovidukta) açılır. Yumurtakanalları, herbiri dört yumurtaborusundan meydana gelmiş bir çift ovaryuma (yumurtalığa) bağlanmıştır. Eklenti bezlerinden çıkan salgılar, yumurtaların yapışmasını sağlar. Bu eklenti bezleri bazılarında yoktur (örneğin Hepialidae).

Tanımlarda kullanılan en önemli özelliklerden biri de, bazı grupların erkeklerinde oldukça karmaşık yapılı olan kavuşma aygıtlarıdır. Bu organ 8. abdomen segmentinin arkasında bulunur, kitin bir bilezik ve iki tane, yanlardan kapanabilen ve ortasından penisin uzatıldığı bir yapıdır. Çoğunlukla eşeyssel organların büyük bir kısmı dıştan gözükmez. Aedoeagusun kaidesine, her zaman, çift ya da tek yapılı gonatlara bağlanmış, çift yapılı bir tohumkanalının (vasa deferentia) çift olmayan uzantısı (ductus ejaculatorius) bağlanır. Buna ilaveten, tohumkanalından ayrılmış, onun çift yapılı olmayan kısmına bağlanmış, spermatoforun oluşumuna katılan ilave bezler de açılır.

Çiftleşme: Kopulasyon (kavuşma) yaklaşık 60-90 dakika sürer. Dişinin abdomeninin son kısmı, kavuşma sırasında erkeğin çiftleşme organının dorsal ve ventral kısmını kavrar. Çiftleşmemiş dişilerde bursa dar ve katlanmış dururken, çiftleştikten beş dakika sonra, boş; fakat genişlemiş ve katları açılmış bir durumda görülür. Bu genişleme aedoeagusun havayı içeriye itmesiyle oluşur. Çiftleşmeden yaklaşık 20 dakika sonra bursanın ön kısmı jelatinimsi bir sıvıyla dolar; bu sıvı ductus ejaculatoriusun iç çeperini astarlayan bez hücrelerinin salgısından oluşmuştur.

Daha sonraki 25. dakikada bursa en büyük hacmine ulaşır. Bu evrede spermatofor bursaya girmiş; fakat spermatoforun boyun kısmı hâlâ aedoeagusun içerisinde kalmıştır. Spermatoforun ana gövdesi ductus ejaculatoriusun bez hücrelerinin bir kısmından salgılanmış, sertleşmiş bir salgıdan oluşmuştur. Spermatoforun iç tarafında ise, tohum keseciklerinde bulunan sperma demetleri, kıvamlı ve renksiz bir sıvının içindedir. Bursadan salgılanan bazı maddeler, spermaları aktif hale geçirir. Kıvamlı ve renksiz sıvı, ductus ejaculatoriusun bez hücrelerinden salgılanır. Ayrıca spermaların spermatofor içerisinde hareket etmeleri için gerekli olan glikozlu ortam erkeğin yardımcı bezleri tarafından salgılanır. Spermatofor, bursa içerisine yavaşça girerken, erkek aedoeagusunu geriye çeker. Eşler uzunca bir süre daha birlikte kalırlar ve çok yavaş olarak birbirlerinden çözülürler.

Çiftleşmenin başlangıcından bir saat sonra spermatoforun boyun kısmı kınılır ve serbest kalan spermalar ductus bursae ve ductus seminalis üzerinden, vestibulum ve sonuçta da reseptaculum seminis'e ulaşırlar. Reseptaculum seminis bir depo görevi yapar. Yumurtalar, yumurta bırakılma sırasında oviduktan vestibulum'a geçerken, burada döllenirler. Spermaların nasıl serbest kaldıkları ve reseptaculum'a nasıl göç ettikleri tam olarak bilinmemektedir. Spermatofor duvarının, bursa duvarının salgılarıyla mı kınıldığı, yoksa

bursadaki kitin dişçik ve kancalarla mı kınldığı; serbest kalan spermalarnın negatif ya da pozitif kemotaksi ile mi hareket ettikleri tam olarak araştırılmamıştır. Kaslı ductus bursaenin ve ductus seminalisin ritmik kontraksiyonu ile kınldığına ilişkin gözlemler vardır (*Leucinodes orbonalis*'de). Ayrıca serbest kalan spermalarnın, kasların işlevi ile vakum etkisi altında reseptakulumu ulaştıkları gözlenmiştir. Bu arada spermalar da kendi özel hareketlerini gösterirler.

Erkekler ilk çiftleşmelerinden birkaç saat sonra ikinci defa çiftleşme eylemine girerek, birinciden daha küçük ikinci bir spermatofor meydana getirirler. Eğer bu ikinci çiftleşme bir gün gecikirse, yine birincisi kadar büyük bir spermatofor meydana getirirler.

Yumurta ve Yumurta Bırakma: Yumurtaların şekli çok değişikdir; yuvarlak, oval, armut, lobut ya da plaka şeklinde olabilir; keza üst yüzeylerinin struktürü de çok farklıdır (genellikle ağ şeklinde ya da kaburga gibi karınlıdır). Yumurta sayısı 40 (*Aglia tau*)-2000 (*Hepialidae*) arasında değişir.

Yumurtaların döllenmesi, bırakılmalardan hemen önce gerçekleşir. Yumurta bırakma eylemi başlayıp da, yumurtalar yumurta kanalının içinden dışarıya doğru pompalanırken, sperma kesesinin önünden geçmeye ve orada döllenmeye başlarlar. *Kural olarak döllenmeden hemen sonra bölünme olayları başlar. Fakat yumurta halinde kışı geçireceklerse, o zaman, bu bölünme olayları bir sonraki ilkbahara ertelenir.* Partenogenez, bunlarda da görülür (örneğin *Psychidae* ve *Lymantriidae*'de).

Larva (Şekil 28.143, 173/d 174, 175 ve 557/a): Zamanı türlere göre farklı olan bir süre içerisinde, yumurtalardan, larvalar daha yaygın bir tanım ile tırtıllar çıkar. Başlangıçta çok yumuşak yapıya sahip olan bu tırtılların ilk işlevi yumurta kabuğunu yemektir. Bu ilkin tırtılların birçoğu sürü halinde, bir kısmı da soliterdir. Şekilleri kural olarak yuvarlak bir silindirik şeklindedir; fakat iğ, tespihböceği ya da salyangoz gibi olanlar da vardır. *Tırtılın başı genellikle belirgindir ve kuvvetli dişlerle donatılmış mandibulları ile tipik çiğneyici ağız yapısını gösterir* (Şekil 28.143). Besinlerini çiğneyerek parçalarlar. Maksilla, çoğunlukla, bu evrede dahi, birbirinden ayrı kollara ve kısa duyargalara sahiptir. Buna karşılık alt dudak (labium) sadece çift yapılı dudak bezlerinin açıklığını taşır. Tırtıllarda ağ bezi olarak gelişmiş bu sonuncu organ, uzun, boru şeklindedir ve ortak bir delikle dışarıya açılır.

Tırtıllarda anten çok kısadır ve genellikle üç segmentlidir. Görme, ağız parçalarının üzerinde, yanlarda bulunan, sayısı değişken olan noktagözlerle gerçekleşir. Kural olarak her yanda 5 noktagöz vardır (Şekil 28.143); bazı familyalarda bu sayı sadece 1-2'dir.

Larvanın 3 segmentli göğsünün her halkası, bir kaide bileziğinden ve 3 tane uç segmentten oluşmuş birer çift bacak taşır. Sonuncu bacak segmenti yani tarsus, tek bir tırnak taşır. Bu tipten farklı olanlar da vardır.

Larvanın abdomeni 10 segmentlidir; 3-6. segmentlerde karnın bacağına ve 10. segmentte ise arka iticinin olması tipik özellikleridir (Şekil 28.173/d). *Karnın bacakları sadece iki segmentlidir ve uçlarında sık kıvrık kancalarla donatılmış bir pençe vardır.* Eğer bu pençe çember gibi kapalı bir bilezik şeklinde kancalarla donatılmış ise (Şekil

28.175/a) çelenk ayak (**Pedes Coronati**) denir; daha çok endofaj beslenen (Stemmatoncopoda) familyalarda görülür. Buna karşın Harmoncopoda familyalarında kancalar yalnız pençenin dış yarısında bulunur (Şekil 28.175/b), bu tip ayağa da tutunucu ayak (**Pedes Semicoronati**) denir.

Birçok larva da, karn (abdomen) bacakları körelme eğilimi gösterir (örneğin Noctuidae'de). En fazla körelme, kazıcı olarak yaşayan tırtılları gözönüne almazsak, mühendisböceklerinininde görülür (Şekil 28.174). Bu sonuçları arşınlayarak yürüdükleri için mühendisböcekleri denmiştir. Arka itici de gruplara göre farklılıklar gösterir. En tipik değişiklikler bir çatal haline (*Dicranura* ve *Cerura*), küt iki uzantı haline (*Drepana*) ve topuz haline (*Stauropus*) dönüşmüş olmasıdır.

Larvaların üst yüzeylerinin yapısı, yaşam tarzları ile yakından ilgilidir. Bitkilerin içinde, suda ve toprakta yaşayanları genellikle düz derili ya da sadece küçük, seyrek sığılıdır. Diğerlerinde ise dikenli, kıllı, tüylü, iri sığilli vs. yapılar değişik derecelerde görülür. Ayrıca çok değişik renk ve desen de görülür (Şekil 28.556/a ve 557/b). Genellikle homokromi vardır. Bir kısım larva da bitkisel maddelerden (çam ibrelerinden, çayrılardan, kabuk parçalarından) hatta kum parçalarından korunma evcikleri yaparlar.

Larvaların beslenmesi çok değişiktir. Genellikle yaprak, tohum, meyve ya da toprak üstü ya da toprak altı odunumsu kısımlar ile beslenirler. Hayvansal beslenme Tineidae = gerçekgüvelerde görülür. Bunlar kıl, telak ve keratinli maddeleri yerler. Noctuidae'den bazıları (örneğin *Thalpocharis*) kabuklu ve yaprakbitlerini, keza akarları yerler; bazı Pyralidae türleri balansı yuvalarında mum ve polen artıklarıyla beslenirler. Birkaç Lycaenidae türü kancalarla birlikte (mirmekofil) yaşar; birkaç Pyralidae türü, tembelhayvanın postu içerisindeki yosunlar ile, Epipyropidae türleri ağustosböceklerinin tatlımsı sıvısıyla, Noctuidae'den bazı türler diğer kelekelerin taze pupaları ile ve bazı Tineidae ve Micropterygidae türleri ise mantar ve detritus ile beslenirler. Larvalar yeterince beslendiklerinde çok hızlı büyürler. Larvanın dış tabakası, yani kutikula, genişleyebilir nitelikte olmadığı için, bu büyümeye ayak uyduramaz. Bu nedenle eski kutikulanın altında, katlanmış durumda yeni kutikula oluşur ve zaman zaman eski kutikula (= exuvie) sıyılarak, alttan yenisi yüzeye çıkar (deri değiştirmeye bkz!). Tırtıllar kural olarak 5-6 defa deri değiştirirler. Bununla birlikte küçük güvelerde bu sayı 1-10 arasında değişebilir. Deri değiştirme sayısını, sıcaklık ve besin kalitesi gibi dış faktörler etkileyebilir.

Bazı türlerde her deri değiştirmede renk ve deri tezyinatı değişebilir. Deri değiştirme arasında ve onu izleyen belirli bir sürede, rahatsız edilmelere karşı çok duyarlıdır.

Larva (tırtıl) süresi çok değişkendir. Gündüz keleklerinde bu süre birkaç hafta iken, bazıları birkaç hafta ya da ay; hatta yüksek dağ formlarında iki yıl kadar olabilir.

Pup: Tırtılların kokon örmesi çok tipiktir. Ağ bezlerinden salgıladıkları salgının yardımı ile (bu salgılar havayla temasa geçer geçmez ipek iplikler halinde sertleşirler) çok defa sanatsal kozalar (= kokon = pup) örerler. Genellikle bu kozaların üzerine, erginlerin çıkması için, kolayca patlatılabilen ya da açılabilen bir kapak monte ederler. Noctuidae ve Sphingidae'de ağızdan çıkan kaygan bir sıvı, vücudun üzerine bir çeşit yağlamaya yarar. Vücut ekseninin döndürülmesi ile kum tanecikleri birbirlerine sıkıştıkları ve yapıştıkları, topraktan bir kokon yapılır. Ülkemizde çok yaygın *Vanessa urticae*'nin kokon yapmasını bir sıraya göre izlersek: Genellikle korkutucu bir şekilde silahlanmış siyah renkli tırtıl, çoğunlukla ısırganotları (*Urtica dioica*) üzerinde yaşar. Yeterince beslendikten sonra ısırganotunun sapı

üzerinde küçük bir ağ örür. Bu ağ, başta bulunan bir ağ bezinden salgılanan çok ince iplikçikler ile örülür. Başın sağa sola hareketi ve cisimlere bastırılması ile birkaç milimetre çapında gevşek bir ağimsi minder yapılır. Daha sonra tırtıl, sonuncu bacağa (arka iticiye) kadar bu minderin üzerine tırmanır. Küçük kancalar ile ağimsi mindere sıkıca tutunur ve kısa bir zaman sonra hayvan bacaklarını zeminden ayırır; böylece hafifçe kıvrılmış durumda başaşağı asılır.

Tırtıl bu konumda 12-15 saat kadar katılaşmış durumda kalır. Başlangıçta hareketsiz ve katılaşmış olarak kalan bu tırtıl, pup olmaya başlamadan kısa bir süre önce kramp şeklinde hareketler yapmaya başlar. Tırtılın vücudu, bu hareketlerin sonuna doğru düzleşir ve başın hemen arkasında bulunan bir kısım belirgin olarak şişer. Hayvanın huzursuzluğu gittikçe artar, vücudun üzerinde dalga şeklinde hareketler meydana gelmeye başlar ve sonuçta göğüs segmentinin sırt kısmında deri patlar. Çok hızlı bir şekilde yank genişler, ilk olarak göğüs segmentleri ve baş kapsülü dışarıya çıkar ve bu açıklıktan açık kahverengi pup dışarıya süzülür. Pup, kancalarla donatılmış tırtıl derisini sıyrarak sivrilmiş arka ucuna yığar. Buna "**Kremaster**" denir. Daha sonra arka ucuya bu ağsı mindere sıkıca bağlanır. Kuvvetli darbe ve sallanmalarda bu bağlantı koparak toprağa düşerler. Birkaç saat içinde açık kahverengi pup örtüsü koyu kahverengine dönüşür ve aynı zamanda katılaşır. Bu andan itibaren yaklaşık 15 gün sürecek pup dinlenmesine girmiş olur. Larva ile ergin arasında bir geçiş kademesi olan pup evresinin oluşumu, genel kısımda ayrıntılı olarak anlatılmıştır (Şeki 28.123/a-d ve 178/d). *Kelebek larvaları çiğneyici, erginleri ise emici ağız tipine sahiptir.*

Genellikle kelebek pupları silindirik yapılıdır; arka kısımları sivrilmiştir. Micropterygidae familyası serbest pupa (pupa libera) sahiptir. Yani kanat ve bacak taslakları vücuttan ayrı durur. Diğerleri pupa obtecadır, yani anten, bacak ve kanat taslakları yapışiktir (Şekil 28.181). Sphingidae gibi uzun hortumu olanlarda, pup evresinde, hortum taslağı, alt kısımdan arkaya doğru, vücuttan ayrı kalacak şekilde yatınır. Bazen bu taslak vücut sonunda sırta doğru kıvrılabilir. *Kremasterdeki diş, kanca ve tırnaklar sistematiğe çok önemlidir.*

Puplaşma, çok defa örgülü bir kozanın ya da yaprak parçalarından ve odun kıymıklarından ya da tırtıl kıllarından meydana gelmiş kokonlar içinde olur. Bu pup yataklarına, yanklarda, çatlaklarda, toprakta ve bitkilerin üzerinde vs.'de rastlanır.

Puplaşma süresi çok değişkendir. Bazı türlerde puplaşma süresi 10-15 gün olmasına karşın, bazı türlerde kışı geçirmeleri, hatta gelişmelerine devam edebilmeleri için donmalar gerekir. Bazı türlerinde ise puhta kalma süresi 2-3 yıl sürer. Puplaşmanın sonuna yaklaştığında, pup densesinin saydamlaştığı görülür (bazen kanat desenleri dahi görülebilir). Sonunda, pup örtüsü daha önce belirlenmiş bir yerinden yırtılır (baş kısmından, sırttan ya da kanat taslakları boyunca) ve yumuşak yapılı ergin, kanatları vücutta hâlâ yapışık bir durumda dışarıya süzülerek çıkar. Çıkar çıkmaz bağırsaklarındaki birkaç damla sıvıyı (metamorföz sırasında birikmiş atık maddeleri = mekonium) boşalttıkları görülür. Bu arada kuvvetli pompalama hareketleri ortaya çıkar. Hortum ve vücudun kuvvetli kaslarıyla içeriye alınan hava, her iki tarafta buruşuk duran kanatlardaki damarlara pompalanmaya başlanır. Böylece kanatlar gerilir ve sertleşir. Bu süre yaklaşık 20-30 dakikadır.

Duyu Organları: *Birçoğunun yüksek tondaki ve birkaç metre uzaktaki seslere tepki gösterdiği gözlenmiştir.* Farklı familyalar değişik ses alma organına sahiptir. *Timpanal organ ya 3. göğüs segmentinin yanlarında ya da belirli abdominal segmentlerin her iki yanında bulunur. Hatta bazı gündüz kelebeklerinde ön kanadın*

kaidesindedir. İşitme organlarının yeri ve şekli sistematikte çok değerli özellikleridir. Büyük gece kelebeklerinde (Sphingidae, Noctuidae, Lymantridae, Pyralidae, Saturnidae vs.) bu organ çok büyük yapılı olmasına karşın, Microlepidoptera diye adlandırılan küçük kelebeklerde tamamen yitirilmiştir.

Göğsün üçüncü segmentinde, göğüs ile abdomen sınırının her iki tarafında, bir çöküntü içinde bulunan işitme organlarına (toraks organına) Noctuidae türlerinde rastlanır. Bu çöküntü bir timpanal kapak ile örtülmüştür (bizdeki kulakkeçesinin görevini yapar). İşitme organının üzerindeki çok uzun kıllar uzaklaştırılırsa, timpanal zar çok iyi bir şekilde görülür. Timpanal zar, gergin, sarımsı, beyaz bir yapı olarak timpal çöküntüyü örter. Oval-yuvarlak şekideki timpanal zar, vücut kutikulasının o bölgede çok incilmesi ile oluşur. Zarın üst yüzeyi ince ve sık dikenciklerle donatılmıştır. Hayvanın iç tarafında ikinci bir timpanal zar daha bulunur (karşit timpanal zar). Bu iki timpanal zar, içi hava dolu bir boşluk oluşturur. Dış timpanal zarın iç yüzüne, scoloparium denen duyu kışileri, bunlara da metatoraks gangliyonundan köken alan duyu sinirleri bağlanır (daha geniş bilgi için genel kısımda işitme organlarına bkz!). İnce bir ligament, zarlar arasında uzanarak bu kışilerin gergin durmasını sağlar. Abdominal işitme organı da ilke olarak aynı yapı tarzını gösterir.

Yarasalar 30-80 kHz'lik ses dalgaları çıkararak, geceleri böcekleri avladıkları için, kelebeklerin, yarasaların varlığını da saptamaları gerekir. Bu nedenle kelebeklerin timpanal organları 4-176 kHz'lik ses dalgalarını alacak yetenektedir. Bu sesleri alınca bir kenara sinerler. Geceleri ışığa geçen kelebeklerin uçuş ritimlerini belirli ses dalgaları ile değiştirmek olasıdır. Keza duran kelebekleri uçurma ya da uçan kelebekleri bir yere kondurma yine ses dalgaları ile gerçekleştirilebilir. Uyuyan kelebekler ses dalgalarına tepki göstermezler. Noctuidae ve Geometridae'de yapılan deneylerde, 60-80 kHz'lik dalgalara en fazla tepki gösterildiği ve keza 4-5 m.'den daha uzaktaki ses kaynaklarına ise fazla bir tepki gösterilmediği saptanmıştır. Bununla birlikte 175 kHz ve 20 kHz'lik dalgalara dahi tepki gözlenmiştir. Timpanal organı yırtılanlar sese artık tepki göstermezler. İşitme duyusunun rejenerasyonu ise saptanmamıştır. Tüm bu davranışlar, ses algılamalarının, büyük ölçüde, düşmanlarından korunmak için ortaya çıktığını göstermektedir. Bununla birlikte diğer birçok hayvanda görüldüğü gibi, eşyalarını bulmada da önemi olabilir. Çünkü bazı kelebek türlerinin erkeklerinde, çekirgelerdeki gibi ses üretimi görülür. Bu sesler, daha çok, ön kanadın altındaki ve orta göğsün üzerindeki pullu bir keseciğe, solunum sistemiyle havanın doldurması ve çıkarılması suretiyle meydana gelir. Zemin üzerinde hareketsiz duran dişiler bu sesi alınca, abdomenlerini kaldırır, kanatlarını titreştirirler. Bu titreşimleri de erkekler alarak, dişilerinin yanına giderler. Ses tonunun türlere özgü olduğu varsayılmaktadır.

Feromonlar: Dişi kelebeklerin kendi erkeklerini cezbeden çok etkili bir koku, yani feromon salgıladıkları bilinmektedir. Örneğin yeni çıkmış bir *Saturnia pavonia*, serbest ortamda, bir tül kafeste, 7 saatte 127 erkeği; keza puştan ergin olarak çıkmadan önce, kırılan bir puştan çıkan *Cossus cossus* dişisi, kısa bir sürede 70 erkeği cezbetmiştir. Bu feromonlar çok uzun mesafelere yayılırlar dahi etkinliklerini büyük ölçüde devam ettirirler. Bu koku bezlerinin yerleri de farklı olabilir. Örneğin *Dasychira pudibunda*'da 8.-9. abdominal segmentler arasında büyük bir bezli alan vardır. Sıkılınca buradan bir sıvının çıktığı gözlenebilir. Bu bez *Cucullia verbasci*'de aynı yerde bilezik şeklinde; *Bombyx mori* (ipekböceği)'de yine aynı yerde kese şeklindedir. Bu segmentler genlince, keseler her iki tarafta görülebilir. Sıvıyı, abdomenlerinin pompalama hareketiyle aktif olarak yayabilirler.

Keza birçok türde uzun kıllara dağıtmak suretiyle yayılmaları (yüzey artırımından dolayı) kolaylaştırılır. *Gonepteryx rhamni* (limonkelebeği)'nin dişileri aynı şekilde abdomenlerini sonunda pul şeklinde genişlemiş kıllara sahiptir. Bu pullar bez hücrelerinin dibinden çıkar. Pul şeklindeki kılların bizzat kendileri de sıvıların porlardan dışarıya çıkabilmesi için aç şeklinde bir yapıya sahiptir. Birçok pulumsu kıl bir demet şeklinde bir araya gelmiştir.

Koku bezleri erkeklerde de bulunur. Ama bu bezlerin salgısı, ancak dişisinin yakınına gelince işlev görmeye başlar; onu uyarır.

Dişilerin feromon bezleri ya da bu bezlerden çıkarılan özütler de feromonun kendisi gibi aynı şekilde etki eder.

Feromonu alan erkekte birçok davranış kademesi saptanmıştır. İpekböceğinininkine dayanılarak verilen davranış kademeleri şöyledir: Feromonla temasa geçen erkek ilk olarak başını ve antenini hareket ettirir. Dalli antenini temizler; bu aşamada yön saptanmamıştır. Daha sonra kanadını kuvvetli olarak titreştirir ve bu titreştirmeler gittikçe artar. Bundan sonraki kademede yön saptanmasına başlanır. Zikzak ya da çember uçuşlarla kokunun merkezi bulunur. Eğer rüzgar varsa, ilk olarak rüzgann yönü saptanır; daha sonra derişim gradiyentine göre kaynak bulunur. Farklı türlerin, hatta farklı familyalara ait türlerin erkekleri, davranış olarak feromona benzer şekilde tepki gösterirler; örneğin *Lymantria dispar* (Lymantriidae), *Lasiocampa quercus* (Lasiocampidae) ve *Ephestia kuehniella* (Pyrilidae) vs.

Koku, antenlerle alınır. Bu nedenle erkeklerin antenleri çok dallanmıştır. Nitekim antenleri koparılmış erkekler yoğun kokuya dahi tepki göstermezler.

Antenlerde keza kalın ve ince duvarlı kıllara (sensillum) da rastlanır. Kalın duvarlılara sensillae trichodeae denir; öncelikle mekanik uyarıların alınmasını sağlar. Bunları kaidede tipik bir eklemleşme yapısı ve bol miktarda duyu hücresi vardır. Kıl hareket ettirilince bu duyu hücreleri uyanır. İnce duvarlı sensillumların yapısı da benzerdir. İşlevleri tam bilinmemektedir; ancak kimyasal almaç olarak görev yaptıkları varsayılmaktadır. İnce yapılı sensillumların özel bir tipi sensilla styloconicae'dir. Bu hücrelerin saç demeti şeklindeki uçları, antenin yüzeyinden dışarıya bir koku konisi oluşturacak şekilde uzamıştır. Kaidelerinde ise çok sayıda koku alma hücreleri vardır. Diğer bir duyu organı tipi sensillae coeloconicae'dir. Bunlar, kitin tabakaya, üst yüzeyleri açık bir çukurluk oluşturacak şekilde gömülmüşlerdir. Ancak çukurluğun tabanında yine bir koku alma konisi meydana getirirler. Çukurluğun etrafı, mekanik etkilerden korunması için, çoğunlukla hareketsiz kıllarla bir çelenk gibi çevrilmiştir. *Vanessa io*'da her anten 50, belirli gece kelebekleri ise 500-1300 koku çukurcuğu taşır. Antendeki koku ve mekanik almaçların yapısı genel kısımda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Deneyisel olarak ipekböceğinin sensilla styloconicaları tahrip edilirse, feromona tepki göstermeye devam ederler ve davranış şekillerinde bir farklılık ortaya çıkmaz. Bu da kokuyu bunlarla almadıklarını gösterir.

Feromonların türlere özgü olması biyolojik bir gerekliliktir. Bununla birlikte *Ephestia kuehniella* ve *Piodia interpunctella*'nin erkekleri karşı türün feromonuna da aynı şekilde tepki gösterirler. Keza *Lymantria monacha* ve *Lymantria dispar*'da da durum aynıdır. Fakat her iki durumda da erkekler karşı türün dişileriyle çiftleşmezler.

Besinlerini ararken ya da seçerken bazı türlerde rengin (görmenin) önemli olduğu bilinmektedir (örneğin *Argynnis aglaia* sadece mavi çiçeklere gider). Nitekim renkli

kağıtlardan yapılmış yapay çiçeklerin de bu kelebekleri aynı şekilde cezbettikleri saptanmıştır. Bu deneylerde çiçeğin şekli önemli değildir. Yalnız, çiçeğin, kelebeğin belirli bir mesafeden görebileceği şekilde büyük olması gerekir. Bazı türler belirgin; fakat değişik renkleri tercih ederler. Örneğin *Vanessa urticae* sarı ve mavi çiçeklere, *Pieris* spp. ve *Papilio machaon* öncelikle kırmızı ve bordo renkli çiçeklere uçarlar.

Tat alma organları ile besinlerini seçerler. *Tat alma hücreleri öncelikle ağız parçalarında ve ikinci derecede de orta ve arka tarsuslarda bulunur. Tarsustaki tat alma organları uzun yapılı ve ince duvarlı kıllar şeklindedir.* Denemeler, bu hayvanların ayaklarının farklı şeker eriyiklerine sokulduğunda, hortumlarını açtıklarını (uzattıklarını) göstermektedir.

Düşmanları: Kuşların gagalarından kurtulmuş gündüz keleklerinin yırtık kanatları en sık görülen yaralanma şeklidir. Kuşlar, kertenkeleler, amfibiler, özellikle ses dalgaları ile uçan ya da duran kelebekleri geceleri avlayan yarasalar en önemli yırtıcılarıdır. Keza kelebekleri, uçan kelebekleri yere inmeye zorlayarak, onların arka kanadına tutunur ve zehirli iğnesi ile felç eder. Daha sonra kanatlarını ısırarak suretiyle kopararak, geri kalanları besin olarak yuvasına götürür. Bazı kelekler kanatları ile bu avcı anlara vurarak onları öldürürler.

En fazla zararlı olan evreleri, yumurta, larva ve pup evreleridir. Toplu bırakılmış yumurtaları, baştankaralar tarafından; larva ve pupları ağaçkakanlar, guguklar ve diğer kuşlar tarafından yenir. Yerde olanları fareler, köstebekler, kargalar, sıvri fareler ve karıncalar tüketir. Keza sokucu emici yan kanatlılar da larvalarının en önemli düşmanlarıdır. Bu hayvanların uzun hortumuna karşı, kelek tırtıllarının kılı ve dikenli uzantıları da fazla koruyucu olamaz. Larvalar korunmak için genellikle dikenler, kıllar, tüyler ve korkutucu renkler ve desenler taşırlar. En büyük zararı gittikçe artan miktarlarda kullanılmaya başlanılan böcek ilaçları yapar.

Çevreye Uyum: Birçoğunda gerek şekil, gerek renk ve gerekse desen bakımından çevreye uyum vardır. *Kallima*'nın yaprakları taklit etmesi en ünlü örnektir (Şekil 28.259/c ve d). Keza birçoğu ağaçlardaki likenlerin, yosunların ve kabukların rengine uyum yapmıştır. Birçok türde bitki parçalarını ya da zehirli türlerin taklit edilmesini öngören mimikriye de rastlanmıştır (Şekil 28.261/c-f ve 263/f-i). Bir kısmı da alt kanatlarında görünen parlak renkleri ve göz desenlerini vs.'yi normal zamanda üst kanatları ile örterler. Tehlike sırasında açığa çıkarırlar. En iyi korunma larvalarında görülür; çevreye renk bakımından uyum yaptıkları gibi, taşıdıkları kıllar (Şekil 28.262/a) ve korkutucu desenlerle de (Şekil 28.262/b ve c) kendilerini korurlar.

Pupları da çevreye uyum yapar. *Yapılan çalışmalar, pupların renginin hormonal olarak ayarlandığını ve bu renklenmenin pupun bulunduğu yerdeki ışık ile yakından ilgili olduğunu göstermektedir.* Başkalaşımından önce, noktagözlerle alınan ışık uyarıları beyinde bulunan bir merkeze iletilerek değişik renklerin oluşmasına neden olur.

Ayrıca tırtıllar hem korunmak için hem de kaçabilmek için yaprakların 1/3'nü yemeden bırakırlar. Fakat sürü halinde çoğaldıklarında bu davranış görülmez; sap kalıncaya kadar yerler.

Tırtılların çoğu dal ve yapraklarda timanarak yürürler. Gündüzleri gesisin geriye de gittikleri halde, geceleri yalnız öne hareket ederler. Birçoğu, korkutulduğunda korkutma konumuna geçer ve bazen akinaz dediğimiz katılma ortaya çıkar.

Larvalara dokunulunca, birçoğu, kılı ve dikenli taraflan düşmana gelecek şekilde hemen kıvrılırlar. Bu sırada genellikle ağızlarından ve bazen anüslerinden, çoğunluk yeşil renkli ve kıvamlı bağırsak içeriğini dışarıya boşaltırlar. Keza birçoğu ön ve arka ucuyla kamçılama hareketi yapar. Bazıları taşıdıkları özel bezlerle korkutucu ve tiksindirici sıvılar salgırlar (Papilionidae larvalarında olduğu gibi). Bu bezler kan basıncıyla dışarıya pörtletilir ve daha sonra kaslarla içeriye çekilir. En çok rastlanılan davranış şekillerinden biri de, en küçük bir sallantıda ağaçlardan toprağa düşme davranışıdır. Yere düşenler katılaşıp ve bir süre bu şekilde kalırlar. Bir kısmı, salgıladıkları ince bir iplikten kayarak yere inerler.

Jeolojik Durumları: Bulunan fosiller yetersizdir. Diğer kanatlı böcekler gibi Üst Karbon'da bol miktarda bulunan Palaeodictyoptera'dan köken almışlardır. En yakın akrabaları Trichoptera'dır.

Kelebeklerin en zengin çeşitlenmesi Kretase'de çiçekli bitkilerin çeşitlenmesiyle paralellik gösterir. Tersiyer'in başında bugünkü familyaların hepsi, Pliosen'de bugünkü cinslerin çoğu ve hatta bazı türler oluşmuştur. **Buzul devirleri türleşmenin artmasına ve yeni türlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.**

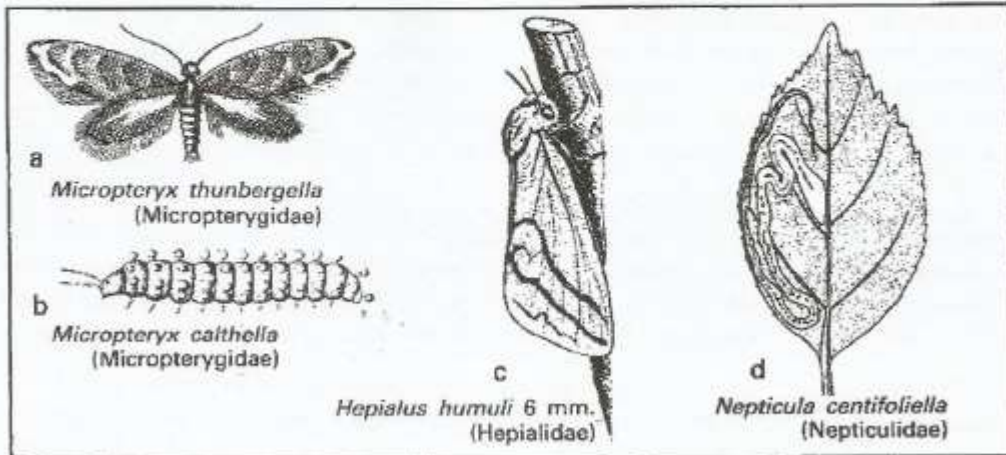
Saklanmaları: Larvaları alkol içerisinde, erginleri kuru olarak (genellikle) saklanır.

Sistematikleri: Yapılarına dayanılarak sınıflandırılmalarına karşın, gerçeği yansıtan bir sistem kurulamamıştır. Bu nedenle farklı kitaplarda farklı gruplandırılmaların yapıldığı görülür. Tanımlanmış 150.000 türü ile kınkanatlılardan sonra en kalabalık hayvan grubudur.

28.5.22.2.28.(32).1. ALTTAKIM : JUGATA (= HOMONEURA)

Ön ve arka kanatlar aynı şekilde damarlanmış ve birbirlerine bir jugum ile birleşmiştir (Şekil 28.55/b). Ağız üyeleri körelmiştir ya da mandibul taşıyabilir. Anüs-eşeyssel açıklık birleşmiş olarak 9. abdominal segmentten dışarıya açılır. Vajina ve bursa kopulatriks aynı açıklığa sahip değildir. Pupa diken dizileri taşır.

1. Fam.: Micropterygidae (= Zeugloptera) = İlkinelebekler: Türce fakir; ağız yapısı ve biyolojileri bakımından diğer familyalardan büyük farklılıklar gösteren bir gruptur.



Şekil 28.558 : Micropterygidae, Hepialidae ve Nepticulidae'ye ait bazı türler (Eckstein; Chappman, Hering ve Brandt'dan).

KELEBEK VE GÜVELERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Lepidoptera türleri, yalın bir sınıflandırma ile kelebekler ve güveler olarak ayrılırlar. Kelebekler, Papilionoidea (gerçek kelebekler), Hesperidae (skippers) ve Hedylidae (kelebek güveleri) familyalarını (gibi familyaları) içeren **Rhopalocera** alt takımında verilen doğal bir monophyletic gruptur. Bu taksonomik düzende, güveler, **Heterocera** alt takımına aittir. Önerilen diğer taksonomik düzenlerden en yaygın olanı, güvelerin sınıflandırılmasını dikkate almadan, kelebekleri **Ditrysia** alt takımına ve bu nedenle de Papilionoidea üst familyasına koyandır. **Ditrysia**, kelebekleri ve güveleri içeren Lepidoptera takımındaki böceklerin doğal bir grubudur. Bu şekilde adlandırılmaları, dişilerinin, biri çiftleşmek ve diğeri yumurta koymak için iki ayrı eşeyssel açıklığa sahip olmalarındandır. Tanımlanan Lepidoptera türlerinin yaklaşık %98'i Ditrysia grubuna aittir. Bu grup, ilksel fakat paraphyletic "micromoths" ve kelebekler gibi çoğunluk daha büyük güveleri içeren monophyletic kökenli **Apoditrysia** olarak ayrılabilir. Dorsal bir kalp damarına sahip olanlar Cossina seksiyonuna ve ventral bir kalp damarına sahip olan diğerleri Tineina seksiyonuna aittir. Taksonomik düzenlemelerin hiç biri mükemmel değildir, ancak taksonomistler kelebekler ve güveler arasındaki açık farkları tanımlamada hemfikirdirler.

Anten şekli ve yapısı

En açık farklılık duyargalarda/antenlerde dir. Kelebeklerin çoğunun ucu topuzlu ince narin ipliğimsi antenleri vardır. Ancak, güvelerin çoğunluk tarak benzeri veya telek şeklinde veya topuzsuz ipliğimsi antenleri vardır. **Lepidoptera taksonomik bölümlerinin ilk ayırımı bu temele dayanır:** Rhopalocera ("topuz antenli", kelebekler) ve Heterocera ("farklı antenli", güveler). Bununla birlikte, bu kuralın bazı istisnaları vardır. Az sayıda güvenin (Castniidae, Uraniidae, Apoprogonidae ve Sematuridae familyaları) topuzlu antenleri vardır. Orta Afrika ormanlarından *Pseudopontia paradoxa* gibi bazı kelebeklerin antenlerinin uçları topuzsuzdur. Hesperiidlerin çoğunlukla anten uçlarında bir açığı vardır.



Güveler tipik olarak kokon oluşturur



Kelebekler tipik olarak krizalit oluşturur






KELEBEK

Uzunkanatlı kaplan kelebeği, *Heliconius hecale*, antenleri topuzlu ve narin vücutlu.





GÜVE

Çam keseböceğinin (*Thaumetopoea pityocampa*) teleğimsi antenleri ve şişman, tüylü yapısı

	<p>Güvede tipik dinlenme duruşu</p>
	<p>Güvde bir diğer dinlenme duruşu</p>
	<p>Tipik kelebek dinlenme duruşu</p>

Yaygın güve/kelebek ayırımlarının kuraldışı örnekleri

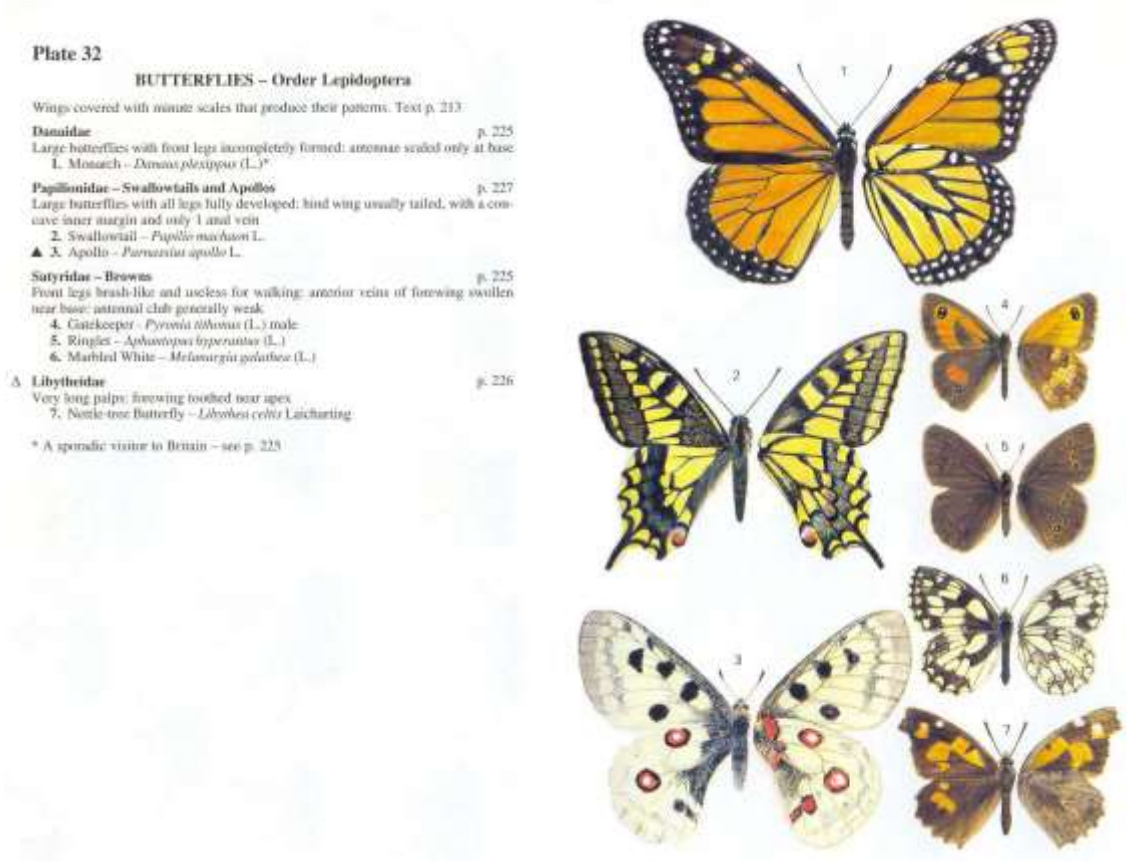
	<p><i>Chrysidia rhipheus</i>, gündüz uçan bir Uraniidae güvesi, kelebek benzeri renklere sahip</p>
	<p><i>Tetragonus</i> sp., gündüz uçan bir Callidulid güve, kanatlarını kelebek gibi katlar, ancak antenlerinin ucu topuzlu değildir.</p>

Taksonomi

Rhopalocera ve **Heterocera**, Lepidoptera türlerinin sınıflandırılmasında Kelebekler ve güveler arasında kabul gören ayırımı şekillendirme girişiminde kullanılan standart bölümler değildir. Bu sınıflandırma, kelebekler monophyletic bir grup olduğu, ancak geri kalan Lepidoptera türlerini içeren güveler ise bu tür bir grup olmadığı için bilimsel olarak kabul görmemektedir. Lepidoptera takımının üst familyalarını doğal gruplar halinde Microlepidoptera ve Macrolepidoptera, Heterocera ve Rhopalocera, Jugatae ve Frenatae, Monotrysia

ve Ditrysia gibi çok sayıdaki ayırma girişimlerinin çoğu, bu iki gruptan biri monophyletic olmadığından başarısız olmaktadır.

Bu iki grubu ayıran kurallar tamamen katı ve sıkı olmasa da, yol gösterici en iyi ilke, kelebeklerin antenlerinin zarif ve ucunda (biri dışında) küçük toplar veya topuzlar olmasıdır. Güvelerin antenleri görünüşte oldukça değişiktir, ancak özellikle topuz uçtan yoksundur. Bu bölümler bu ilkeye göre "topuz antenli" (Rhopalocera) veya "farklı antenli" (Heterocera) olarak adlandırılır.



Lepidoptera Takımının Sınıflandırılması

Aşağıdaki Sınıflandırma Wikipedia'dan alınmıştır. İnternette bu sayfaya girerek familyalarla ilgili bilgilere ulaşabilirsiniz.

Suborder [Zeugloptera](#)

- Superfamily [Microterigoidea](#)
 - Family [Micropterigidae](#)
Suborder [Aglossata](#)
-

- Superfamily [Agathiphalgoidea](#)

- Family [Agathiphagidae](#)
Suborder [Heterobathmiina](#)
-

- Superfamily [Heterobathmioidea](#)
 - Family [Heterobathmiidae](#)
Suborder [Glossata](#)
-

Infraorder [Dacnonypha](#)

- Superfamily [Eriocranioidea](#)
- Family [Eriocraniidae](#)
Clade [Coelolepida](#), encompassing all remaining groups

Infraorder [Acanthoctesia](#)

- Superfamily [Acanthoctesia](#)
- Family [Acanthopterocetidae](#)

Infraorder [Lophocoronina](#)

- Superfamily [Lophocoronoidea](#)
- Family [Lophocoronidae](#)
Clade [Myoglossata](#), encompassing all remaining groups

Infraorder [Neopseustina](#)

- Superfamily [Neopseustoidea](#)
- Family [Neopseustidae](#)
Clade [Neolepidoptera](#), encompassing all remaining groups

Infraorder [Exoporia](#)

- Superfamily [Mnesarchaeoidea](#)
- Family [Mnesarchaeidae](#)
- Superfamily [Hepialoidea](#)
- Family [Palaeosetidae](#)
- Family [Prototheoridae](#)
- Family [Neotheoridae](#)
- Family [Anomosetidae](#)

Infraorder [Heteroneura](#)

Clade [Nepticulina](#)

- Superfamily [Nepticuloidea](#)
- Family [Nepticulidae](#)

- Family [Opostegidae](#)
- **Clade [Eulepidoptera](#), encompassing all remaining groups**
- **Clade [Incurvariina](#)**
- Superfamily [Andesianoidea](#)
- Family [Andesianidae](#)
- Superfamily [Adeloidea](#)
- Family [Heliozelidae](#)
- Family [Adelidae](#)
- Family [Incurvariidae](#)
- Family [Cecidosidae](#)
- Family [Prodoxidae](#)
- **Clade [Etimonotrysia](#)**
- Superfamily [Palaephatoidea](#)
- Family [Palaephatidae](#)
- Superfamily [Tischerioidea](#)
- Family [Tischeriidae](#)
- **Clade [Ditrysia](#), encompassing all remaining groups**
- Family unassigned (25 genera, 100 species)
- Family [Millieriidae](#)
- Superfamily [Tineoidea](#)
- Family [Eriocottidae](#)
- Family [Psychidae](#)
- Family [Tineidae](#)
- Superfamily [Gracillarioidea](#)
- Family [Roeslerstammiidae](#)
- Family [Bucculatricidae](#)
- Family [Gracillariidae](#)
- Superfamily [Yponomeutoidea](#)
- Family [Yponomeutidae](#)
- Family [Argyresthiidae](#)

- Family [Plutellidae](#)
- Family [Glyphipterigidae](#)
- Family [Ypsolophidae](#)
- Family [Attevidae](#)
- Family [Praydidae](#)
- Family [Heliodinidae](#)
- Family [Bedelliidae](#)
- Family [Lyonetiidae](#)
-
- **Clade [Apoditrysia](#),**
- Family [Prodidactidae](#)
- Family [Douglasiidae](#)
- Superfamily [Simaethistoidea](#)
- Family [Simaethistidae](#)
- Superfamily [Gelechioidea](#)
- Family [Autostichidae](#)
- Family [Lecithoceridae](#)
- Family [Xyloryctidae](#)
- Family [Blastobasidae](#)
- Family [Oecophoridae](#)
- Family [Schistonoeidae](#)
- Family [Lypusidae](#)
- Family [Chimabachidae](#)
- Family [Peleopodidae](#)
- Family [Elachistidae](#)
- Family [Syringopaidae](#)
- Family [Coelopoetidae](#)
- Family [Stathmopodidae](#)

- Family [Epimarptidae](#)
- Family [Batrachedridae](#)
- Family [Coleophoridae](#)
- Family [Momphidae](#)
- Family [Pterolonchidae](#)
- Family [Scythrididae](#)
- Family [Cosmopterigidae](#)
- Family [Gelechiidae](#)
- Superfamily [Alucitoidea](#)
 - Family [Tineodidae](#)
 - Family [Alucitidae](#)
- Superfamily [Pterophoroidea](#)
 - Family [Pterophoridae](#)
- Superfamily [Carposinoidea](#)
 - Family [Copromorphidae](#)
 - Family [Carposinidae](#)
- Superfamily [Schreckensteinoidea](#)
 - Family [Schreckensteiniidae](#)
- Superfamily [Epermenioidea](#)
 - Family [Epermeniidae](#)
- Superfamily [Urodoidea](#)
 - Family [Urodidae](#)
- Superfamily [Immoidea](#)
 - Family [Immidae](#)
- Superfamily [Choreutoidea](#)
 - Family [Choreutidae](#)
- Superfamily [Galacticoidea](#)
 - Family [Galacticidae](#)
- Superfamily [Tortricoidea](#)

- Family [Tortricidae](#)
- Superfamily [Cossoidea](#)
 - Family [Brachodidae](#)
 - Family [Cossidae](#)
 - Family [Dudgeoneidae](#)
 - Family [Metarbelidae](#)
 - Family [Ratardidae](#)
 - Family [Castniidae](#)
 - Family [Sesiidae](#)
- Superfamily [Zygaenoidea](#)
 - Family [Epipyropidae](#)
 - Family [Cyclotornidae](#)
 - Family [Heterogynidae](#)
 - Family [Lacturidae](#)
 - Family [Phaudidae](#)
 - Family [Dalceridae](#)
 - Family [Limacodidae](#)
 - Family [Megalopygidae](#)
 - Family [Aididae](#)
 - Family [Somabrachyidae](#)
 - Family [Himantopteridae](#)
 - Family [Zygaenidae](#)
- **Clade [Obtectomera](#),**
Superfamily [Whalleyanoidea](#)
 - Family [Whalleanidae](#)
- Superfamily [Thyridoidea](#)
 - Family [Thyrididae](#)
- Superfamily [Hyblaeoidea](#)
 - Family [Hyblaeidae](#)

- Superfamily [Calliduloidea](#)
 - Family [Callidulidae](#)
- Superfamily [Papilionoidea](#)
 - Family [Papilionidae](#)
 - Family [Hedylidae](#)
 - Family [Hesperiidae](#)
 - Family [Pieridae](#)
 - Family [Riodinidae](#)
 - Family [Lycaenidae](#)
 - Family [Nymphalidae](#)
- Superfamily [Pyraloidea](#)
 - Family [Pyralidae](#)
 - Family [Crambidae](#)
- Superfamily [Mimallonoidea](#)
 - Family [Mimallonidae](#)
- **Clade [Macroheterocera](#) ([Macrolepidoptera](#))**
- Superfamily [Drepanoidea](#)
 - Family [Cimeliidae](#)
 - Family [Doidae](#)
 - Family [Drepanidae](#)
- Superfamily [Lasiocampoidea](#)
 - Family [Lasiocampidae](#)
- Superfamily [Bombycoidea](#)
 - Family [Apatelodidae](#)
 - Family [Eupterotidae](#)
 - Family [Brahmaeidae](#)
 - Family [Phiditiidae](#)
 - Family [Anthelidae](#)
 - Family [Carthaeidae](#)

- Family [Endromidae](#)
- Family [Bombycidae](#)
- Family [Saturniidae](#)
- Family [Sphingidae](#)
- Superfamily [Geometroidea](#)
 - Family [Epicopeiidae](#)
 - Family [Sematuridae](#)
 - Family [Uraniidae](#)
 - Family [Geometridae](#)
- Superfamily [Noctuoidea](#)
 - Family [Oenosandridae](#)
 - Family [Notodontidae](#)
 - Family [Erebidae](#)
 - Family [Euteliidae](#)
 - Family [Nolidae](#)
 - Family [Noctuidae](#)

**ÖDEV HAZIRLAMADA ESAS ALINACAK FAMILYA ÖZELLİKLERİ
(DEMİRSOY, 1992)**

Her öğrenci adının yazılı olduğu kısımdan sonra gelen familyayı değerlendirecektir.

LEPİDOPTERA TAKIMININ SINIFLANDIRILMASI

Kelebek ve güvelerin yapılarına dayanılarak sınıflandırılmalarına karşın, gerçeği yansıtan bir sistem kurulamamıştır. Bu nedenle değişik kaynaklarda farklı gruplandırmaların yapıldığı görülür. Tanımlanmış 150.000 türü ile kınkanatlılardan (Coleoptera Takımı) sonra en kalabalık hayvan grubudur.

Alt takım : JUGATA (HOMONEURA)

Ön ve arka kanatları aynı şekilde damarlanmış ve birbirine bir jugum ile birleşmiştir. Ağız üyeleri körelmiştir ya da mandibul taşıyabilir. Anüs-eşeyssel açıklık birleşmiş olarak 9. Abdominal segmentten dışarıya açılı. Pupaları diken dizileri taşır.

- 1. Familya: Micropterygidae** (Zeugloptera) İlkkelebekler: Tür sayısı çok azdır. Ağız yapısı ve biyolojileri bakımından diğer familyalardan büyük farklılıklara gösteren bir gruptur. İşlev gören mandibullara sahiptirler. Besinleri polendir. Oysa diğer kelebekler hortuma sahiptir ve bal özü ile beslenirler.
- 2. Familya: Eriocraniidae:** Mandibulları küçüktür. Maksillar palpus mevcuttur. Larvaarı yaprakları galeri şeklide oyuklar.
- 3. Familya: Hepialidae:** Kökdelenler. Kelebek sistamatiğinin kuşku götürmeyen en eski familyasını oluşturur. Antenleri gelişmemiştir. Ağız parçaları birçok türde gelişmemiş veya körelmiştir. Ön ve arka kanatlar asıdaki açıklık fazladır. Yumurtalarını gelişigüzel toprağa bırakırlar. Tırtılları, bitki kök veya gövdelerinden beslenir.

Hepialidae türlerinin çoğu Avustralya'da yaşar. Erginleri birkaç gün larvaları birkaç yıl yaşayabilir. Diğer familyalardakinin aksine, dişileri, erkeklerini arar.

ALTTAKIM FRENATA (HETERONEURA)

- 4. Familya Nepticulidae:** Stigmellidae: Cücekelebekler: Çok sayıda türü vardır. Küçük yapılı kelebeklerdir. Bir göz örtüsünün bulunması tipiktir. Bu örtü, anten kaidesinin pul şeklinde genişlemesi ve göz üzerinde bir çatı şeklinde durması ile meydana gelir. Ayrıca başta çok sayıda, genellikle altın renginde pulların bulunması tipiktir. Maksillar palpuslar zayıf gelişmiş; hortum körelmiştir. Larvalarda başın her iki yanında sadece birer nota göz vardır; antenler yoktur. Bacakların hepsi yitirilmiştir.
- 5. Familya: Adelidae: Uzunantenneli Güveler:** antenleri çok uzundur. Erkekler dişilerden çok daha uzun antenlere sahiptir. Larvalar başlangıçta oyucudur. Kış toprakta geçirirler.
- 6. Familya: Heliozelidae:** Kanatları metalik renkli parlar. Larvaları kazıcı olarak yaşar. Pupa olmak için yaprakların kenarını yuvarlak bir şekilde oyar ve orada ağ örler.
- 7. Familya: Tischeriidae: Perçemligüveler: Familya:** Kanat açıklıkları 9-10 mm'dir. Dinlenme sırasında vücudun ön kısmı, kanatların arka ucu zemine değecek şekilde yukarıya kalkıktır. Meşe yaprağında sarı-beyaz renkli larva

galerileri sıkça görülür. Kışı galeriler içinde larva evresinde geçirir ve ilkbaharda pupa olurlar.

8. Familya: Incurvariidae: Keseli Galerigüveleri: Küçük bir gruptur. Tırtılları galeriler içinde yaşar. En tanınmış türü frenküzümü güvesi, *Lampronia capitella*'dır.

9. Familya: Cossidae: Odunoyucular: Ağaçkurtları: Kanatları sık damarlıdır. Başın büyük bir kısmı iri gözlerle kaplanmıştır. Antenin yapısı çok değişiktir. Gececildirler, akşam akaranlığında veya daha sonra uçarlar. Tırtılları düz ve parlak bir deriye sahiptir ve oyucudurlar. Avustralya'da yüzlerce türü vardır. Bu türlerden bir kısmının kanat açıklığı 25 cm olabilir.

Cossus cossus : Söğütöyan, ağaç kızılkurdu.

Zeuzera pyrina: Ağaçkurdu:

10. Familya: Tineidae: Genel bir tanımlarını vermek zordur. Başlarının sık kıllarla örtülü olması, labial palplerinin küçük, hortumlarının az gelişmiş olması ve birçok tırtılın torba benzeri bir kese içinde bulunması tipik özellikleridir. Tüm dünyada özellikle yünlü dokumalarda büyük zararlara neden olduklarından dolayı iyi tanınırlar.

Tineola bisselliella: Elbise güvesi: Kahverengimsi sarı, başında kuvvetli sarımsı kıllar bulunan bu güvelerin, mayıstan itibaren gündüz evlerin içinde o yana bu yana uçtukları görülür. Kışın dahi ısıtılmış odalarda tek tük görülürler.

Tinea pellionella : Yün güvesi: kürkgüvesi

Trichophaga tapetiella : Halıgüvesi

11. Familya: Plutellidae: Tür sayısı azdır. Hortumları iyi gelişmiştir. Maksillar palpusları iplik şeklindedir. Labial palpusları genellikle orak şeklinde kıvrılmıştır. Antenleri düzdür.

12. Familya: Gracillaridae : (Lithocolletidae) Galerili güveler: Yaprak Torbalıgüveleri: Çok küçük ve narin güveleri kapsar. İnce katları çok uzun saçaklar taşır. Dinlenme durumunda vücutlarının ön kısmı yukarıya kalkık, bacakları öne doğru uzamıştır.

Lithocolletinae altfamilyasında başın üst kısmı donuk olarak pulludur. En tanınmış cinsi, birçok tür içeren *Lithocolletis*'tir.

Lithocolletis fanginella

Gracilaria syringella, Leylak güvesi

13.Familya: Phyllocnistidae: Larvaları çok tipik galeri açarlar. Sadece epidermisi yerler; parankşmaya dokunmazlar.

14.Familya: Sesiidae: Camkanatlılar: Arı benzeri kelebekler: Kanatlarının çok az pullu olması ve cam gibi gözükmesi en tipik özellikleridir. Ön kanatlarında düzenli saydam açıklıklar bulunur. Hortum her zaman iyi gelişmiştir. Kanatlarının, antenlerinin ve abdomeninin yapısı arılara çok benzer. Sesli uçuşları ve genel davranışları bakımından kelebeklere benzemezler. Bazı türlerde ince bel yapısı görülür.

Yaşam tarzları Cossidae türlerine benzer bitki gövdelerinin, köklerin ve bitki saplarının içinde yaşarlar genellikle gelişimleri iki yılda tamamlanır.

Asya ve Avrupa'da yaygın olarak bulunan türü *Aegeria apiformis*'tir. Diğer önemli türleri:

Synathedon myopaeiformis, Elma gövdekurdu

Bembecia hylaeiformis sap camkelebeği

Paranthrene tabaniformis, Kavak camgüvesi.

15.Familya: Glyphipterygidae: Yuvarlak antenli güveler: Ön kanatlarının ön kenarında, kanadın ortasına doğru uzanan birçok beyaz kancanın olmasıyla tanınırlar. Buna karşın dış kenarının altında gümüşimsi noktalarla donatılmış siyah bir benek bulunur.

16.Familya: Psychidae: Torbalıgüveler: Erginleri çok ince pullarda örtülmüştür. Başlarındaki ve göğüslerindeki kıllar o kadar sık ve uzundur ki, gözleri ve körelmiş labial palpusları bunların altında saklı olarak kalır. Hortum yitirilmiştir. Anten iyi gelişmiştir, iki taraflı taraklıdır. Bazı türlerinde dişilerin sadece kanatları körelmiş olmasına karşın, bazılarında aynı zamanda antenler, gözler ve bacaklar da körelmiştir. Bu dişilerin göğüsleri pulsuz ve kılsızdır, karınları fazla uzamıştır bu şekilde eşeyssel dimorfizm başka hiçbir Lepidoptera familyasında görülmez. Yaşam süreleri kısadır. Erkekler genellikle birkaç saat; dişiler ise en fazla iki gün kadar yaşarlar. Bazı türleri döllenmeden, yani parthenogenik olarak çoğalabilirler. Ülkemizde yaşayan *Amicata quadrangularis*, çeşitli odunlu maddelerden, dört köşeli, sanat dolu evcikler yaparlar.



17.Familya: Tortricidae: Yaprakbüktenler: Meyve İkurtları: Kanat desenleri çok değişiktir. Genellikle ön kanadın ön kenarı ile arka kenarı arasında, metalik parlayan benekler ve çizgiler ile çevrilmiş bir ayna vardır. Labial palpusları çok değişik yapıda olabilir; maksillar palpuslar ya yoktur ya da körelmiştir. Erkekler ve dişiler yapışma kıllarının sayısıyla kolayca birbirinden ayrılır.

Bazı türlerinde tırtılların beslendiği bitkilerde yaptığı bir rulo gibi bükülmeleri, familyanın bireyelerine yaprakbüktenler adının verilmesine eden olmuştur. Kural olarak küçük yapılı güvelerdir. Nadiren kanat açıklıkları 35 mm'ye ulaşır. Çoğunluk 20 mm'nin altındadır. Bir çoğu akşam karanlığında aktiftir.

Birçok türün erginleri akşam karanlığında aktiftir. Gündüzleri yaprakların üzerinde, altında ya da ağaçların gövdesinde saklanırlar. Bu saklanma sırasında arka kanatlar abdomenin üzerine yatırılır; ön kanatlar ise bunların üzerinde çatı şeklinde konumlandırılır. Rahatsız edildiklerinde, kısa bir mesafede uçarak tekrar konarlar. Uçuşları çok hızlı ve doğru bir hat üzerindedir.

Tortrix viridana : Yeşil meşe yaprak bükücüsü

Cydia pomonella : Elma içkurdu

18.Familya: Yponomeutidae: Ağkurtları: Larvalarının tül gibi ağlar içinde bulunması tipik özellikleridir. Bu familyanın en yaygın türünün özellikleri:

Yponomeuta evonymellus: Ağkurt: Çok güzel görünüşü olan kelebeklerdir. Beyaz renkli ön kanatlarında, boyuna, dizi halinde, 5 sıra siyah nokta bulunur. Vücudun geri kalan kısmı beyazdır.

Argyresthia cojugella: Elmagüvesi:

19. Familya: Lyonetiidae: Yaprakta galeriaanlar: Genellikle çok küçük boylu, kanat açıklığı 3-4 mm olan türlerdir. Bu süslü kelebekler doğada her zaman beslendikleri bitkilerin üzerinde tırtıl halinde görülürler. Erginleri çok zor göze çarpar.

20. Familya: Alucitidae: Kanatları saçak şeklinde derice kesilmiştir. Ön ve arka kanatların her birinde bir tarafta 6 tane olmak üzere her kanatta telek şeklinde 12 saçak bulunur. Bu saçakların kaide kısmı birbiriyle kaynaşmıştır bu görünüşleriyle telekligüvelere (Pterophoridae) çok benzerler. Bununla birlikte bu familyada Pterophoridae türlerindeki aksine , bacaklar ve abdomen çok uzun değildir. Ayrıca, kanat damarlarının konumlanması, larvalarının şekli ve yaşam tarzları da değişiktir.

Oldukça narin yapılı ve küçük kelebeklerdir. Güneş batarken ya da daha sonra uçarlar. Dinlenme sırasında on kanadın saçakları birbirinin altına itilir ve uçarken sahip olduğu genişliğin yarısına iner. Antenler kanatların altına gizlenir.

Ülkemizde en tanınmış türü *Alucita hexadactyla*'dır.

21. Familya: Gelechiidae: Pembekurtlar: DDokunaçlı güveler: Erkeklerinin vücut ve dişilerinin abdomen segmentlerinin yapısı ile diğer familyalardan ayrılırlar. Küçük yapılı bu kelebekler, genellikle iyi gelişmiş bazen dışarıya doğru yay gibi kıvrılmış, genellikle birbirine paralel duran, uzatıldığı zaman başı tepe kısmını geçen labial palpusları ile tanınırlar. Bazı türlerinde bu palpuslar zayıf gelişmiştir.

Phthorimaea operculella: Patates güvesi.

Sitotraga crealella : Arpa güvesi

22. Familya: Oecophoridae: Dünya üzerinde geniş bir yayılımı olan *Depressaria* cinsi en tipik taksonudur bu cinsin üyeleri yukarıdan basık olan vücutları ile tanınırlar. Tipik kanat damarlanmasının yanı sıra, orak şeklinde kıvrılmış (*falcata*) labial dokunaçları da diğer bir tanıma yoludur. Genellikle kışı ergin halinde geçirirler. Larvaları ağ içinde yaşar.

23. Familya: Scythridae: Çayır galerigüveleri: Birbirinden ayrılımları zor olan birçok türü vardır. Dış görünüşleri birbirine çok benzer.

24. Familya: Elachistidae: Çayır güveleri: Başlarında sık pullar vardır. Palpuslar uzun, ince, kıvrık ya da sarkıktır. Ön kanatları dar, arka kanatları uçta sivrilmiştir. Kanat açıklıkları 3-6 mm'ye ulaşır. Toprağa yakın dal, bitki sapları, ve yapraklar üzerinde sürü Halide bulunurlar. Hızlı olarak sağa sola koşarlar. Öğleden sonra ve akşam karanlığında kısa mesafelerde uçarlar.

25. Familya: Coleophoridae: Evcikli tırtıllar: Torbalı güveler: Dar yapılı kanatları ile tanınırlar. Kanat açıklığı 10-15, nadiren 20 mm'ye ulaşır. Arka kanatları uzun saçaklar taşır. Abdomenlerinin sırt kısmında, iki dizi halinde, diken taşıyan küçük

beneklerin bulunması bu kelebekler için tipiktir. Çok defa ince yapılı ve kamçı şeklindeki antenlerin kaide segmenti bir pul demeti taşır.

Ergineri güneş battıktan sonra uçmaya başlar. Gündüzleri bitkilerin üzerinde saklanarak yaşarlar. Dinlenme sırasında uzun antenlerini öne doğru uzatırlar.

En tanınmış türü *Coleophora larcella* Karaçam galerigüvesidir.

26. Familya: Pterophoridae: Telekligüveler : Türlerinin hepsi tipik kanat şekliyle hemen tanınırlar ön kanatları bir yarıyla iki, arka kanatları iki farklı derinlikteki yarı ile üç parçaya ayrılmıştır. Her parça telek gibi yan saçaklara sahiptir kanatlar yanlardan vücuda dik olarak, yatay tutulur. Arka kanatlar, dinlenme sırasında, değişik şekillerde bir araya katlanarak, ön kanatlar tarafından örtülür. Bacaklar ve abdomen ince uzun yapılıdır. Dinlenme sırasında ön bacaklara öne, orta bacaklar araya ve arka bacaklara da birbirine paralel olarak abdomenin yanlarına uzatılır. Arka bacakların tarsusları çok defa yukarıya kaldırılır; hatta abdomenin üzerinde çaprazlandırılır.

Eucnemidophorus rhododactylus:

27. Familya Hesperidae: İribaş kelebekler: Geniş alınları, tıknaz vücutları, kuvvetli labial palpusları ve uça aç yapacak şekilde kıvrılmış (dirsek yapmış) antenleri ile tanınırlar. Bacakların hepsi iyi gelişmiştir. Ön bacakları genellikle tibia plakçıkları, arka bacaklar ise iki çift mahmuz taşır. Çoğunun kanat açıklığı 2-3 cm'ye ulaşır.

Kanatlarının duruş konumu kendilerine özgüdür. Ön kanatlar birbirine yakın ve paralel olarak yukarıya doğru tutulurken, arka kanatlar aynı bir açı altında yatay olarak uzatılır.

Ülkemizde de yaygın olan *Hesperia (Augiades) comma*: virgüllükelebekler.

28. Familya: Thyridiidae : Pencerelekelebekler: Günün her saatinde uçan farklı türlere sahiptir. Genellikle Hindistan'da yaygındırlar.

29. Familya: Pyralidae (Pyralididae) Piraller: Yapısal özellikleri ile kapalı homojen bir grup oluştururlar. Diğer familyalardan kolaylıkla ayrılırlar. Türlerinin tümü abdomenlerinde timpana organ taşır; arka kanadın subcostası radial ramusa yaklaşmıştır; maksillar ve labial palpuslar çok defa iyi gelişmiştir ve arka kanatları genellikle üçgen şeklinde kuvvetli olarak genişlemiş ve gelişmiştir.

Vücut büyüklükleri çok farklıdır. Küçük türlerin yanı sıra (kanat açıklıkları 8 mm kadar olabilen) büyük türleri de (kanat açıklıkları 80 mm kadar olan) vardır. Larva

evresinde çok değişik yaşamtarzları gösterirler. Çok daha fazla değişik yaşam ortamlarına uyum yetenekleri vardır. Bir çok türünün tırtılları tarım bitkilerinde ve depolanmış ürünlerde çok büyük zararlara neden olur.

Galleria mellonella, Büyük bal mum güvesi

Achoroia grisella, küçük balmumu güvesi arıncılar tarafından iyi biline zararlı türlerdir. Dişileri yumurta koymak için akşamkaranlığında arı kovanlarına girer. Kovandaki yarık ve çatlaklara yumurta koyar. Larvaları mum ve polen artıkları ile beslenir.

Corcyra cephalonica, Pirinçgüvesi, Tropiklerde ve subtropiklerde zararından çok korkulan bir türdür.

Pralips gularis, iç fıstı güvesi, bulgurgüvesi

Ephestia kuehniella, unğüvesi, unurdu

Ephestia cautella, incir güvesi

Plodia interpunctella, kurumeyve güvesi

Etiella zinkenella, fasulye kapsül kurdu, akasya tohum kelebeği, fasulye güvesi

Pyralis farinus, unğüvesi, ekmek güvesi: değirmen, fırın ve un depolarında bulunur.

Evergestes extimalis, şahana tohum güvesi

30. Familya: Sphingidae: Ölübaş kelebekler: Mekikkelebekleri: Dar kanatları, kaslı kuvvetli göğüsleri, torpil şeklindeki abdomenleri tipik özellikleridir. Nokta gözlerinin olmaması da tipik özelliklerindedir. Larvalarının 11. Segmentinin sırt tarafında, farklı uzunlukta, boynuz şeklinde bir çıkıntı vardır. Larva derisi düz veya tübergüllerle donatılmıştır.

Larvalarının rahatsız edilmesiyle, sfenkslere benzeyen koruma yada korkutma şekli almaları çok tipiktir. Bu durumda vücudu ön kısmı yukarı kaldırılır, vücudun her iki yanında bulunan, göze benzer stigma açıklıkları gösterilir. Bu görünüşleri ile sfenkslere benzerler ve adlarını buradan alırlar. Toprakta pupa olurlar pupa ya da ergin evrede kışlarlar.

En tanınmış türü *Acherontia atropos*, ölübaşlı kelebek, kurukafa kelebeği. Sırt kısmında kurukafa deseni taşıdıkları için bu adı almışlardır.

31. Familya: Cochliidiidae: Kabuklu kelebekler: Genellikle geceleri uçarlar; pek azı gündüzcüldür. Dinlenme sırasında kanatlarını çatı şeklinde tutarlar, ön bacaklarını öne uzatırlar, vücutlarının ön kısmını yukarı kaldırır. *Apoda*

limacodes ve *Heterogenea asella*: haziran Temmuz aylarında karışık ormanlarda uçarlar.

32. Familya: Zygaenidae: Kankelebekleri: Ağörenler: Kanatlarının üzerinde çok defa kırmızı benekleler taşımalarından dolayı bu adı almışlardır. Çok parlak ve güzel renklerinden dolayı göze çarparlar. Gövdeleri iri ve yumuşak; antenleri taraklı ve dili, uç kısmı topuzlu; labial palpusları genellikle küçük; makillar palpusları yok; hortumları iyi gelişmiştir.

33. Familya : Notodontidae: Çentiklikelebekler: ön kanadın ark kenarında genellikle bir pul dişi vardır. Dinlenme durumunda kanatlarını çatı şeklinde konumlandırırken, bu pul dişi sırt kısmından bir çentik şeklinde yükselir. Bu nedenle çentikli kelebekler denir. Baş geniş alınlı ve pul benzeri kıllarla sık olarak örtülmüştür. Antenleri genellikle uçlarına kadar taraklıdır. Hortum zayıf olarak gelişmiştir.

Phalera bucephale, Ay benekli kelebek, *Cerura vinula*, çatalkuyruk, *Pterostoma palpina*, gagalı güve. *Stauropus fagi*, kayın güvesi

34. Familya: Thaumetopoeidae: Keselitirtiller, Keselikelebekler. Vücutlarının kuvvetli, yün şeklinde pullarla örtülü olmasından ve erkeklerinin antenlerinin iki taraflı taraklı olmasından dolayı Sphingidae'ye benzerler. Labial palpuslar sık kıllı başın içinde tamamen kaybolmuştur. Emici hortum ve nokta gözler tamamen yitirilmiştir.

Thaumetopoea processionaria, meşe ese kelebeği

Thaumetopoea pityocampa/wilkinsoni, çam keseböceği

35. Familya: Arctidae: Ayı kelebekleri, Çadırtirtilleri: Larvalarının ayıya benzer şekilde sık kıllarla örtülü olması bu familyaya adını vermiştir. Çoğunlukla kıllar eğilmez yapıdadır, hatta bazen diken şeklindedir.

Büyük kısmı gündüz uçarlar. Kanatlarının renkleri gözalıdır. Özellikle parlak kırmızı, parlak sarı ya da siyahtır. emme hortumu çoğunlukla kuvvetli gelişmiştir. Antenler, dişilerde kıl şeklinde, erkeklerde ise kısa, fakat taraklı ve taraklar telek şeklindedir.

36. Familya Endrosidae: Timpanal organlarının şekli ile Arctidae'den ayrılırlar. Gündüz uçan türleri kapsarlar. Tür sayısı azdır. Kışı larva evresinde geçirirler.

37. Familya: Syntomidae: Yazın güneşli saatlerinde çiçeklerin üzerinde sık olarak bulunan *Amata phegea* en yaygın türüdür. Bu tür genel görünüşü ile *Zygaenidae*'ye çok benzer. Kanatları siyahımsı mavi; farklı büyüklükteki beyaz beneklerle süslenmiştir.

38. Familya: Lymantriidae: Tüm dünyaya yayılmışlardır. Başları küçük, hortumları yok ya da körelmiş, erkeklerin antenleri iki taraflı taraklı; dişilerin basit taraklı; kanatları geniş ve uçta yuvarlaklaşmış, bazı türlerde dişilerde kanatlar körelerek küçülmüştür. Kanatlar dinlenme sırasında, basık bir çatı şeklinde abdomen üzerine yatırılır.

Larvalar çok sık kıllıdır. Vücut üzerinde tüberküllerden yıldız şeklinde ya da fırça şeklinde kıl demetleri çıkar. Birçok türde kılların yakıcı etkisi vardır, deride iltihaplara neden olabilir. Larva kokonalarının yapımında bu kıllar kullanılır. Çok zararlı önemli türleri içerir.

Lymantria monacha, Rahibe kelebeği

Lymantria dispar, kır tırtılı, sünger örücüsü

Euproctis chrysorrhoea, Altıncıklı kelebek,

Leucoma salicis, kavak yaprak örücüsü

Porthesia similis

Orgyia antiqua, erik kelebeği

Dasychira pudibunda

39. Familya: Noctuidae: Baykuş kelebekleri: Pervaneler, Bozkurtlar, Gecekelebekleri: Dünyanın her tarafına yayılmış binlerce türü olan, en kalabalık kelebek familyalarından biridir. En önemli özellikleri, kanatlarındaki tipik damarlanmanın yanı sıra, benzer desenlenmeye sahip olmalarıdır. Ön kanatlarının ortasındaki üç beneği yanlardan çeviren iki enine bant vardır. Bu benekler çember, böbrek ve kama şeklinde olabilir.

Tırtılları genellikle çıplaktır; bununla birlikte bazıları diken ve kıllarla donatılmıştır.

Agrotis segetum, Toprak kurdu, bozkurt, tırpan kurdu:

Panolis flammea

40. Familya: Endromidae: Ön kanatları tarçınımsı kahverengi, beyazımsı tozlu, siyahımsı kahverengi enine çizgi taşır. Sık ve uzun kıllı bu kelebeklerin kanat açıklıkları

25-40 mm'yi bulur. Kışı pupa evresinde geçirirler. En tanınmış türü *Endromis versicolora*, huş kelebeğidir.

41. Familya: Bombycidae: İpekböcekleri: Avrupa'da ve Akdeniz Bölgesinde doğal temsilcisi olmayan küçük bir familyadır. Ancak tropiklerde, subtropiklerde ve özellikle Doğu Asya'da yaygındır. Türlerin hemen hepsinde, erginde, ağız parçaları körelmiş, başın sık ve yün gibi pullarının altında gizlenmiştir. Ön kanatlarının yapısı tipiktir; Drepanidae'deki gibi orak şeklinde kıvrılmıştır. Dişi, erkekteki gibi sık tüylerle donatılmış antenlere sahiptir; koku almada önemli görevleri vardır. İyi uçucudurlar. Olgun larvaları tamamen çıplaktır.; bununla birlikte tüberkül şeklinde çıkıntılar taşırlar. Özellikle dut yaprakları ile beslenirler. Koza örmek için çıkardıkları ipekten büyük ölçüde yararlanılır.

Bombyx mori: İpek böceği

42. Familya: Lasiocampidae: Halka kelebekleri: Kuluçka kelebekleri: Çadır tırtılları: Tüm dünyaya yayılmış en kalabalık familyalardan biridir. Birçoğu belirgin ortak özellikler gösterir. Knat damarlarının tipik yapısının yanı sıra, hortumun ve nokta gözlerin olmaması, başın sık tüylerle örtülü olmaması, labial palpusların iyi gelişmesi ve yapışma kıllarının azlığı tipik özelliklerdir. Antenlerin yapısında ve kanatların desenlerinde çok belirgin eşeyssel dimorfizm görülür.

Larvaları, Lymantriidae'deki gibi kıl demetleri halinde düzenlenmiş, çok sık bir kıl örtüsüne sahiptir. Kokon örerken bu kılları yapı malzemesi olarak kullanırlar.

Dendrolimus pini, Çam çadırtırtılı

Malacosoma neustria, Yüzükkelebeği

Eriogaster lanestris, Huş yüzükkelebeği

43. Familya: Lemoniidae: Kanattaki damarların konumlanması, çok kuvvetli yapıda olmaları, ön bacaklarında dişli tırnakların bulunması, larvalarında örgü bezlerinin bulunmaması tipik özellikleridir. Çok az türü vardır.

Lemonia taraxi

44. Familya: Saturniidae: Tavus kelebekler: Çok göze çarpan, genellikle iri yapıli kelebkleri kapsar. *Thysania agrippina* kanat açıklığı en büyük olan kelebektir. Kanat yüzeyleri çok büyüktür. Tüm dünyada yayılmışlardır. Tropik Afrika ve Amerika türce en

zengin olan bölgelerdir. Ön kanatlarında iki radial kolun yitirilmiş olması, genellikle hortumun olmaması ve erkeklerinde antenlerin iki taraflı taraklı olması tipik özelliklerindedir. Birçok türü göz beneği taşır bu benek genellikle kanatların ortasında, pulsuz, renkli bir bölgedir.

İri silindirik tırtılları genellikle çıplaktır ya kısa kıllar taşıyan tüperküllere sahiptir. Bazı türlerin larvalarında içinde sıvı bulunan çatallanmış dikenler taşırlar. Bu dikenler insan derisinde acılara ve yanmalara neden olur. Bu sıvılar sırt derisinin büyük bezleri tarafından üretilir.

Ülkemizde en büyük kelebek, tipik göz beneği taşıyan *Saturnia pyri*, Tavuskelebeğidir. Ön kanatlarının açıklığı 60-80 mm'ye ulaşır.

45. Familya: Brahmaeidae: Saturniidae'ye yakın akrabadır. İri kuvvetli vücutludurlar. Abdomenleri kuvvetli yapılıdır. Kanatlarında birbirine paralel uzanan birçok şeridin varlığı tipiktir.

46. Familya Geometridae: Mühendis kelebekleri: Çok narin olmalarından ve göze çarpıcı olmadıklarından dolayı iyi toplanıp değerlendirilmedikleri açıktır. Bu nedenle tür sayısı tam olarak bilinmemektedir. Binlerce türü olduğu varsayılmaktadır.

Çok belirgin özellikleri ile diğer familyalardan açıkça ayrılırlar ve kapalı bir grup oluştururlar. Abdomenlerinin ince, bacaklarının uzun, kanatlarının kırılğan olması tipiktir. Kanatlarını dinlenme sırasında açık bir durumda zemine yayarlar. Ancak pek az türde, kanatlar, gündüz kelebekleri gibi abdomenin üzerinde birbirinin yanına getirilerek dikine tutulur. Hepsi bir chaetosemas, başlarında işlevi bilinmeyen bir duyu organı ve bir timpanal organ taşırlar. Timpanal organ 3. Göğüs segmenti ile 1. Abdomen segmenti arasında bulunur.

Larvalarında, abdomende sadece 6. bölütteki (göğüsle birlikte 9. segmentteki) 4. Bacak çifti ile son segmentteki arka itici mevcuttur. Bu nedenle tırtılları arşınlayarak yürürüler.

47. Familya: Drepanidae: Orakkanatlı kelebekler: Ön kanatlarının ucunun orak gibi kıvrık olması tipiktir. Güneydoğu Asya'da yaygındırlar. Ülkemizde 7-8 türü bulunur.

Abraxas grossularis, ahdadudu mühendiskelebeği.

48. Familya : Cymatophoridae: Birçok türünde ön knadın üzerinde et rengi ya da gül kırmızısı göz benekleri bulunur.

49. Familya: Erycinidae: Boyları küçüktür. Alınları geniş, gözleri küçüktür. Dişilerde 3, erkeklerde ise 2 çift iyi gelişmiş bacak vardır. Kanat şekilleri çok değişiktir. Kanatlarında kuyruk oabilir. Renkleri çok ilginçtir.

50. Familya: Lycaenidae: Sugüzelleri: Renkleri yapısal renklerdir. Çoğu türde kanatlar parlak mavidir.

51. Familya Nymphalide: Alaca kelebekler: Gündüz kelekleri arasında tür ve form zenginliği bakımından Nymphalidae en önemli grubu oluşturur. Çok değişik renk ve desenlere sahip olmaları nedeniyle koleksiyoncular tarafından en çok aranan türler olmalarına neden olmuştur.

Gözleri yarım küre şeklinde, labial palpusları kuvvetli, bacakları körelmiş (sadece temizlemeye yarayacak bir çıkıntı halindedir), her iki eşeyde de hortum iyi gelişmiştir. Hızlı ve devamlı uçarlar; güneşli yerleri çok severler; bir çiçekten diğerine uçarlar.

52. Familya: Satyridae: Göz kelebekleri: Esmerkelebekler. Bu familyanın en kolay tanınma yolu, ön kanatta, kaide kısmı torba gibi şişmiş damarların hem üst hem de alt tarafta hissedilebilir olmasıdır. Dünyanın her tarafına yayılmış bu familyanın üyeleri koyu kahverengi ya da siyah kanatlıdır. Kanatlar her zaman bir merkezi olan ya da kör (merkezsiz) göz beneklerine sahiptir. Erkek ve dişilerin ön bacakları körelmiştir; sadece temizleme işlevi yaparlar. Labial palpuslar yandan basıktır ve uzun kıllıdır. Hortum kuvvetli olarak gelişmiştir.

53. Familya: Danaidae : Ön bacakları körelmiştir. Ön kanattaki median damarın kök kısmının şekli, antenlerin uç kısmındaki topuzun çok zayıf olması ile, başta ve göğüste sırt kısmında çok sayıda beyaz beneğin bulunması ile diğer gündüzcü kelebeklerden ayrılır.

54. Familya: Pieridae: Lahana kelebekleri: Üyelerinin büyük bir kısmı renk olarak sarı, mavi, kırmızı ve siyahın değişik tonlarındadır. Her zaman iyi gelişmiş ön bacakları ile

diğer gündüz kelebeklerinden kolaylıkla ayrılırlar. Çoğu ormansız arazilerde bulunurlar. Toprağa yakın olarak uçarlar. Su içmeyi çok severler.

Pieris en tanınmış cinsidir. Sürüklenme ile tüm dünyaya yayılmıştır .

Pieris brassicae, büyük lahana kelebeği

Aporia crataegi, akkelebek

55. Familya Papilionidae: Kırlangıç kelebekleri. Ülkemizin en güzel kelebeklerini içeren bir familyadır genellikle büyük yapıdırlar. Çok canlı renklerle süslenmişlerdir. Tırtılların başlarınıninergisinde öne doğru uzatılabilen lastik gibi bir uzantı vardır. Başları yukarı olmak üzere kendilerini bir yere tespit ederler.