Trakya Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü

OMURGASIZ HAYVANLAR

(Morfoloji – Sistematik)

Ders Kitabı

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ



EDİRNE - 2004

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ *I*

1 SİSTEMATİĞİN TEMEL PRENSİPLERİ *1*

2. CANLILAR ALEMİ *9*

3. PROTISTA *9*
Protozoa *9*

4. MESOZOA *27*

5. PARAZOA *27*
Porifera *27*

6. EUMETAZOA *39*

7. RADİAL SİMETRİLİ HAYVANLAR *47*
Coelenterata (Cnidaria) *48*
Ctenophora *67*

Bilateral Simetrili hayvanlar *71*
Acoelomata *71*
8. ***PLATYHELMINTHES*** *72*

9. ***NEMERTINI*** *91*

Pseudocoelomata *97*
10. ASCHELMINTHES *97*
Nematoda *98*
Rotifera *108*
Gastrotricha *114*
Kinorhyncha *115*
Nematomorpha *116*
Acanthocephala *117*
Gnathostomulida *119*

11. EUCOELOMATA *121*
Annelida *121*
Pogonophora *151*
Echiura *152*
Sipuncula *153*
Priapulida *155*

12. MOLLUSCA *159*
Aculifera *167*
Placophora *168*
Conchifera *169*

13. ARTHROPODA *211*
Trilobitomorpha *227*
Chelicerata *228*
Mandibulata *259*
Onycophora *323*
Tardigrada *326*
Pentastomida *328*

14. LOPHOPHORATA *329*
Phoronida *329*
Bryozoa *331*
Entoprocta *340*
Brachiopoda *342*

15. ECHINODERMATA *345*

KAYNAKLAR *383*

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

1. SİSTEMATİĞİN TEMEL PRENSİPLERİ

İnsanoğlu, üzerinde yaşadığı gezegeni yaklaşık 5 milyon canlı ile paylaşmaktadır. İnsan doğuştan ölünceye kadar içgüdüsel olarak her zaman etrafında olup bitenlerden haberdar olmak istemiş, etrafında gördüğü canlı ve cansız varlıkları belirli gruplar içine sokarak sınıflandırmıştır. Sınıflandırma yapılmamış olsaydı canlı ve cansız varlıklar hakkında sistemli ve yeterli bir bilgiye sahip olunamayacak ve bu kadar kalabalık canlı hakkındaki karışıklık giderilemeyecekti. Günümüzde bilimsel ilerleme kaydedilmesinin nedeni sınıflandırma yönteminin oldukça gelişmiş olması ve gelişiminin yoğun bir şekilde devam etmesindendir.

Organizmaları yakından incelersek birbirlerinden çok farklı olduklarını görürüz. Bu farklara rağmen organizmaları benzerlik durumlarına göre bir araya toplamak ve gruplaştırmak mümkündür. Bir araya toplama ve gruplaştırma biyoloji biliminde **"Taksonomi"** ve **"Sistematik"** disiplinlerini ortaya çıkarmıştır.

Taksonomi : Yunanca ***Taxis*** : Sıralama, ***Nomos***, :Kanun, kelimelerinden oluşmuştur. Böylece Taksonomi*; "Organizmaların sınıflandırılmasının teori ve uygulaması"* olarak tanımlanır. Bu tanımı açarsak, taksonomi yeni taksonların tanımlanması (Description), adlandırılması (Nomenclature) ve organizmaların uygun bir sınıflama sistemi içinde düzenlenmesi (Classification) işlemlerini kapsar.

Sistematik : Latinceleştirilmiş yunanca bir kelime olan **Systema**' dan türetilmiş olup; *"Organizmalar arasındaki çeşit ve farklılıklar ile aralarındaki akrabalık derecelerinin bilimsel olarak incelenmesi"* olarak tanımlanır. Akrabalıktan kastedilen, tüm biyolojik yakınlıklardır. Sistematik, taksonomiyi de içine alan daha geniş bir alanı kapsar. Sistematik, biyolojik (organik) çeşitliliği sınıflandırmakla kalmayıp organizmaların evrimi, özellikle türleşmenin pratik ve teorik yönlerini inceler. Yani "*organizmalar arasındaki evrimsel ilişkileri ve akrabalık ilişkileri*" ni açıklamaya çalışır. Sistematiğin bu yönü "**Filogenetik**" olarak adlandırılır.

Eski Yunan'da Aristo, (M.Ö 3. yüzyıl), 18. Yüzyılda Linne' ve 19. Yüzyılda Darwin, sistematik biliminin gelişmesinde belirli dönüm noktalarıdırlar. Darvin, evrim teorisi sistematik bilimine aşağıdaki temel katkıları sağlamıştır :

1. Bütün türler ortak bir atadan evrimleşmişlerdir.
2. Biyolojik çeşitlilik kalıtsal bir olgudur.
3. Doğal taksonlar soy ilişkisini yansıtmalıdırlar
4. Doğal seçilim yeni türlerin oluşmasında temel mekanizmadır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Sınıflandırmanın temel birimi **Tür'** dür. Tür çok basit anlamda **"çeşit"** olarak kabul edilebilir ve böylece basit anlamda Tür : "*Organizmaların farklı çeşitleri"* olarak tanımlanabilir.

Tür kavramı hakkında daha ayrıntılı ve bilimsel bir tanım ilk kez Ernst Mayr tarafından 1940 yılında yapılmıştır ve bu tanım bugün için eşeysel üreme gösteren organizmalar için kullanılmaktadır.

Mayr' a göre **Tür :** ***Aralarında gen alışverişi yapan ya da bu potansiyelde olan doğal populasyon gruplarının oluşturduğu birliktir. Bu populasyon grubu diğer populasyonlardan üreme bakımından izole olmuştur ve onlarla gen alışverişi yapamaz***. Bu tanımda kriter olarak iki bireyin çiftleşip üreyebilme faktörü esas alınmıştır ve bu tanım **Biyolojik Tür** kavramı olarak bilinir. Tanımda yer alan **Populasyon :** "*Belli bir yerde ve belli bir zamanda bulunan, birbirleriyle çiftleşip üreyebilen bireyler topluluğu" dur.*

Taksonomiye ait literatürde birden fazla tür kavramı ile karşılaşılır. Bunlardan bir tanesi de **Morfolojik Tür** kavramıdır. Bu kavram Plato ve Aristo (M.Ö.384- 322)' nun düşüncelerinin doğrultusunda (Scholasticism), Linné (1707-1778) ve ekolünün tür kavramıdır. Bu kavrama göre; " ***Türü oluşturan bireyler bir fotoğrafın kopyası gibi morfolojik bakımdan birbirinin benzeridir ve zaman içinde değişikliğe uğramazlar.*** Felsefi dayanağı yaratılış teorisidir. Bu teoriye göre bütün türler aynı anda yaratılmışlardır ve günümüze değin hiç değişikliğe uğramadan gelmişlerdir.

Morfolojik tür kavramında kriter; morfolojik karakterlerin benzer olmasıdır. Bu iki tür kavramının her birini tüm canlılar için kullanabilmede güçlükler vardır. Örneğin, Biyolojik tür kavramı eşeysiz üreyen canlılar için kullanılamaz. Çünkü eşeysiz üreyen organizmaların bireyleri arasında gen alışverişi söz konusu değildir. Çiftleşebilme ölçütünün yokluğu Biyolojik tür kavramının bu tür organizmalarda uygulanmasına bir engel oluşturur. Bu nedenle eşeysiz üreyen organizmalara morfolojik tür kavramı uygulanarak türler birbirinden ayırt edilir.

Morfolojik tür kavramına ise pratikte iki nedenle karşı çıkılmıştır:

1- Tür içi varyasyonlar: Yaşa bağlı olarak, aynı türün yavru, genç, ergin ya da yaşlıları morfolojik bakımdan birbirine benzemez (Örn. Böcek grupları). Bu morfolojik benzemezliğe dayanarak bunları farklı tür kabul etmek mümkün değildir.

2- Sibling (Kardeş) Türlerin varlığı: Morfolojik olarak birbirine çok benzeyen ancak aralarında üreme izolasyonu olan türler'e **Sıbling tür'** ler denir. Bu gibi türleri pratikte ancak ya üreme deneyleri yaparak ya da diğer biyolojik özelliklerine bakarak ayırt etmek mümkündür. Doğada biyolojik bakımdan birbirleriyle çiftleşip

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

üreyemedikleri halde morfolojik bakımdan birbirlerine benzer türler vardır ve bunları birbirinden ayırt etmek oldukça güçtür. Dolayısıyla sadece morfolojik benzerlikleri dikkate alırsak bu farklı türleri yanlışlıkla aynı tür ya da bir tür olarak kabul etmiş oluruz.

Darwin sonrası periyotta taksonomistin temel görevi, sınıflandırmayı monofiletik gruplar (tek atadan gelen) halinde oluşturması olmuştur . Bu amaç Darwin öncesi periyotta da kısmen "doğal sistemler" olarak yerine getirilmekte idi. Bu sınıflandırmanın büyük bir kısmı gerçek arabalıktan öte çok belirgin adaptif karakterlere (örneğin kemirici ve tavşanların açık kesici dişleri, kınkanatlıların hamamböceklerinin ve kulağa kaçanların kalınlaşmış ön kanatları gibi), dayandırılıyordu (Morfolojik benzerlikler temeline dayalı sınıflandırma). Filogenetik sınıflandırmayla ise taksonomik karakterlerin hangisinin ortak atadan geldiği (=homologi) ve hangi karakterlerin yüzeysel ve temeli olmayan (analogi) özellikler olduğunu belirlenmektedir .

Taksonomi ve Sistematiğin tarihi gelişi içinde doğal taksonları gruplandıran başlıca ekoller :

a) **Geleneksel taksonomi** : taksonomiyi üzerinde düşünülmekten öte yapılacak bir iş olarak görür . Dolayısıyla çalışmaları teorik tartışma açısından ilginç değildir.Ancak mevcut sınıflandırmanın büyük ölçüde geleneksel yöntemle oluşturulduğundan organik çeşitliliğin anlaşılmasına katkısı göz ardı edilemez.

b) **Evrimsel taksonomi** : Organik çeşitliliğin nedenlerini evrimsel ve doğal yasalar kapsamında anlamaya çalışır. Geleneksel taksonomiden farkı metot bakımındandır.

c) **Fenetik (Nümerik) taksonomi :** Taksonomik birimler arasındaki benzerlik ve yakınlığı sayısal olarak değerlendirir ve bu birimlerin yakınlıkları (benzerlik dereceleri)'nı temel alarak taksonlar halinde düzenler. Fenetikçiler, her bir karakteri eşit değerde kabul ettikleri ve mümkün olabilen tüm benzerlikleri (en az 60 karakter) değerlendirdikleri için fenetik taksonomi, doğal sınıflandırmaya en yakın sınıflandırma oldu.

d) **Kladistik (Filogenetik Sistematik) :** Bütün taksonları monofiletik (doğal) kabul eder. Doğal taksonların oluşturulmasında ya da sınırlarının belirlenmesinde temel kriterin, en yakın ortak atayı ve türemiş taksonları belirlemeğe yarayan türemiş karakterler olduğunu kabul eder.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Türlerin Sınıflandırılması ve İsimlendirilmesi

İsimlendirme: Sınıflandırmanın temelini tür oluşturduğundan her türe bir ad verme gereği ortaya çıkmıştır ve ilk kez **1758**'de **Linné "Systema Nature"** adlı eserinde **Binomial nomenclature - Binominal nomenclature (İkili adlandırma)** yöntemini kullanarak türleri adlandırmıştır. Yöntemin amacı : Her organizmanın yalnız bir doğru adla adlandırılması ve iki farklı organizmanın aynı adla adlandırılmamasıdır. Bu yönteme göre her tür adı, iki kısımdan oluşur. I. kısım, Generik ad'tır. O türün ait olduğu **Cins (Genus)** adıdır. II. kısım ise Spesifik epitet (Trivial ad),yani **Tür (Species)** adıdır.

Örnek : ***Drosophila melanogaster***

İkili adlandırma sisteminde aşağıdaki kurallara uyma zorunluluğu vardır :

1. Cins adı daima büyük harfle başlar, tür adı ise daima küçük harfle başlar.

Örnek : ***Drosophila melanogaster***

2. Cins adı yalnız kullanılabilir. Örnek : ***Drosophila.*** Bu ad herhangi bir türü belirlemez ancak bir cinse ait tüm türleri ifade eder. Tür adı ise yalnız başına kullanılamaz. Örnek : ***melanogaster.*** Kullanıldığı takdirde de hem hiçbir anlam taşımaz hem de farklı cinslere ait türl adları (ikinci ad) aynı olabilir:

Örnek : ***Bufo viridis*** (ova kurbağası), ***Lacerta viridis*** (yeşilbaş) gibi . Bu taktirde tür adı yalnız kullanıldığında hangi türden (kurbağadan mı, kertenkeleden mi) söz edildiği anlaşılamaz.

3. Cins ve tür adı italik harflerle yazılır . ***Drosophila melanogaster*** . Daktilo ve el yazılarında altları çizilir. **Drosophila melanogaster.**

4. Cins adı yalnız baş harfi yazılarak kısaltılabilir. Ancak tür adı kısaltılamaz. Örnek : ***D. melanogaster***

5. Cins ve tür adı tek kelimeden oluşmalıdır. Örn: ***Drosophila melanogaster***

İsimlendirme sistemi ikili olmasına karşın üçlü adlandırmayı yani alttür'ü kabul eder *(trinominal Nomenclature* - ***trinomen*)**. Örnek : ***Formica cinerea*** ssp. ***alpestris.***

Alttür (ssp.) : Bir türün yayılış alanı içinde belli bir coğrafi bölgede bulunan fenotipi farklı populasyon topluluklarıdır.

Bazı türler çok geniş coğrafi alanlara yayılmıştır. Bu nedenle böyle türlerin bu yayılış alanı içerisinde farklı bölgelerde bulunan populasyonları evrimsel ve çevresel faktörlerin etkisiyle bazı farklılıklar kazanır. Bu alttür, üçlü adlandırma (Trinominal

Prof. Dr. M. Ninat AKTAÇ

Nomenclature) yöntemine göre belirtilir. Eğer bir tür alttür içermiyorsa bu tür ***monotipik tür***, birden fazla alttür içeriyorsa ***politipik tür*** olarak tanımlanır.

Zooloji Botanik, ve Bakteriyoloji nomenklatür yasalarının ortak temel prensipleri :

Botanik, Zooloji ve Bakteriyoloji nomenklatürleri birbirinden bağımsızdır. Bir bitki cins adı ile hayvan cins adı aynı olabilir.

Bir takson bir ve sadece bir isim taşıyabilir.

Belli bir kategoriye ait iki cins aynı adı taşıyamaz (Cins adları tektir). Bir cinse ait iki tür de aynı adı taşıyamaz.

Bilimsel adlar dil orijinleri olması nedeniyle Latince olarak verilir ve adlandırmada latince gramer kuralları geçerlidir.

Bir taksonun doğru ve geçerli adı yayınlanma önceliğine bağlıdır (İlk kullanma).

Hayvanlarda superfamilya, bitkilerde ordo ve bunların altındaki tüm kategorilerde takson adları tip örnek, tip tür veya tip cins'e dayandırılmalıdır.

Yeni bir türün bilim dünyasına tanıtılma yöntemi

Doğada yeni bir tür bulunduğunda bu tür "Binominal Nomeclature" yöntemine göre isimlendirilerek bilim dünyasına tanıtılır. Bu işlem yapılırken aşağıdaki sıra izlenir.

1. *İsimlendirme* : Bu işlemde tür adı latince'den ya da latince gramer kurallarına uygun olarak latinceleştirilmiş kelimelerden oluşturulur. Ve yanına **nova sp.** veya **n.sp.** terimi konur.

Örnek : ***Formica rufa* nova sp.** veya ***Formica rufa* n.sp.** gibi. Araştırıcı türün adını seçmede özgürdür.

2. *Tanımlama* : Türe ad verildikten sonra yeni türün tanımı (**deskripsiyon**) yapılır. **Taksonomik** ve **diagnostik** karakterleri belirtilir.

Taksonomik Karakter : *Bir kategorideki organizma ya da organizma grubunu başka bir kategorideki organizma ya da organizma grubundan ayırt eden özellik veya aynı kategorideki organizmaların benzer olan herhangi bir özelliği*.

Diagnostik Karakter : *Aynı taksonomik kategorideki organizmaların en önemli ayırıcı özelliği*. Tanım yapılırken toplanan örneklerden diagnostik karakterleri ve taksonomik karakterleri en iyi yansıtan bir tanesi tip olarak seçilir ve tanım bu tip'e göre yapılır. Bu örnek **Tipus** veya **Holotype** olarak işlem görür . **Holotype**: *Tür*

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

*tanımını yapan araştırıcı tarafından orijinal deskripsiyonun yayınlandığı tarihte "**tip**" olarak işaret edilen veya seçilen tek bir örnek.* Veya *: Orijinal deskripsiyon yapıldığı zaman bilinen tek örnek*. Holotip ile birlikte eğer bulunmuşsa **Allotype'** te tanımlanır. **Allotype** : *Holotip olarak seçilen örneğin cinsiyetinden farklı cinsiyetteki örnek.* Eğer holotip olarak dişi seçilmişse ve toplanan örnekler arasında erkek var ise erkek Allotip'tir. *Holotip ile birlikte aynı yer ve zamanda toplanan diğer örnekler* de **Paratype** olarak işaretlenir ve belirtilir.

3. Yayınlama : Tanımı yapılan tür yayınlanır. Bilim dünyasına böylece tanıtılan tür daha sonraki yayınlarda söz konusu edildiğinde : ***Formica rufa* Linné, 1758** örneğinde olduğu gibi yazılır. Burada sırasıyla cins adı, tür adı, türü bilim dünyasına tanıtanın adı ve tanıttığı (yayınladığı) tarih gösterilir.

Sınıflandırma:

Organizmaların sınıflandırılması hiyerarşik bir sisteme göre yapılır. *Bu sistemde yer alan belli bir organizma grubu* **takson** adını alır. *Her taksonun bu hiyerarşik sistemde bulunduğu basamak* da **kategori** ' yi oluşturur.

Linné, hayvanlar aleminde sadece 5 kategori tanımlamıştır. Bu kategoriler : **Classis, Ordo, Genus, Species** ve **Varietas**'tir. Hayvan türleri artmaya başlayınca bunlara 2 kategori daha ilave edildi ve böylece daha ayrıntılı bir bölünme imkanı doğdu. Bu kategoriler Genus ile Ordo arasında **Familia**, Classis ile Regnum arasında **Filum'** dur. Varietas, Linné tarafından tür içi varyantlar için ihtiyari (keyfi) olarak kullanıldı. Daha sonra bu kategori ya çıkarıldı veya **supspecies** (alttür) ile yer değiştirdi. Yani yerine supspecies kullanıldı.

Hayvanlar günümüzde taksonomik hiyerarşilerini oluşturan 7 temel kategori içerirler ve her bir tür aşağıdaki 7 zorunlu kategoriye bağlıdır. Örnek :

Kategori	Takson (omurgalı)	Takson (omurgasız)
Regnum	*Animalia*	*Animalia*
Filum	*Chordata*	*Arthropoda*
Klasis	*Mammalia*	*Insecta*
Ordo	*Carnivora*	*Hymenoptera*
Familya	*Canidae*	*Apidae*
Genus	*Canis*	*Apis*
Spesies	*C.lupus* (çakal)	*A. mellifera* (Bal arısı)

Prof. Dr. M. Ninat AKTAÇ

Yukarıda çakal ve balarısı örneğinde olduğu gibi sağ taraftaki sütunlarda yer alan adlar (Animalia, Chordata ve diğerleri) takson'u; sol taraftaki sütunda yer alan adlar (Regnum, Filum ve diğerleri) de kategori'yi ifade eder.

Takson ve kategoriyi daha iyi anlamak için bir benzetme yaparsak : Bir ülkedeki il, ilçe, bucak, köy, kategorileri ; Bunlara karşılık olarak Edirne, Havsa, Kuleli, Yolageldi de taksonları temsil eder.

Hayvanlar aleminde üst düzeyde kullanılan düzenli kategori Filum, en alt düzeydeki düzenli kategori ise Species'tir.

Bilinen tür sayısı ve bu türlerin akrabalık dereceleri hakkındaki bilgilerimiz arttıkça türlerin taksonomik durumlarını belirlemede daha dikkatli olma zorunluluğu doğmuştur. Bu zorunluluğun giderilmesi de 7 kategori arasına ilave kategorilerin yerleştirilmesiyle sağlanmıştır. İlave kategorilerin çoğu orijinal kategori isimlerinin baş tarafına "**super-üst"** veya **"sub-alt"** gibi büyütücü ve küçültücü eklerin getirilmesi ile oluşturulmuştur (**Super**ordo, **Sub**ordo). Superfamilya, Familya ve Subfamilya, Tribe kategorileri sonlarında standart ekler taşır. Bu ekler sırasıyla **-oidea**, **-idae**, **-inae, ini'** dir.

Örnek :

Superfamilia	→	**oidea**	**- *Apoidea***
Familia	→	**idae**	**- *Apidae***
Subfamilia	→	**inae**	**- *Apinae***
Tribe	→	**ini**	**- Apini**

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

2. CANLILAR ALEMİ

Canlı organizmalar, beşi temel alem olmak üzere, son zamanlarda kabul edilen bir yeni alem ile altı alem halinde gruplandırılmaya başlanmıştır. Bu alemler:

1. **Monera :** Prokaryotlar (Bakteriler, Cyanobacteria, Mavi-yeşil algler ve Spirochaeta).
2. **Protista :** Eukaryotik tek hücreli organizmalar (Protozoa, Diatomeler, Diatom benzeri algler).
3. **Fungi :** Mantarlar, küf mantarları, mayalar, yenen mantarlar, Sabrofik heterotrofik çok hücreli organizmalar.
4. **Plantea :** Gerçek bitkiler. Kırmızı, mavi, yeşil algler. Bryofitler ve vasküler bitkiler. Fotosentetik, ototrofik çok hücreli organizmalar.
5. **Animalia :** Çok hücreli hayvanlar, besin yiyen heterotrofik çok hücreli organizmalar.

---

6. **Archeobacteria :** Anaerobik, metan oluşturan bakteriler.

3. REGNUM : *PROTISTA*

FILUM : *PROTOZOA*

Protozoa çok sayıda değişik organizma grubu içerir. Omurgasızlar dünyasının bu "ilk hayvanlar"ı bir hücreli olmaları ile karakteristiktirler. Tüm yüksek organizasyonlu canlılarda hücreler organizmanın temel yapı taşlarını oluştururken, protozoon'larda hücreler organizmanın tümünü temsil eder. Her bir protozoon hücresi beslenme, hareket gibi bir hayvanın yaşamı için gerekli olan tüm faaliyetleri yapma yeteneğine sahiptir. Dolayısıyla bir hücreli olma, Protozoon'u organizasyon bakımından basitleştirmediği gibi hayvanlar aleminde, oldukça evrimleşmiş ve en kompleks hücrelerden bile daha kompleks bir hücrelilerin varlığından söz edilebilir.

Bir hücreli organizmalar büyük ölçüde varyasyon gösterdikleri için orijinleri de oldukça tartışmalıdır. En çok tartışılan problemlerden biri de hayvan ve bitki benzeri

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

grupların protozoa'ya dahil edilip edilemiyeceğidir. Sınıflandırmada protozoon'ları belirgin filum'lara ayıran bir kaç alternatif vardır . Çağdaş ve popüler alternatifte bitki ve hayvan gruplarından belirgin bir şekilde farklı, aşağı organizasyonlu üç canlı alemi ayrılmaktadır. Bu alternatifin önemi, **prokaryot** ile **ökaryot** hücreler arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. İlk canlı hücreler büyük bir olasılıkla prokaryot'tu. Yani bunlar sitoplazma içinde bir zar ile çevrili herhangi bir organele sahip değildi dolayısıyla da bunlarda gerçek bir nukleus, mitokondri ve plastidler bulunmuyordu. Bakteri ve mavi-yeşil algleri içeren modern prokaryotlar **Monera** alemi içinde kabul edilmişlerdir. Bunların dışında protozoon'lardan yüksek organizasyonlu bitki ve hayvanlara kadar tüm diğer hücreler ökaryottur ve bir zar ile çevrili organellere sahiptirler. İkinci alem bir hücreli organizmaları içermektedir ve **Protista** olarak adlandırılır. Bu alem protozoonları ve çeşitli alg gruplarını (mavi-yeşil algler hariç) içerir. Üçüncü alem Mantarları (**Fungia**) içerir. IV. ve V. alem **Plantea** ve **Animalia**'dır. Yapılan bu ayırımlar bize aşağı organizasyonlu organizmalar arasındaki evrimsel akrabalığı anlamamızda yardımcı olur.

Protozoon'lar, kozmopolit bir dağılım gösterirler. Yeterli nem bulabildikleri her yerde yaşarlar. Sucul ortamlarda, özellikle denizel planktonda oldukça yoğundurlar fakat karasal formlar ancak nemli topraklarda bulunabilmektedirler. Bir kısmı da parazit olarak diğer hayvanların vücudunda yaşar. Günümüzde yaşayan 30.000'nin üzerinde tür tanımlanmıştır.

Genel morfoloji

Protozoon'lar; plazma zarı ile sınırlanmış bir sitoplazma kitlesi ve organellerden oluşmaları ile çok hücreli organizmaların temel birimleri olan hücreler ile karşılaştırılabilirler. İçerdikleri organeller; nukleus, mitokondri, ribozomlar, endoplazmik retikulum ve golgi cihazıdır. Protozoon'lar oldukça küçük hayvanlardır.

Çoğu türü mikroskobiktir ve 100 mikrometre (μm) kadardırlar. Birkaç protozooon 1-3 mm boyda olup çıplak gözle görülebilir. En büyük protozoon, bilinen bir fosil foraminifer olup 19 cm boydadır. Bu filumda simetrinin her tipi görülebilir.

Protozoon'ların yüzeyi tipik bir plazma zarı ile çevrilidir. Bu zar organizma ile çevresi arasında aracılık yapar. Protozoon üzerindeki tüm çevresel etkiler bu yolla organizmaya geçer. Plazma zarı farklı geçirgenliğe sahiptir. Bazı maddeler örneğin su ve amonyak zardan serbestçe geçerken bazı tuzlar ve büyük moleküller bir engelle karşılaşırlar. Buna karşın geçmesi mümkün olmayan maddeler de aktif geçirgenlikle geçirilebilir. Plazma zarı çeşitli yapılarla güçlendirilmiş olabilir. Bu

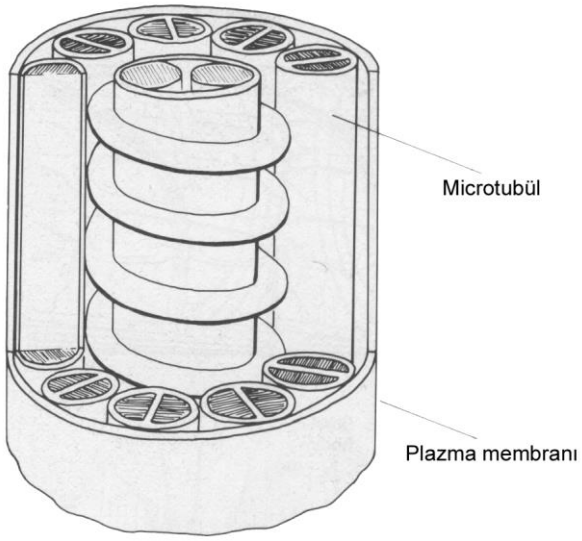
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

yapılar dış kabuk (**testa**) ile **pelikula** adı verilen sert zarsı kılıftır. Kabuk, kalsiyum karbonat ve silisten ibarettir ve hücresel yapıdaki organizmadan salgılanır. Ayrıca organizmanın dış yüzeyi, yabancı maddelerin yapışması ve bir koruyucu örtü oluşturmasına olanak sağlayan yapışkan bir mukus ile de çevrili olabilir.

Plazma zarı sitoplazmayı sınırlar. Sitoplazma, iki kolloidal fazdan biri halinde bulunur. **Sol faz**'ında çeşitli partiküller sitoplazma içinde asılı haldedir ve sitoplazma nispeten akışkan ve granüllüdür. **Gel faz**'ında ise kolloidal partiküller jelatinimsi sitoplazmayı oluşturmak üzere birleşirler. Plazma zarına yakın olan sitoplazma gel fazındadır ve **ektoplazma** adını alır. Merkezde olan sitoplazma ise sol fazındadır ve **endoplazma** adını alır. Protozoonlarda sitoplazma sol ve gel fazına dönüşebilir ve bu dönüşüm hücresel hareketi de sağlamış olur.

Protozoon'ların çoğunun hareketi ile doğrudan ilişkili olan yapılar **kamçı**'lar ve **sil**'lerdir. Bu yapılar kıl şeklinde uzantılar olup hücre yüzeyinden uzanırlar. Bu hareket organelleri protozoon'larda çok yaygın olmakla beraber yüksek organizasyonlu hayvan filumlarında da görülürler. Yapısal olarak birbirlerine benzerler. Siller nispeten özelleşmiş kamçılar olarak kabul edilirler. İki organel arasındaki temel fark : Sil daha kısa daha çok sayıda olduğu gibi hem yapısal olarak hem de fonksiyonel olarak daha iyi organize olmuştur.

Kamçı ve sil ektoplazmada yer alan ve plazma zarına yakın olan **basal cisim (kinetosom)**'den orijinlenir ve **mikrotubul (axonem)** yapısı gösterirler. Bu yapıda merkezde 2 mikrotubul, periferde 9 mikrotubul çifti yer alır (Şek. 3.1).



Şekil 3. 1. Bir silin ultrastrüktürel yapı diyagramı. (W.H.Freeman, 1961'dan)

Kamçı ve sil, mikrotubullerini kasarak veya kaydırarak hareket eder. Bu hareket bir dalga şeklinde olup protozoon'u ileri doğru hareket ettirir. Bazı hallerde ise su akımı oluşturma ve besini yakalama amacına da hizmet eder. Kamçı genellikle tektir. Çok kamçılı formlarda bile kamçılar birbirinden bağımsız hareket eder.

Protozoon'un en az bir nukleusu vardır ve çoğu türde bu organelden iki veya daha fazla bulunabilir. Protozoon nukleusu yüksek organizmalarda olduğu gibi genetik bilgiyi

Prof. M. Nihat AKTAÇ

taşır. Ancak şekil ve fonksiyon olarak farklılaşmaya doğru eğilimi vardır. Farklı roller için özelleşmiş olabilir. Örneğin siliat'larda iki tiptedir : Yaşamın sürdürülmesi için polyploid makronukleus, ve türün sürekliliği için diploid mikronukleus.

Protozoon'ların çok hücreli bir organizma gibi fonksiyonel olmalarını sağlayan iki diğer organel ise besin vakuolü ve kontraktil vakuol'dür. Bu yapılar sırasıyla sindirim ve osmoregülasyon amacıyla özelleşmişlerdir.

Beslenme ve Sindirim

Omurgasızlar dünyasında tüm aktif hücrelerin benzer temel beslenme gereksinimleri vardır. Bu besinler : karbonhidratlar, proteinler, yağlar, çeşitli tuzlar, mineraller ve bazı vitaminlerdir. Protozoon'ların besinin alınması, sindirilmesi ve kullanımı için sadece bir hücreleri vardır.

Bir protozoon (ya da herhangi bir organizma) 'un besinini oluşturacak ham maddeyi çevresinden alabilmesi sadece biyolojik gereksinimine değil aynı zamanda sentezleme yeteneğine de bağlıdır. Karbondioksit ve sudan karbonhidrat oluşturabilme yeteneğine sahip organizmaların diğer canlıları yemeleri gerekmez. Biyolojik olmayan kaynaklardan besinlerini elde eden organizmalar **ototrofik**'tir. Ototrofik organizmaların çoğu sentez faaliyetleri için güneş enerjisi kullanırlar ve **fotosentetik** veya **fotototrofik** olarak adlandırılırlar.

Fotosentez esas olarak bitkilere özgü bir özelliktir, fakat bazı biyologlar tarafından geleneksel olarak hayvanlar alemine dahil edilen çoğu flagellat fotosentez yapabilme yeteneğine sahiptir. Birkaç flagellat, enerjilerinin bir kısmını organik olmayan bileşiklerin oksidasyonu ile elde eder. Bu tür beslenme (yani ototrofik olup fotosentetik olmayan) **kemosentez** olarak adlandırılır. Fotosentez ve kemosentez; protozoon'lar arasında yaygın bir beslenme şekli değildir. Çoğu bir hücreli hayvan besinlerini organik halde alırlar ve daha sonra bu besini kullanılabilir hale getirirler. Hayvanlarda görülen bu temel beslenme şekli **heterotrofik** beslenme olarak bilinir. Heterotrofik beslenmede besin, ya katı halde yutulur (**holozoik** beslenme) ya da besin maddeleri (organik maddeler) bir sıvı içinde çözülmüş veya asılı haldeyken (**saprozoik** beslenme) alınır. Holozoik ve saprozoik beslenme, **fagositoz** veya **pinositoz** yoluyla besin vakuollerinin oluşumunu gerektirir. Fagositoz, holozoik beslenme ile ilişkili olup büyük besin partiküllerinin alınmasını sağlar. Pinositoz ise saprozoik beslenme ile ilişkili olup küçük besin vakuolleri (vesiküller) oluşturularak küçük besinlerin alınmasını sağlar.

Prof. Dr. M. Ninat AKTAÇ

Besin vakuolleri çoğu kez protozoon'un kalıcı bir hücre ağzı (**sitostom**) olarak oluşturulurlar. Sitostom oluşumu özellikle pelikulası iyi gelişmiş türler için karakteristiktir. Sil ya da kamçılar hücre ağzında bir araya gelerek besin alınmasını kolaylaştırmak için su akımı oluştururlar.

Sindirim tipik olarak iki safhada gerçekleşir. I. safhada besin vakuolünün içindeki besinler asidik olmaya başlar ve vakuol küçülür. Bu durum avın ölümü ve av dokusunun hidrolizi ile ilişkilidir. İkinci safha sindirim safhası olup besin vakuolleri giderek büyür ve besinler daha çok bazik karakter kazanır. Sindirilmiş besinler vakuolden diffüzyon veya ikinci bir pinositoz yoluyla alınır. Sindirilemeyen artık maddeler ise besin vakuolünün plazma zarı ile birleşmesi sonucu atılır. Sürekli kabuğu ve pelikulası bulunan protozoon'larda artık maddeler anal por veya **sitoprokt** adı verilen belirli bir yerden atılır.

Dolaşım ve Solunum

Protozoon'larda tanımlanmış özel bir dolaşım ve solunum organeli yoktur. Materyalin hücre içine yeterli dağılımı fiziksel diffüzyon ve basit "**siklosis**" ile veya sitoplazmik akım ile sağlanır. Çoğu protozoon, iç taşıma problemi olmayacak kadar küçüktür.

Protozoonların çoğu aerobik'tir. Ancak anaerobik metabolizma da görülür. Zorunlu anaeroblar çoğunlukla endoparazitik formlardır.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Boşaltım da, dolaşım ve sindirim gibi hayvanın boyu ile doğrudan ilişkili olan bir biyolojik problemdir. Azotlu artıkların atılımı bir hücreli organizmalar için problem oluşturmaz. Çünkü küçük boydadırlar ve basit diffüzyon imkanları vardır. Artık maddelerin başında amonyak gelir.

Osmoregülasyon ise hayvanın boyu ile daha az ilişkilidir. Her hayvan hücresi (ister bütün protozoon'u temsil etsin veya çok hücreli bir hayvanın küçük bir hücresi olsun) çevresi ile uyumlu su dengesi oluşturmaktadır. Protozoon'larda osmoregülasyon ile görevli organel "**kontraktil vakuol**" dür. Kontraktil vakuol plazma membranı ile çevrilidir ve genelde hücre yüzeyine yakın ektoplazma içinde yer alır. Tek ya da bir kaç tane olabilir. Sert örtüsü bulunmayan protozoon'larda bu organeller daima geçicidirler ve bir kaç küçük vakuol oluştuğunda birleşirler. Kabuk ya da pelikulası olanlarda ise kontraktil vakuoller sürekli bir kanal sistemi ile ilişkilidirler. Organelin içi su dolduğunda organel yavaşça büyümeye başlar sonra bu

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

fazla suyu birdenbire kanallardan dışarıya atarak küçülür. Bazı protozoon'larda vakuollerin küçülme veya çökmesine sitoplazma basıncı neden olurken birkaç siliat'ta kontraktil fibriller bu görevi yüklenir. Kontraktil vakuoller tatlısu türlerinde daha çok gelişirler. Çünkü tatlısu protozoon'ları hipotonik çevreleri nedeniyle daha çok osmoregülasyona gereksinim duyarlar. Boylarının küçük oluşu tüm protozoonlar için ayrı bir problemdir. Çünkü hacimlerine oranla daha geniş yüzeyli bir osmotik basınçla karşı karşıyadırlar. Denizel protozoon'lar ise genelde küçük kontraktil vakuol içerirler. Saatte birkaç kez boşaltımda bulunurlar. Bu organeller endoparazit formlarda ise tamamen kaybolmuştur.

Hareket sistemi

Protozoon'lar oldukça aktif hayvanlardır. Belirli hücre içi organeller yüksek organizmalardaki sinir, kas ve duygu organları görevini yaparlar. Bazı flagellat'larda görülen basit fotoreseptörler dışında belirgin duygu organelleri yoktur. Sitoplazma protozoon'un bütün vücudunu oluşturduğundan bu canlı ve hareketli ortam iç haberleşmeyi sağlar.

Protozoon hareketine yönelik araştırmalar bu filumda 3 temel hareket organeli olduğunu göstermiştir: Pseudopod, sil, kamçı. Bu organeller filum sınıflandırılmasının büyük bir temelini oluşturur.

Protozoon'lar, çeşitli çevresel uyaranlara cevap verirler ve kendilerine çevreleri ile uygun koşullar sağlarlar. Protozoon'lar ışığa, kimyasal maddelere, temperatüre ve dokunmaya karşı duyarlıdırlar. Amip'ler saniyede birkaç mm ilerlerler. Flagellatlar amip'lerden 10 kat daha hızlıdırlar. En hızlı protozoon'lar ise siliat'lardır. Tipik bir Amip'ten 100 defa daha hızlıdırlar.

Üreme sistemi

Protozoon'lar hem eşeyli hem de eşeysiz üreme gösterirler. Eşeysiz üreme bölünme ve tomurcuklanma şeklindedir. Bu iki şekilde de iki akraba organizmadan gelen karışık nuklear materyal yoktur. Eşeysiz üreyen protozoon iki veya daha çok kardeş hücreye bölünür. Her biri anne ve babanın nuklear materyalini eşit miktarda içerir. Bölünme ve tomurcuklanmaya alternatif olan eşeyli üreme protozoon'larda çeşitli şekillerde görülür. Eşeyli üreme, daima nuklear enformasyon taşıyan iki ünitenin birleşmesi ile oluşur. Protozoon'larda bu birleşme bütün hücre tarafından ya da sadece nukleus tarafından gerçekleşir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Eşeysiz üreme :

Bütün protozoon'ların yaşam sikluslarındaki bazı peryotlarında görülür. Fakat Sarcomastigophora'nın primitif ordolarında çok yaygın olarak görülür. Amip ve flagellat'ların bir kısmı sadece eşeysiz olarak ürer.

İkiye bölünme eşeysiz üremenin en yaygın şeklidir. Tipik bir şekilde nukleusun mitotik bölünmesini sitoplazma bölünmesi takip eder ve iki kardeş hücre oluşur. Böylece ikiye bölünme, metazoon'larda görülen mitotik hücre bölünmesine benzerdir. Bölünme sonrası safhada kardeş hücreler olgun protozoon'a farklılaşır ve büyürler.

Protozoon'larda aynı zamanda çoğa bölünme de görülür. Bu yöntemde tek bir bireyde çok sayıda nuklear ve sitoplazmik bölünmeler görülür ve sonuçta birçok kardeş hücre oluşur. Çoğa bölünme şeklindeki eşeysiz üremenin anlamı populasyonun hızlı büyümesidir. Çoğa bölünme, çoğu parazit protozoon'un yaşam peryodunda parazit yaşayabilme stratejisi ile de ilgilidir. Sporozoon'lar ve knidosporlu'lar bu yolla ürerler. Çoğa bölünme aynı zamanda foraminifer'ler ve radiolar'larda yaygın olan bir üreme şeklidir.

Tomurcuklanma tarzındaki eşeysiz üremede, farklı boyda iki protozoon meydana gelir. Büyük ana hücreden daha küçük veya kardeş hücre ayrılır. Tomurcuklanma çoğunlukla kısa ömürlü, serbest yüzen ve genç safhaları olan sesil protozoon'larda görülür. Örneğin Siliat'ların suktoria grubuna ait bireyler ergin halde sesildirler. Fakat kardeş hücre tomurcukları bir yere yerleşmeden ve olgunlaşmadan önce aktif olarak yüzerler.

Eşeyli üreme:

Protozoon'lar eşeysiz üremeye olan eğilimleri yanında eşeyli üreme içinde çeşitli mekanizmalar geliştirmişlerdir. Eşeysellik nuklear materyalin yeniden organize olmasını sağlar. Eşeysel birleşme sonucu meydana gelen birey anne ve babasından farklıdır. Dolayısıyla eşeyli üreme organik evrimin gerçekleştiği yegane olaydır. Eşeysel üreme iki temel işlev içerir: 1. Meiosis veya haploid sayıda kromozom içeren üreme birimlerinin oluşturulması. 2. Fertilizasyon (iki haploid birimin birleşerek diploid yapının yeniden oluşturulması). Protozoon'larda mayoz bölünmenin farklı şekilleri çeşitli tipte haploid birimler oluşturur. Bütün protozoon'lar gamet adı verilen cinsiyet hücrelerine farklılaşabilirler. Gametler eğer görünüm olarak benzer iseler **isogamet**,

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

farklı tipte iseler **anisogamet** olarak adlandırılırlar. Genel olarak anisogametik çiftlerden biri diğerinden daha küçük ve daha hareketlidir. Küçük olan gamet erkek, büyük olanı ise dişi gamettir. Hatta isogametler bile soy olarak ayırt edilebilirler. Çoğu kez aynı türe ait isogametler birbirleriyle birleşemez. (+) ve (-) soy halindedirler ve böylece fertilizasyon sadece zıt soylara sahip bireyler arasında gerçekleşir.

Siliat protozoon'larda eşeysellik özel bir durum gösterir ve eşeyli üreme **konjugasyon** ile **otogami** tarzında olur. Konjugasyonda iki siliat birleşir, aralarında sitoplazmik köprü oluşur. Bu olayı karmaşık bir nuklear organizasyon takip eder. Bu organizasyon mayoz bölünmeyi ve birleşen bireyler arasındaki kromozom değiş tokuşunu içerir. Daha sonra iki siliat ayrılır ve herbiri nukleus içeriği değişmiş halde yüzerek uzaklaşırlar. Konjugasyon sonucu hücre sayısında artış olmaz ancak konjugasyona katılan her hücre ya da organizma eşeyselliğin evrimsel avantajlarını elde eder. Bundan da öte konjugasyonun siliat populasyonları üzerine dikkate değer ölçüde gençleştirme etkisi vardır. Konjugasyon gösteren siliatlarda eşeysiz üreme (yatay ikiye bölünme şeklinde) de sınırlı sayıdaki döllerde görülür. Otogami, nuklear organizasyonun oluşması bakımından konjugasyon gibidir, ancak bu olay sadece bir organizmada meydana gelir. Otogami, eşeysel bir olay olarak kabul edilir, çünkü mayoz bölünme ve nukleus birleşmesi içerir. Konjugasyonda olduğu gibi otogami eşeysiz üreme peryodunun uzaması halinde populasyona eşeyli üreme yapması için uyarıcı etkide bulunabilir.

Yaşam siklusları eşeyli ve eşeysiz üreme gösteren protozoon'lar sadece siliat'lar değildir. Protozoon'larda eşeyli ve eşeysiz fazın birbirine dönüşümü yaygındır ve bu durum aynı zamanda çeşitli metazoon'larda da görülür.

Protozoon'ların yaşam sikluslarında bir diğer peryot, **kistleşme** peryodudur. Protozoon'lar çeşitli çevresel baskılar altında kalabilirler ve bu durumda koruyucu bir kılıf şeklinde kist oluşturabilirler. Şartlar normale dönene kadar bu durumda kalırlar. Özellikle karasal ve tatlısu formları kistleşmeye uyum sağlamışlardır. Çünkü çevreleri ani değişiklikler ve tehditler altındadır. Kistleşmiş protozoon'lar bir yerden diğer bir yere taşınmaya uygundurlar ve rüzgarla, su akımlarıyla ve diğer hayvanlarla uzak mesafelere taşınabilirler. Parazit protozoon'lar özellikle sporozoon'lar ve knidospor'lar kistli safhada iken konaklar arasında zor bir yolculuk yapmakla beraber genellikle canlı kalırlar. Kistleşme aynı zamanda üremede destekleyici bir görev yapar.

Mayoz bölünme, fertilizasyon, segmentasyon veya erken gelişme o denli ekstrem fizyolojik karışıklıklara neden olur ki protozoon bu olayları geçici bir süre

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

ertelemeye gereksinim duyabilir. Sadece üremeye konsantre olabilmek için dahi kistleşebilir.

Protozoon'ların sınıflandırılması

Yaklaşık 30 bin protozoon türü tanımlanmıştır ve boylarının küçüklüğü nedeniyle de henüz tanımlanmamış binlerce türleri vardır. Bu büyük ve heterojen filumun sınıflandırılmasında hareket organelleri, nukleus morfolojisi, üreme şekilleri dikkate alınmıştır. Hareket organelleri olan pseudopodlar, siller ve kamçılar filumun taksonomisi için bir anahtar oluşturur.

I. Altfilum olan Sarcomastigophora ameboid ve kamçılı protozoon'ları içerir. Ameboid formlar pseudopod tiplerine göre kendi içinde sınıflandırılabilir. II. ve III. Altfilum olan Sporozoa ve Cnidospora hareket organelleri içermez, IV. Altfilum Ciliophora, sil içerir.

Üreme şekilleri ve nukleus morfolojisi tüm gruplarda son derece değişiktir. Eşeysiz üreme Sarkomastigofora'da yaygın olmakla beraber bazı türleri eşeyli üreme de gösterir. Sporozoa ve Knidospora nispeten kompleks olan yaşam sikluslarında eşeysiz ve eşeyli üremeyi almaşık olarak gösterir. Siliofora'da konjugasyon vardır. Bu filumun türleri iki tip nukleus içermeleri ile de ayırt edilirler. Beslenme de protozoon'ların sınıflandırılmasında rol oynar. Mastigoforlar ototrofik fitoflagellata ve heterotrofik zooflagellata olmak üzere iki temel gruba ayrılır. Sporozoa ve Cnidospora parazitik olarak beslenir. Siliofor'ların besin alabilme amacına yönelik olarak ağız bölgesinde özelleşmiş silleri de bu grubun taksonomisinde önemli rol oynar.

Altfilum: *Sarcomastigophora*.

Protozoon'ların en büyük alt filumudur ve en primitif bir hücreli formları içerir. Bu grup amiboid ve kamçılı hayvanları içerdiği gibi bazı kamçılı organizmalar da ne bitki ne de hayvan olarak kabul edilirler. Eşeysel üreme bu alt filumda çoğu türde görülen üreme şeklidir. Bazı formlar ise sadece eşeysiz üreyebilirler, eşeysel üreme görülen türlerde haploid hücrelerin birleşmesi söz konusudur. Sarkomastigofora'da sporlar bilinmemektedir. Sarcodina (Amipler) ve Mastigofora (Kamçılılar) tek nukleuslu veya çok nukleuslu olabilirler. Çok nukleuslu olma halinde nukleuslar daima monomorfturlar. Ameboid ve kamçılı türler arasındaki akrabalık bazen

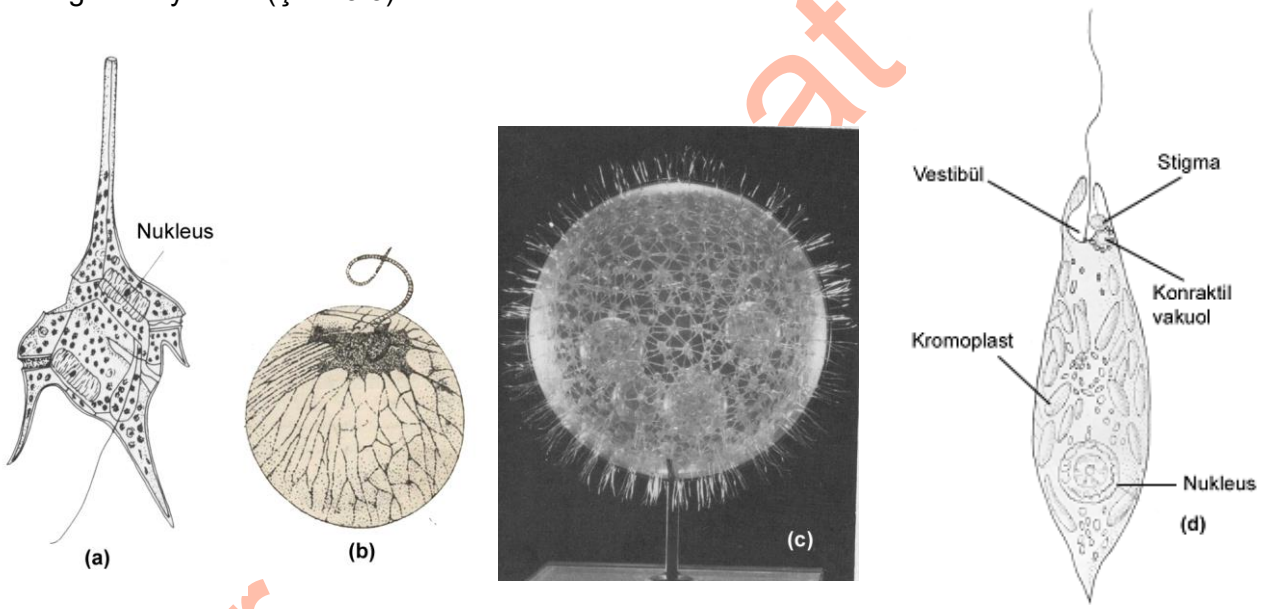
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

oldukça uzaktır. Fakat iki grubun aynı subfilumda toplanmalarının nedeni, yaşam sikluslarının farklı zamanlarında hem kamçı hem de pseudopod içermelerindendir.

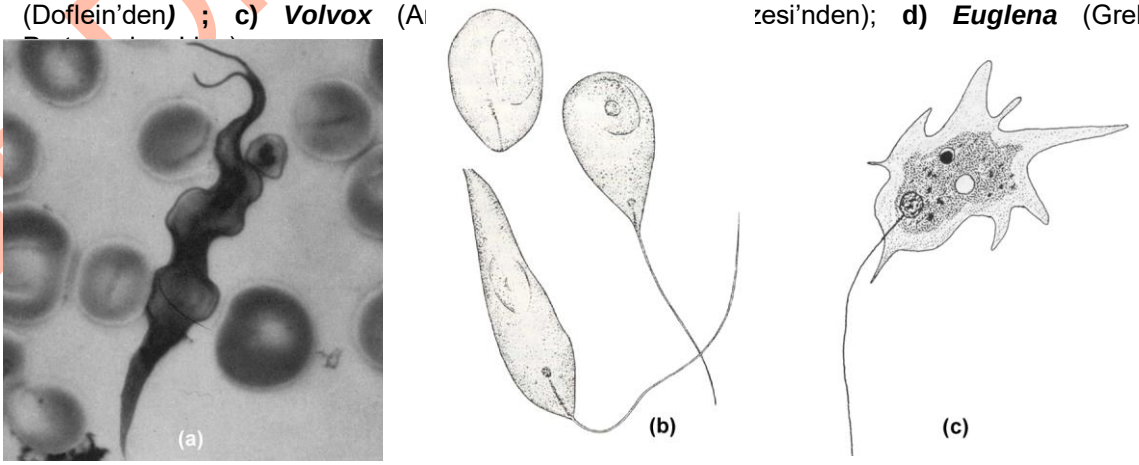
Sarkomastigofor'lar 3 klasise ayrılırlar :

Klasis: *Mastigophorea*

Kamçılıdırlar. Boyuna bölünme şeklinde eşeysiz üreme gösterirler. Mastigofor'lar, Phytoflagellata (Birkaç kamçılı ve kromoplastlı türler: *Ceratium, Noctiluca, Euglena, Volvox)* (Şek. 3.2) ve Zooflagellata (Bir veya daha çok kamçılı, kromoplastsız türler : *Trypanosoma, Leishmania, Mastigomoeba*) olmak üzere iki gruba ayrılırlar (Şek. 3.3).



Şekil 3. 2. Phytoflagellata - Kamçılı türler: a) *Ceratium* (Grell, Protozoologie**) ; b) *Noctiluca*** (Doflein'den**) ; c) *Volvox*** (A zesi'nden); **d) *Euglena*** (Grell,

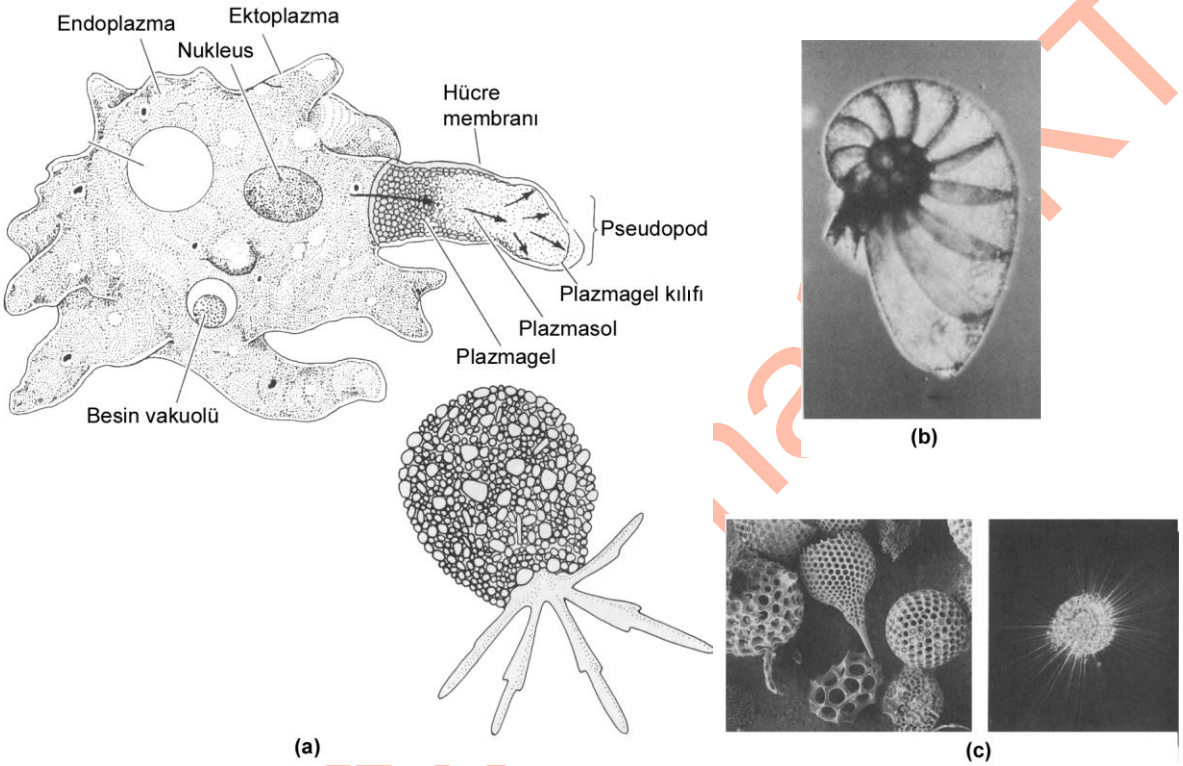


Şekil 3. 3. Phytoflagellata - kromoplastlı örnekler: a) *Trypanosoma* (Ralph Buchsbaum'dan)**; b) *Leischmania*; c) *Mastigamoeba*** (Hyman'dan)

Prof. Dr. Murat AKTAÇ

Klasis: *Sarcodina*

Pseudopod'ludurlar. *Rhizopodia* (Ameboid, çıplak ve testalı hayvanlar), *Granuloreticulosia* (granüler retikulopodu olanlar-Foraminifer'ler) ve *Actinopodia* (Işınsal aksopodlu, planktonik ve küresel olanlar-Radiolar'lar ve Heliozoa-güneş hayvancıkları) olmak üzere üç altklasise ayrılırlar (Şek. 3.4).



Şekil 3. 4. Sarcodina örnekleri: a) Rhizopodia-*Amoeba* - Çıplak amip(Sherman ve Sherman'1976'dan)**, *Arcella vulgaris* -Testalı amip** (Hyman'dan)**; b) Granularetculosia – *Foraminifera*** (J.R.Porter'den) ; **c) *Radiolaria iskeleti*** (D.D. Dunkel'den) **; *Heliozoa – Achinosphaerium*** (L.E. Roth'dan).

Klasis*: Opalinatea*

Silli monomorf nukleusludurlar. Singami tarzında veya uzunlamasına bölünme şeklinde üreme gösterirler. Genellikle parazittirler*. Opalina* (Şek. 3.5).

Altfilum: *Sporozoa*

Bu grupta hem eşeyli hem de eşeysiz üreme vardır. Ve oldukça kompleks yaşam siklusları ile karakteristiktirler. 4000'i aşkın tür içerirler.

Sporozoon yaşam siklusunun en önemli özelliği **spor** olarak tanımlanan kistli bir yapıya sahip olmasıdır. Kist parazitin enfeksiyon safhasını oluşturur. Omurgasızların ve omurgalıların büyük bir kısmında ve insanda parazit olarak

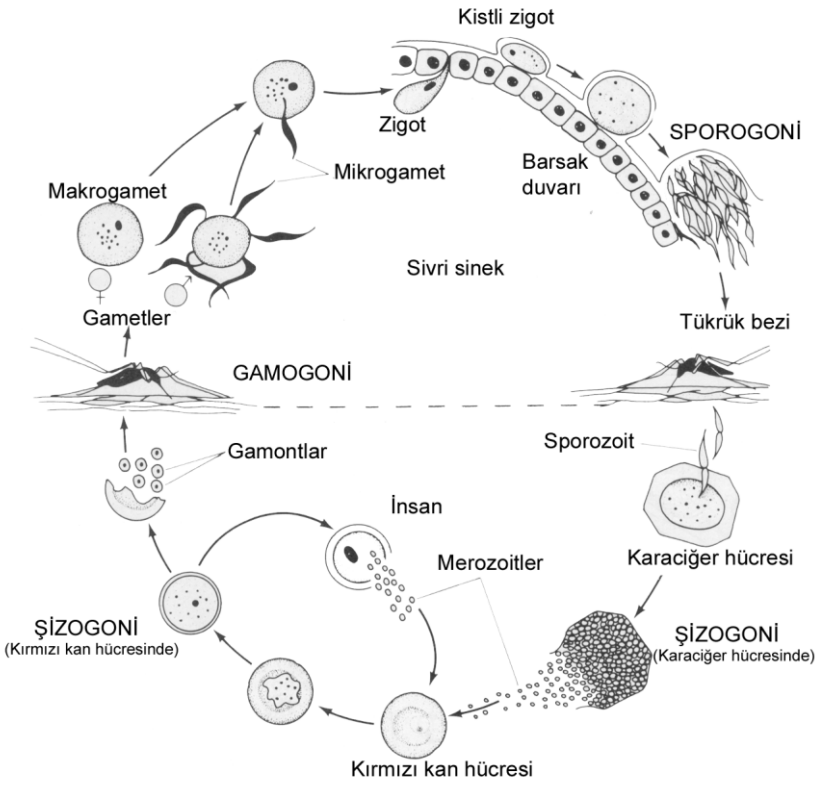
Prof. Dr. ... KİTAÇ

yaşarlar. Yapısal olarak sporozoon'lar basit hayvanlardır. Bazı türlerinin mikrogamet-

leri dışında hareket organelleri yoktur. O nedenle sporozoon'ların tür çeşitliliği, hareket organelleri yerine üreme ve yaşam sikluslarına odaklanmıştır. Genelleştirilmiş sporozoon yaşam siklusu Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3. 5. ***Opalina ranarum.*** (Kükenthal'den)

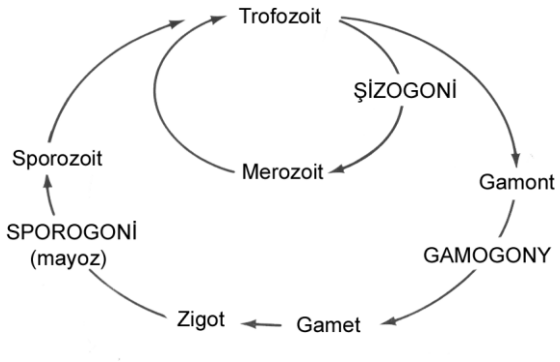


Şekil 3. 6. Sıtma hastalığı etmeni *Plasmodium vivax*'ın yaşam siklusu (H.Curtis 1977'den) **.**

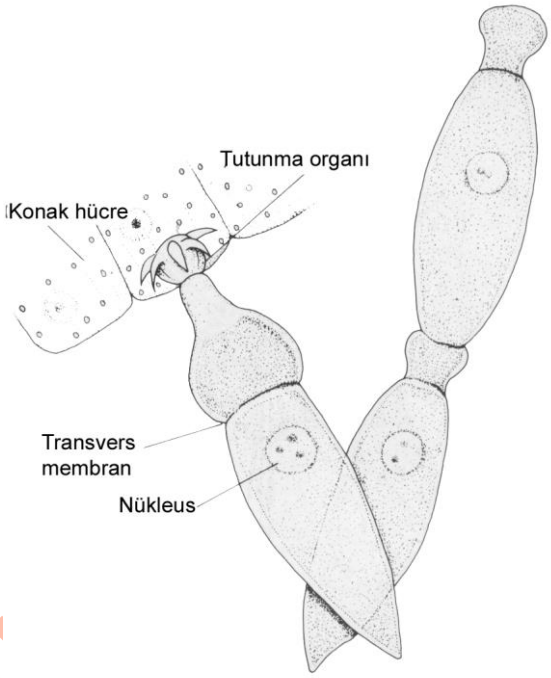
Tipik olarak sporlar değişik sayıda ve enfekte olabilen **sporozoit**'ler içerir. Sporozoitler, spor yeni bir konağa girdiğinde serbest kalırlar. Serbest kalan bu sporozoitler genelde bireyin hücrelerine girerler. Burada büyüyerek eşeysiz çoğalabilen **trofozoit**'ler yaparlar. Trofoozoitler eşeysiz üreyerek **merozoit**'leri oluştururlar. Bu şekilde eşeysiz üreme **Şizogoni** olarak adlandırılır. Merozoitler sürekli olarak yeni konak hücrelerini enfekte ederler ve **gamont** adı verilen eşeysel formlar halinde olgunlaşırlar. Gamontlar bir veya daha çok gamete dönüşürler. Bu olay **gamogony** adını alır. Bu altfilumda hem isogametler hem de anisogametler tanımlanmıştır. Döllenme sonunda oluşan zigot başka bir üreme safhasına (**Sporogony**) geçmeden önce kist oluşturur. Sporogoni ile, zigot mayoz bölünme

Prof. Dr. N

yapabilme yeteneğine sahiptir ve sonuçta sporozoitlerin yeni bir dölü oluşur. Sporozoitler genelde koruyucu bir kılıf veya sporla kuşatılmıştır.



Şekil 3. 7. Bir Sporozoon'un genelleştirilmiş yaşam döngüsünde birbirini izleyen safhalar (Sleigh'den)



Şekil 3. 8. Gregarina – şematik (Beck ve Braithwaite'den)

Birkaç türde ise sporsuz yaşam siklusu bilinmektedir.

Sporozoon'un yaşam siklusu kompleks olup şizogoni (eşeysiz üreme), gamogony (eşeysel olgunluk ve gamet oluşturma) ve sporogoni (spor oluşturma) safhalarını içerir (Şek. 3.7).

İki önemli sporozoon grubu tanımlanmıştır. Her iki grupta *Telesporea* sınıfına dahildir. Bu gruplar: Gregarina ve Coccidia'dır.

Klasis: *Gregarina*

Eşeysiz ve eşeyli üreme gösterirler, olgun formlar hücre dışı parazittirler. Şizogoni safhaları yoktur, Gregarina (Şek. 3.8).

Klasis: *Coccidia*

Gregarin'lerden küçüktürler. Olgun formları hücre parazitidirler. Şizogoni safhaları vardır. *Plasmodium, Eimeria*.

Altfilum : *Cnidospora*

Prof. Dr. M. N. AÇ

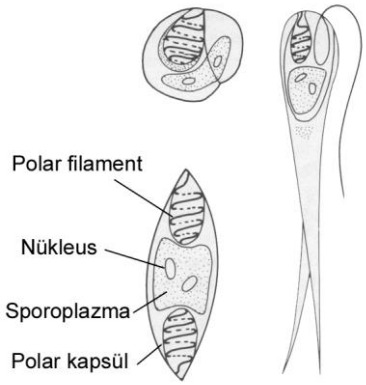
Sporozoon'larla bazı ortak karakterleri taşırlar. Yaşam sikluslarında spor benzeri bir safha görülür ve oldukça karmaşık bir üreme sistemleri vardır. Ancak bu altfilum temsilcileri yaşam siklusları bakımından ve polar filament adı verilen özel organeller içermeleriyle farklıdırlar. İki klasisleri tanımlanmıştır.

Klasis*: Myxosporida*

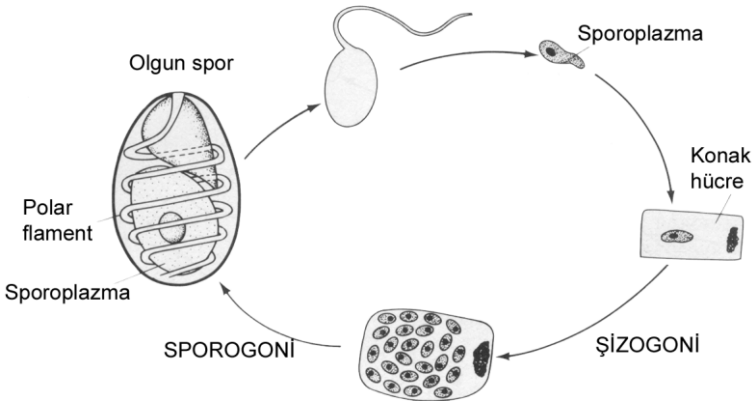
Balıkların doku ve çeşitli boşluklarında parazit, 4'e kadar polar flamentli, sporlar bir nukleustan gelişmiş. *Myxidium* (Şek. 3.9).

Klasis*: Microsporidia*

Böcek hücrelerinde parazit, tek polar filamentli, sporlar bir nukleustan gelişmiş. *Nosema* (Şek. 3.10).



Şekil 3. 9. Myxosporida örnekleri.(Sleigh'den)



Şekil 3. 10. Microsporid'lerden *Nosema*'da yaşam siklusu (Sleigh'den)

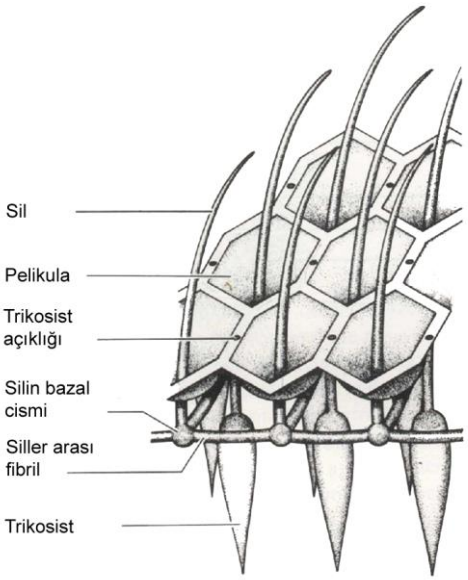
Altfilum*: Ciliophora*

Büyük bir grup olup tanımlanmış 7000'den fazla tür içerirler. Soliter ve koloni halinde yaşarlar, simbiyotik ve serbest yaşam gösterirler. Türlerin çoğu serbest halde yüzücüdür, bazıları ise sesildir. En elverişli çevreleri sudur fakat nemli yerlerde de yaşadıkları gibi parazit olarak ta yaşarlar. Bu denli çeşitliliklerine rağmen özellikleri benzerdir. Oldukça kompleks bir pelikula'ları vardır, nukleus dimorfizmi gösterirler ve aynı tarzda üremeye sahiptirler.

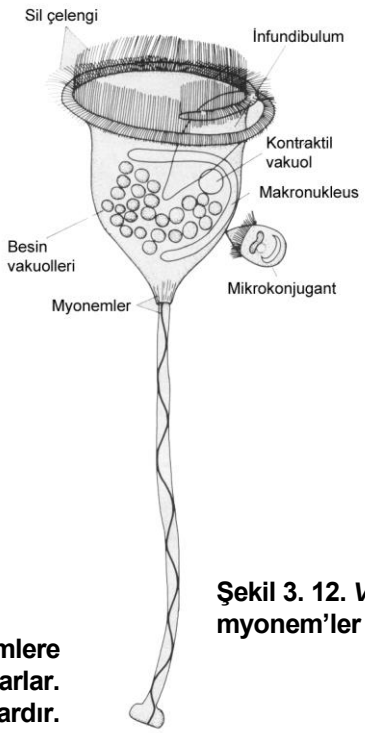
Prof. Dr. M[illegible]t AKTAÇ

Pelikula (dış vücut örtüsü) bütün türlerde benzer yapıyı gösterir. Bir seri membran ve membranlar arası boşluklar içerir. Dış plazma membranı dışarı doğru vücut boyunca uzanan silleri içerir. Bu membranın altında **trikosist**'ler yer alır. Bu organeller genelde bütün vücut boyunca uzanırlar bazı türlerde ise ağız bölgesinde toplanmış olabilirler. Trikosistler korunma ve av yakalama organelleridir. Bir kılıftan dışarı doğru fırlatılırlar ve dikenli uçları toksin maddeler içerir (Şek. 3.11).

Pelikula altındaki sitoplazma oldukça yoğundur. Ektoplazma, trikosistlerden başka **myonem** adı verilen, büyük ve kasılma yeteneğindeki mikroflamentleri içerirler (Şek. 3.12).



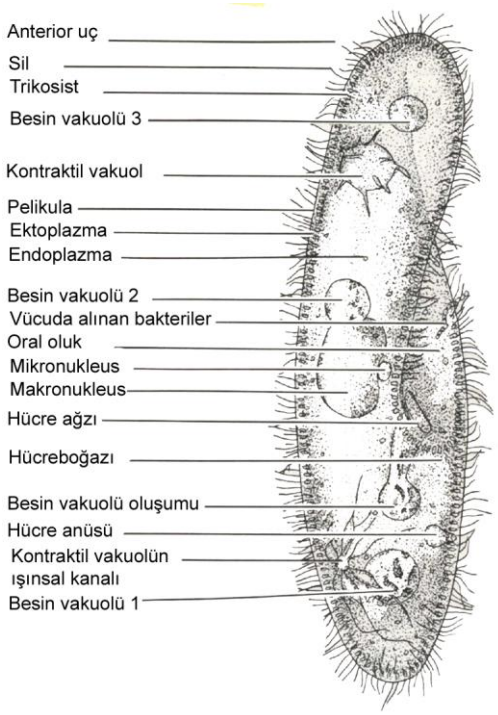
Şekil 3. 11. *Paramecium*'da pellikula'nın yapısı. Basal cisimlere tutunmuş olan siller hexagonal alanların merkezinden çıkarlar. Basal cisimler uzunlamasına mikroflamentlere tutunmuşlardır. Miyofibriller, sil hareketini yönlendirecek şekilde konumlanmıştır. Havuç benzeri trikosist'ler ince ipliklerle hexagonal yapıların kenarlarına tutunmuşlardır (College Zoology'den)



Şekil 3. 12. *Vorticella*'da myonem'ler (Hyman'dan)

iliofor nukleusları değişik sayıdadır, ancak bu altfilum'un her türünde iki nukleus tipi görülür: 1. Tipik vegetasyon fonksiyonlu, poliploid ve büyük **makronukleus**, 2. Diploid ve küçük, üreme fonksiyonlu **mikronukleus** (Şek. 3.13).

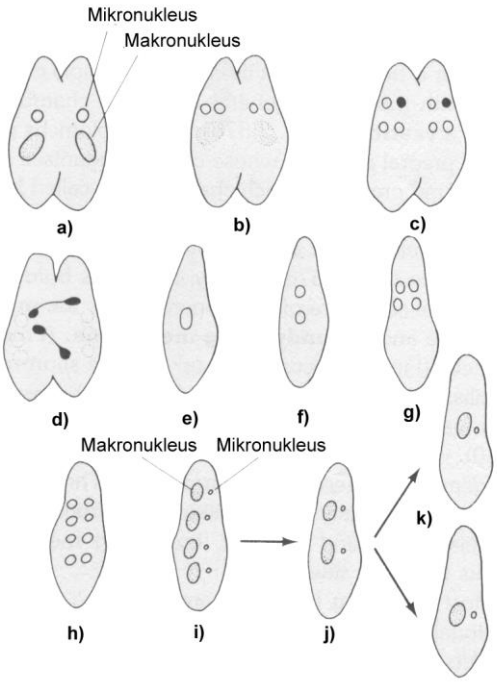
Prof. Dr. Nil... AKTAÇ



Şekil 3. 13. *Paramecium caudatum*'un anatomik yapısı (College Zoology'den)

Bu grupta eşeysiz üremede mikronukleus mitotik bölünmeler gösterirken, makronukleus genelde basit bir şekilde ikiye boğumlanır. Makronukleusun tamamı, bölünmeden önce dejenere olabilir ve sonra her bir kardeş hücrede mikronukleustan yeniden oluşabilir. Siliofor'larda eşeysiz ikiye bölünme genelde kamçılılarda olduğu gibi boyuna değil eninedir. Nukleus dimorfizminin belirgin avantajı makronukleusu üreme görevinden kurtarmasıdır.

Siliofor'larda görülen **konjugasyon** tarzın-daki eşeyli üreme sadece bu gruba özgüdür. Konjugasyon esnasında mikronukleuslar, gametler gibi görev yapar ve bireyler arasında değiştokuş olurlar. Konjugasyon uygun fizyolojik koşullarda iki siliofor arasında sitoplazmik köprü oluşturulduğunda başlatılır. Bu olayı nukleusun yeniden organizasyonu izler (Şek. 3.14). Konjugasyon, *Paramaecium caudatum* gibi bir makronukleusu ve bir mikronukleusu bulunanlarda nispeten basittir ve şu şekilde gerçekleşir: Konjugasyona katılan *P. caudatum* makronukleusları parçalanır. Mikronukleuslar birbirini izleyen iki mayoz bölünme sonucu dört haploid nukleus oluştururlar. Bunlardan üçü sitoplazma tarafından emilir, geri kalan bir haploid mikronukleus mitoz bölünme geçirir. Oluşan iki mikronukleustan biri geçici, diğeri kalıcı mikronukleustur. Her Paramesyum'daki geçici mikronukleus sitoplazmik köprü boyunca göç ederek karşı eşin kalıcı mikronukleusu ile birleşir. Sonra iki



Şekil 3. 14. *Paramecium caudatum*'da konjugasyon ve konjugasyondan sonra birbirini izleyen nüklear olaylar: a-d) konjugasyon;e-k)exkonjugantlardan birinde postkonjugasyon. Diğer konjugant'da aynı tarzda gelişecektir (Meglitsch,1972)

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

paramesyum ayrılır. Konjugasyon sonucu artık her paramesyum'da genetik olarak yeniden düzenlenmiş mikronukleus vardır. Bu mikronukleus postkonjugasyon'la bir seri mitoz bölünme geçirir. Birbirini izleyen 3 mitoz bölünme ve sonrası 8 nukleus meydana gelir. Bunlardan 3'ü kaybolur. Geri kalanlardan 4 tanesi 4 oğul hücreye bölünerek, onların makronukleuslarını oluşturur. Beşinci ise iki bölünme ile dörde ayrılır ve bunlardan oluşan 4 oğul bireyin mikronukleuslarını yapar.

Konjugasyon sonucu, siliofor populasyonu birey sayısı bakımından artmaz ancak eşeyli organizmanın evriminde rol oynayan genetik rekombinasyonu sağlamış olur. Siliofor'larda görülen diğer temel eşeyli üreme şekli **o-togami**'dir. Otogami genelde nukleus faaliyeti bakımından konjugasyona benzer fakat bu olay sadece bir birey içinde gerçekleşir. Otogami yapacak siliofor iki eşit haploid mikronukleuslu yapı kazanır. Daha sonra bu iki mikronukleus birleşir ve diploid (ve homozigot) bireyi oluşturur. Otogaminin bazı yararları vardır. Siliofor kültürü ancak sınırlı sayıda eşeysiz döl oluşturabilir. Konjugasyon ve otogami kültürün devam etmesini yani neslin devamını sağlar.

Siliatlarda genelde bireylerin cinsiyeti bellidir, böylece konjugasyon aynı türün bireyleri arasında meydana gelebilir. Eşey belirleyici özellik büyük bir olasılıkla pelükulada bulunur ve sitoplazmik köprü oluşunca farkedilir. Çiftleşme şekli, oldukça yakın akraba bireylerin birbirleriyle döllenmesini önler, böylece siliat populasyonunda genetik çeşitlilik sağlanmış olur.

Siliofor'lar, sillerin oryantasyonuna göre bir klasis (Ciliata) ve 4 altklasise ayrılır:

Klasis*: Ciliata*

Altfilum özelliklerini taşır.

Altklasis*: Holotricha*

Primitif, siller az çok birbirine benzer. *Paramaecium* (Şek. 3.14), *Didinum.*

Altklasis*: Peritrichia*

Çoğunlukla sesil, koloni halinde yaşayan türleri var. Siller ağız bölgesinde toplanmış. *Vorticella* (Şek. 3.12).

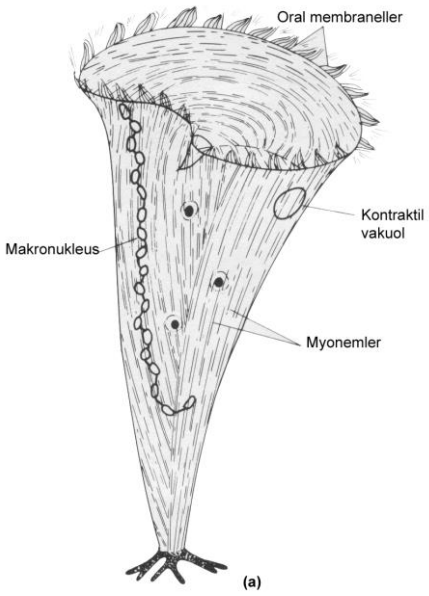
Altklasis*: Spirotrichia*

Ağız bölgesindeki siller ağız boşluğuna doğru spiral şeklinde yer almış. Vücut silleri sir oluşturacak şekilde kümelenmiş. *Stentor, Spirostomum* (Şek. 3.15a,b).

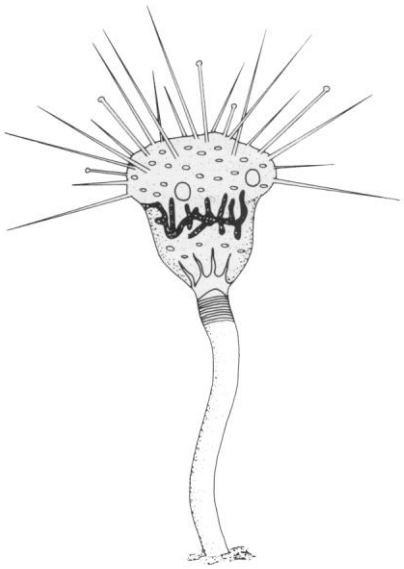
Altklasis*: Suctoria*

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Saplı, sesil, ergin bireylerde siller kaybolmuş, besin tentaküllerle alınır. Çoğunluğu ektosimbiyont. *Ephelota* (Şek. 3.16), *Acineta*.



Şekil 3. 15. Spirotricha örnekleri: a) *Stentur coeruleus* (Tatlısuda yaygın); b) *Spirostomum ambiguum* (Sleigh'den)



Şekil 3. 16. Denizel Suctoria – *Ephelota gemmipara* (Tentaküllü ergin) (Sleigh'den)

4. SUBREGNUM : *MESOZOA*

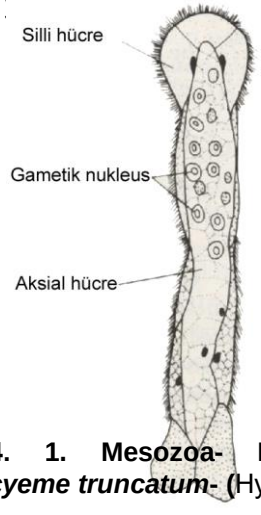
Yaklaşık 50 tür içeren parazit çok hücreli hayvanlardır. Yapısal olarak çok basittirler fakat parazitlere özgü karmaşık yaşam döngüsüne sahiptirler. Bu bakımdan da sınıflandırılmaları oldukça zordur. Mikroskobiktirler. Basit silli bir epitel hücre tabakası içerirler. Bu tabaka içte tek bir hücre halinde de olabilen üremeyle ilgili kütleyi çevreler. Organları yoktur. Vücutları hücresel bir tüp şeklindedir. Bu tüp üreme hücrelerini çevreler. Mesozoa iki gruba ayrılır.

Ordo : *Dicyemida*

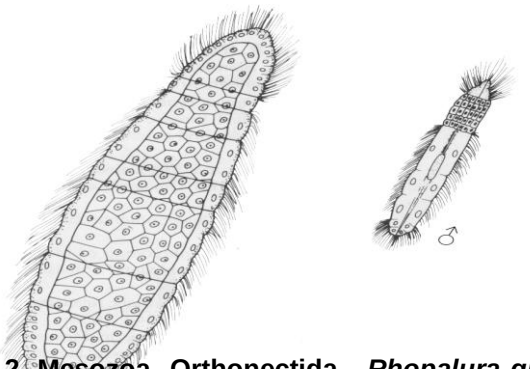
Kompleks yaşam sikluslu, Sefalopod'larda parazit. *Pseudicyema* (Şek. 4.1).

Ordo *: Orthonectida*

Çeşitli denizsel omurgasızlarda (Platyhelmint'lerde, Nemertini'lerde, yılan yıldızlarında, midyelerde ve poliket'lerde) parazit. *Rhopalura* (Şek. 4.2).



Şekil 4. 1. Mesozoa- Dicyemida (*Pseudicyeme truncatum*- (Hyman'dan)



Şekil 4. 2. Mesozoa- Orthonectida - *Rhopalura giardi* – ergin erkek ve dişi: (Hyman'dan)

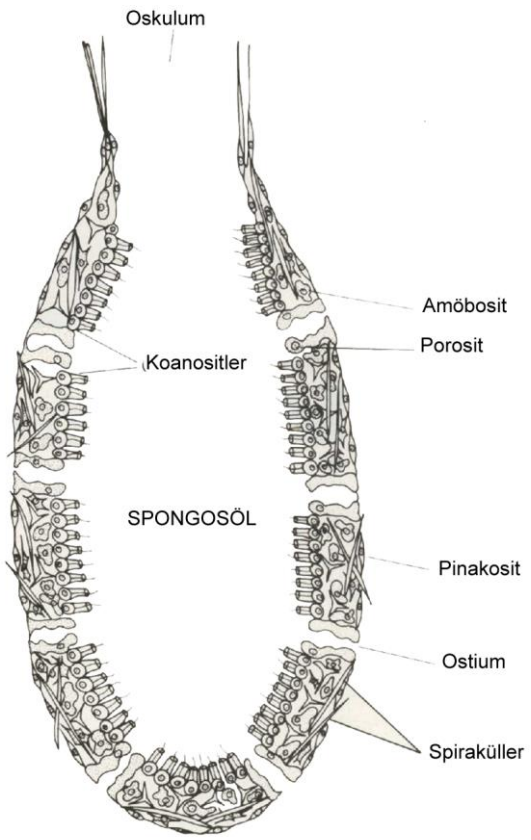
Prof. Dr. M. Niha ÇAÇ

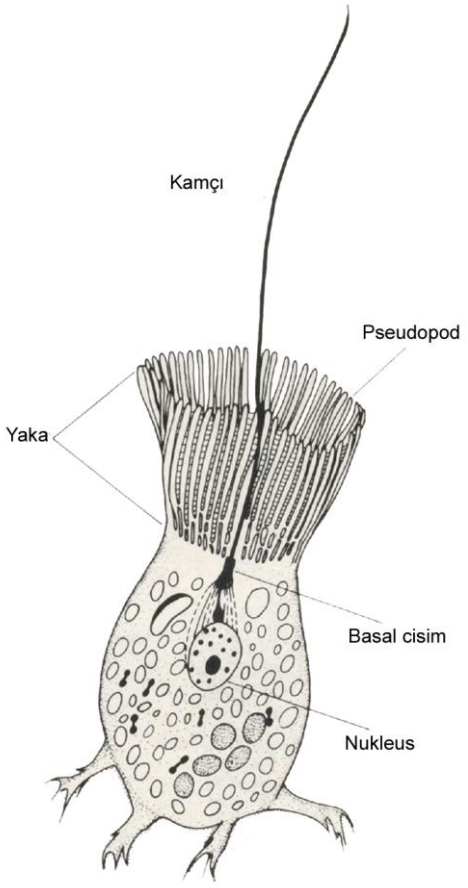
5. SUBREGNUM : PARAZOA

FILUM *: PORIFERA*

Süngerler koloni halinde yaşayan protozoonlar ile metazoonlar arasında yer alırlar. Belirgin bir dokuları, organları, ağızları ve sindirim boşlukları yoktur. Hücrelerin koordinasyonu metazoon'larınkinden zayıftır. Bu ara durumu dikkate alarak bazı biyologlar bu grubu *Metazoa*'nın bir alt bölümü (*Parazoa*) olarak sınıflandırmışlardır.

Süngerlerin yaşam şekli diğer hayvanlarınkinden oldukça farklıdır. Dıştan bakıldığında hayvan özellikleri çok az göze çarpar ve bu nedenle de süngerlere bitki





Şekil 5. 2. Bir koanosit'in Elektron Mikroskobu yapısı (Rasmont 1959'dan)

gözüyle bakıldı, hayvan olabilecekleri pek kabul edilmedi. Hayvan kimliklerini de ancak son yüzyılda kazanabildiler.

Ergin süngerler sesil hayvanlardır. Vücutları suyun dolaştığı bir kanal sistemi ile donanmıştır (Şek. 5.1). Bu sistem hücreler ile astarlanmıştır. Vücutlarının dış

Şekil 5. 1. Basit bir askonoid süngerden boyuna kesit (Hyman 1940'dan)

yüzeyi bir çok küçük delik ile bir veya birçok büyük delik içerir. Su vücuda **ostium** adı verilen bu küçük deliklerden girer. Kanal sistemini dolaştıktan sonra büyük bir delik olan **oskulum**'dan dışarı çıkar. Su kanallarının etrafı **koanosit** adı verilen yakalı - kamçılı hücreler ile astarlanmıştır (Şek. 5.2). Koanosit'ler kanallarda su akımı oluştururlar ve vücutta dolaşan suda besin alışverişi yaparlar.

Süngerler dıştan **pinakosit** adı verilen ve bir tabaka oluşturan hücrelerle örtülüdür. Pinakosit ve koanosit tabakaları arasında **mesoglea** ara tabakası yer alır. Bu tabaka esas olarak ameboid hücreler ile çeşitli iskelet elemanları içerir. Mesoglea'da yer alan iskelet, sünger taksonomisinin temelini oluşturur.

Süngerlerde 4 klasis tanımlanmıştır: *Calcerea*, *Hexactinellidae, Demospongiae* ve *Sclerospongiae*. Kalkera (kalkerli süngerler)' da iskelet küçük kalsiyum karbonat **spikül**'leri içerir. Camsı süngerler olarak bilinen Hexactinellidae türleri daha çok derin zeminlerde bulunurlar. Silisli spiküller içerirler ve bu spiküller düzenli bir ağ oluştururlar. Demospongia en büyük sünger grubu olup iskeletlerinde **spongin** lifleri ve/veya silisli spiküller içerirler (Spongin, süngerlere özgü bir protein olup omurgalıların bağ dokusundaki kollajen tabiatındadır). Sklerospongia en küçük ve özelleşmiş sünger grubu olup iskeletleri spongin lifleri ve silisli spiküllerden oluşmuştur.

Süngerlerin çoğu sığ deniz sularında, kayalara, bitkilere, tahtalara, diğer hayvanlara ve benzeri yapılara tutunmuş halde yaşarlar. Bazıları okyanus derinliklerinde yaşar. Birkaçı da tatlı suda yaşar.

Genel morfoloji

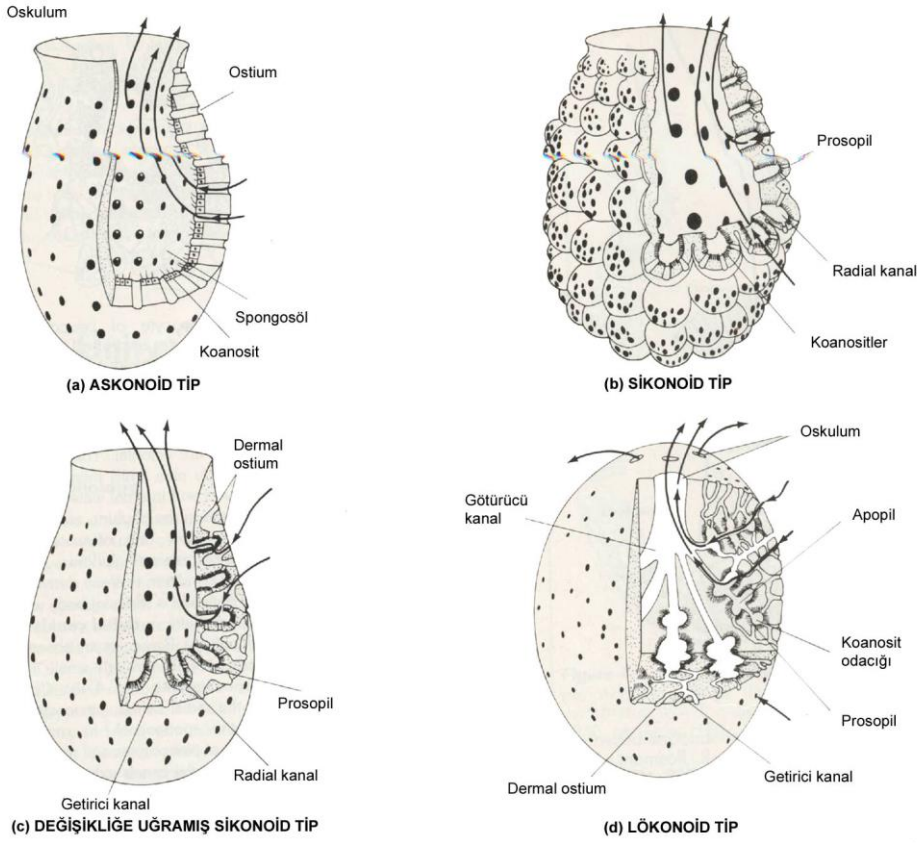
En basit sünger, şematik olarak bir tüp şeklinde olup lateral ostiumlar (delikler) ile tek apikal oskulum (dış açıklık) içerir (Şek. 5.1). Vücut dıştan, hafif kasılabilme yeteneği olan yassı ve farklılaşmamış hücrelerle örtülüdür. Bu örtü tabakası pinakosit tabaka adını alır. Merkezi boşluk veya **spongosöl**, koanosit adı verilen hücrelerle astarlanmıştır. Koanosit'ler ince mikrofibrillerle bağlantılı ve aynı yönde gelişmiş pseudopodları içeren elek benzeri bir yakaya sahiptirler (Şek. 5.2). Bu yakada her hücrenin ayrıca bir de kamçısı vardır. Dolayısıyla koanosit'ler yakalı-kamçılı hücreler olarak tanımlanırlar. Bu iki hücre tabakası arasında yer alan **mesoglea** tabakası ise jelatinimsi bir matriks halinde olup iskelet elemanları ile vücut içinde dolaşabilen amebosit hücreleri içerir. Bu şematik sünger radier simetrilidir. Bu tür simetri filum'un primitif özelliğidir. Ancak çoğu modern sünger asimetriktir. Vücut şekilleri, çoğunlukla çevrelerindeki su ve tutundukları yapının koşullarına bağlı olup türe özgü değildir. Aynı türe ait süngerler, farklı çevresel koşullarda farklı şekillerde

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

olabilirler. Aynı çevre, farklı türlerin aynı vücut şekillerine sahip olmasına neden olur. Bu nedenle tür tanımı daha çok süngerin iç morfolojisine, iskelet yapısına ve su kanallarının vücuttaki sıralanış şekline göre yapılır.

Süngerlerde 3 tip su kanal sistemi görülür. Bunlar: Askonoid, sikonoid ve lökonoid tiptir. Bu terimler tanıma dayalı olup taksonomik değildir. Bu nedenle sünger taksonomisinde çok sınırlı olarak kullanılırlar**.**

Askonoid tip: Tek vücut boşluğu olan spongosöl, içte koanositlerle astarlanmıştır. Dışta pinakositler ve porosit'ler içerir. **Porosit**, hücre içi kanalı bulunan ve dışta bir delik (ostium) içeren tüp şeklinde bir hücredir. Su porositlerden



spongosöle doğru gelir ve oskulumdan dışarı çıkar (Şek. 5.3a). Askonoid süngerlerin çoğu koloni halinde yaşar. Oldukça küçüktürler.

Şekil 5. 3. Süngerlerde görülen 3 temel vücut yapısı ve her birinde suyun akış yönü diyagramı: a) Askonoid tip; b) Sikonoid tip; c) Değişikliğe uğramış Sikonoid tip; d) Leukonoid tip. (Bayer ve Owre, 1968)

Sikonoid tip: Askonoid tipten orijinlenmiştir. Bu yapıda vücut duvarı katlanmalar yaparak spongosöl boyunca bir seri yan cepler veya **radial kanal**'lar oluşturmuştur. Koanositler radial kanallarda yer alırlar. Porositler bulunmaz. Su radial kanallara **prosopil** adı verilen küçük hücreler arası boşluklardan girer (Şek.

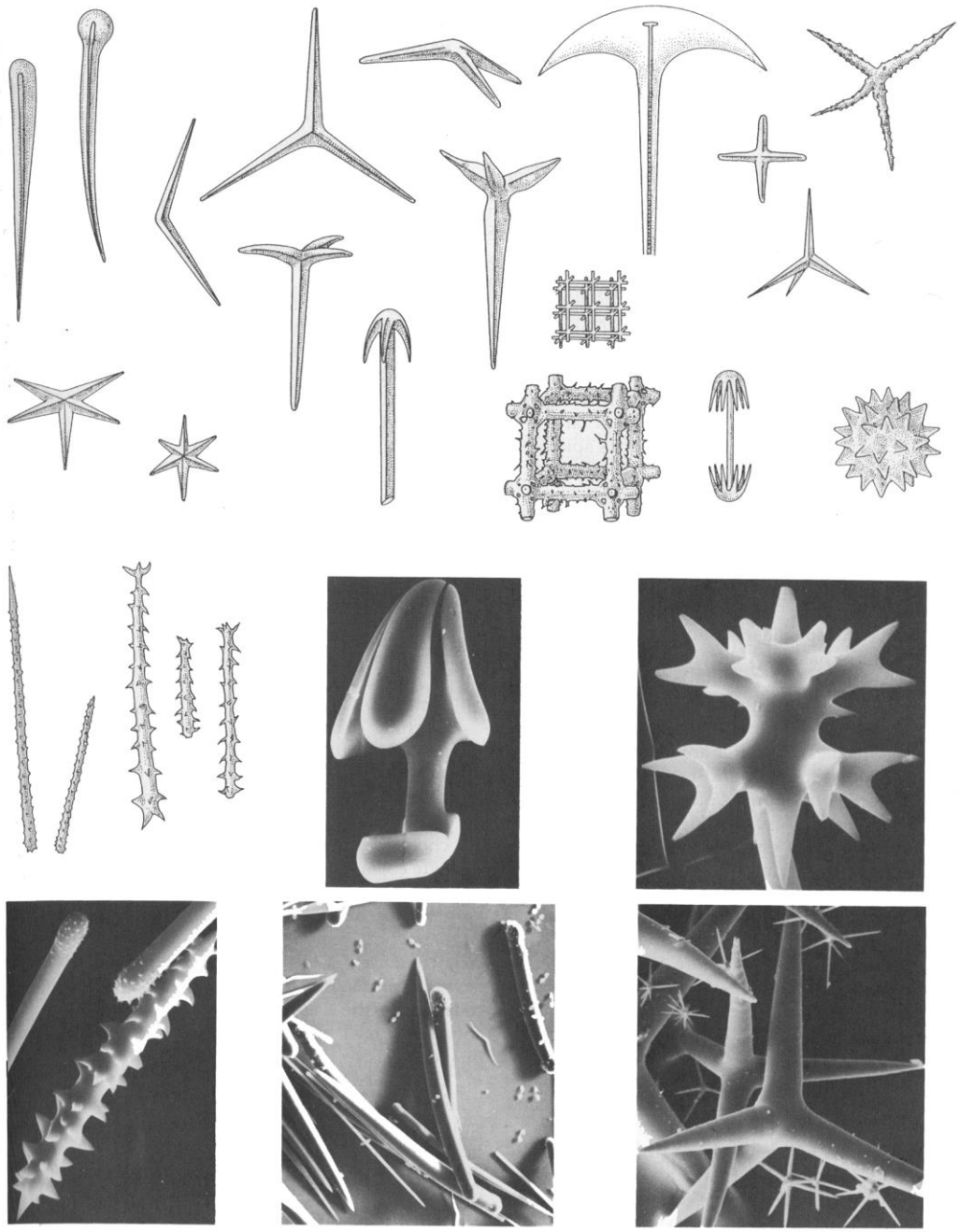
Prof. KTAÇ

5.3b). Ara tabaka mesoglea ve dıştaki pinokosit tabaka radial kanalları çevrelerler ve etraflarında bir kortex oluştururlar. Kortekste **iç taşıma kanalları** vardır. İç taşıma kanalları bir taraftan **dermal ostium**'lar yoluyla dış ortama açılırlar, diğer taraftan da prosopillerle temastadırlar. Bu tür sykonoid vücut yapısında suyun akış yönü: Dermal ostium - iç taşıma kanalları - prosopil - radial kanal (yan cep) - spongosöl - oskulum'dur. Sykonoid süngerler, askonoid süngerlerin aksine soliterdirler (Şek. 5.3c).

Lökonoid tip: En ayrıntılı su kanal sistemidir. Bu sistemde vücut boyunca dallanmış odacıklar ve kanallar yer alır ve spongosöl karmaşık bir şekilde organize olmuştur. Koanositler sadece küçük odacıklarda yer alırlar ve vücutta dolaşan suyla temasları çok dolaylıdır. Dış kabuk veya korteks daha ayrıntılı bir yapı kazanmıştır ve subdermal boşlukları içerir. Her **koanosit odacığı**'ndan suyu dışarı taşıyacak olan dış taşıma kanalı sistemine, **apopil** adı verilen küçük bir por açılır. Böylece bu sistemde oskuluma ulaşana kadar giderek boyca büyüyen bir kanal sistemi

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

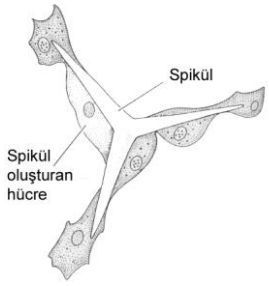
gelişmiştir. Leukonoid süngerlerde suyun akış yönü: Dermal ostium -subdermal boşluklar - iç taşıma kanalı - prosopil - koanosit odacıkları - apopil - su kanalları - oskulum'dur (Şek. 5.3d). Spongosöl'ün çok odacık içermesi daha çok iç yüzey oluşmasını sağlar. Daha da önemlisi lökonoid tipte, koanositler sünger vücudu boyunca geçen her su damlasını süzebilirler.Lökonoid süngerler bir kaç oskulumu olan büyük koloniler oluştururlar. Bu tür kolonilerde bireyler arasındaki sınır pek belirgin değildir. Bazı araştırıcılar bir oskulum ve onunla bağlantılı kanal ve hücreleri bir birey olarak kabul ederler.



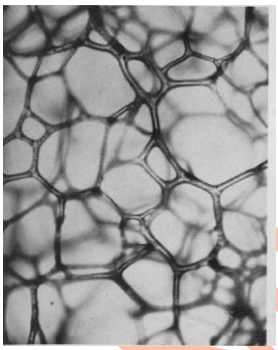
Şekil 5. 4. Silisli süngerlerde görülen spikül tipleri (Bergquist,1978)

Süngerlerde iskelet elemanlarının, grubun taksonomisinde önemli bir yeri vardır. İskelet elemanları süngere desteklik sağladığı gibi süngerin şeklini de oluşturur. Süngerlerin iskeleti kalkerli spikül, silisli spikül, spongin lifler veya silisli spiküllerle spongin liflerin karışımını içerir. Spiküller çeşitli boyda ve şekildedirler. Düz ve iğne şeklinde, eğik, bükük, çengel şeklinde, küresel, yıldız şeklinde, çıkıntılı, tokmak şeklinde veya şekilsiz olabilirler (Şek. 5.4). İskeleti oluşturan hücreler 2 tiptir:

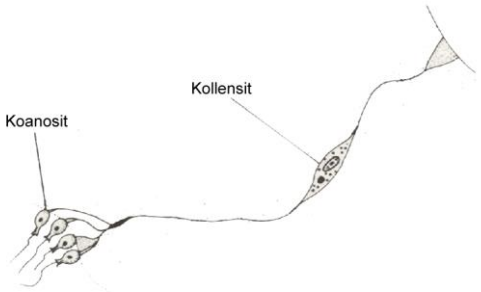
Skleroblast : Mesoglea'da yer alırlar ve hareket yeteneğine sahiptirler. Spikülleri salgılarlar. Spiküller skleroblastların mitoz bölünme geçirmeleri ile oluşur. Birden çok akson içeren spiküller birden çok skleroblast tarafından oluşturulur. Spiküller için ham madde kalsiyum karbonat ve silis'tir (Şek. 5.5).



Şekil 5. 5. Skleroblast'ta spikül oluşumu (Bergquist,19789)



Şekil 5. 6. Keratinli süngerlerde spongin lif yapısı .(Buschbaum,1950)



Şekil 5. 7. Sünger mesogleasında bir söllensit hücre. (Tuzet ve pavans,1953)

Spongioblast : Mesoglea'da yer alırlar. Hareket ederler ve içlerinde protein liflerinden ibaret bir ağ oluştururlar. Bu ağsı yapı spongin adını alır. Uzun spongin lifleri bir seri spongioblastın birlikte seri halde çalışmasıyla oluşur (Şek. 5.6).

Mesoglea'da yer alan diğer hücre tipi amebosit'lerdir (Şek. 5.1). Amöbositler besinleri taşırlar. Büyük bir olasılıkla mesoglea'da gametleri de taşırlar. Bazıları türe parlak renkli görünümü veren pigmentleri içerirler. Ayrıca sinirsel fonksiyon gösteren **söllensit** hücreler (Şek. 5.7) ile rejenerasyon, süngerin gereksinim duyabileceği hücre tipine dönüşebilme yeteneğine sahip farklılaşmamış embriyonal hücreleri de içerirler. Bu hücreler **arkeosit**'lerdir. Arkeositler aynı zamanda gametleri de oluşturur.

Beslenme ve Sindirim

Süngerler, protozoon'lara benzer tarzda besini alır ve sindirirler. Bakteriler, küçük planktonik organizmalar ve organik atıklar, koanosit hücrelerinin yakaları

Prof. Dr. M. Nin AKTAÇ

tarafından alınır ve hücre merkezine aktarılırlar. Sindirim tamamen hücre içinde olur (Intrasellular sindirim). Sindirim koanositlerin içinde başlar fakat besin maddeleri çabucak amebositlere aktarılır. Sindirim maddeleri vücudun her yerine amebositler tarafından dağıtılır ve sindirilemeyen maddeler su kanal sistemine bırakılarak oskulumdan dışarı atılır. Süngerlerin çoğunda mesogleadaki amebositlerde ve arkeositlerde bir hücreli algler ve bakteriler bulunur. Bu organizmaların beslenme ile olan ilişkisi bilinmemektedir.

Dolaşım, Solunum, Boşaltım ve Osmoregülasyon

Süngerlerdeki hücreler yüzeysel olduğu için hem difüzyon hem de suyun sürekli dolaşımı ile gerekli materyallerin vücuda taşınması sağlanmış olur. Besin ve mineraller vücut içine alınır. Sindirim artıkları dışarı pompalanır. Solunum gazlarının değişimi sağlanır. Azotlu artıklar amonyak halinde atılır. Süngerlerdeki metabolizma hızı son derece yavaştır.

Süngerlerde su akımı koanositlerdeki kamçıların düzensiz çarpması ile sağlanır. Sünger vücuduna oldukça büyük hacimlerde su girer. Örneğin tatlı su süngeri *Spongilla* bir saatte vücut hacminin 70 katı kadar su pompalayabilir.

Süngerler esas olarak anaerobiktirler. Fakat tipik bir şekilde kanal sistemlerinden geçen sudan düşük oranlarda oksijen elde edebilirler. Oskulumun kapalı kaldığı peryotta ise aerobik solunum yaparlar. Tatlısu süngeri hücre düzeyinde kontraktil vakuoller oluşturarak osmoregülasyon yaparlar.

Hareket sistemi

Süngerlerin organizasyon düzeyi düşük olduğu için sinir sistemleri, kasları, duygu organları yoktur. Buna bağlı olarak davranışları basittir. Süngerlerde pinakositler genelde kontraktildirler. Ayrıca prosopil ve oskulum çevresinde **myosit** adı verilen hücreler kasılma yeteneğindedirler ve kasılmalar oskulum genişliğini düzenler. Spongosöl, içi su dolu bir boşluk olmakla beraber bu boşluk hidrostatik iskelet olarak görev yapamaz. Organize olmuş vücut kasları yoktur. Bu yapılar nedeniyle süngerlerin davranışları çok sınırlıdır. Büyük uyaranlar karşısında bir bütün halinde kasılırlar. Herhangi bir noktada oluşan uyaran ise ancak belli bir mesafeye ulaşabilir.

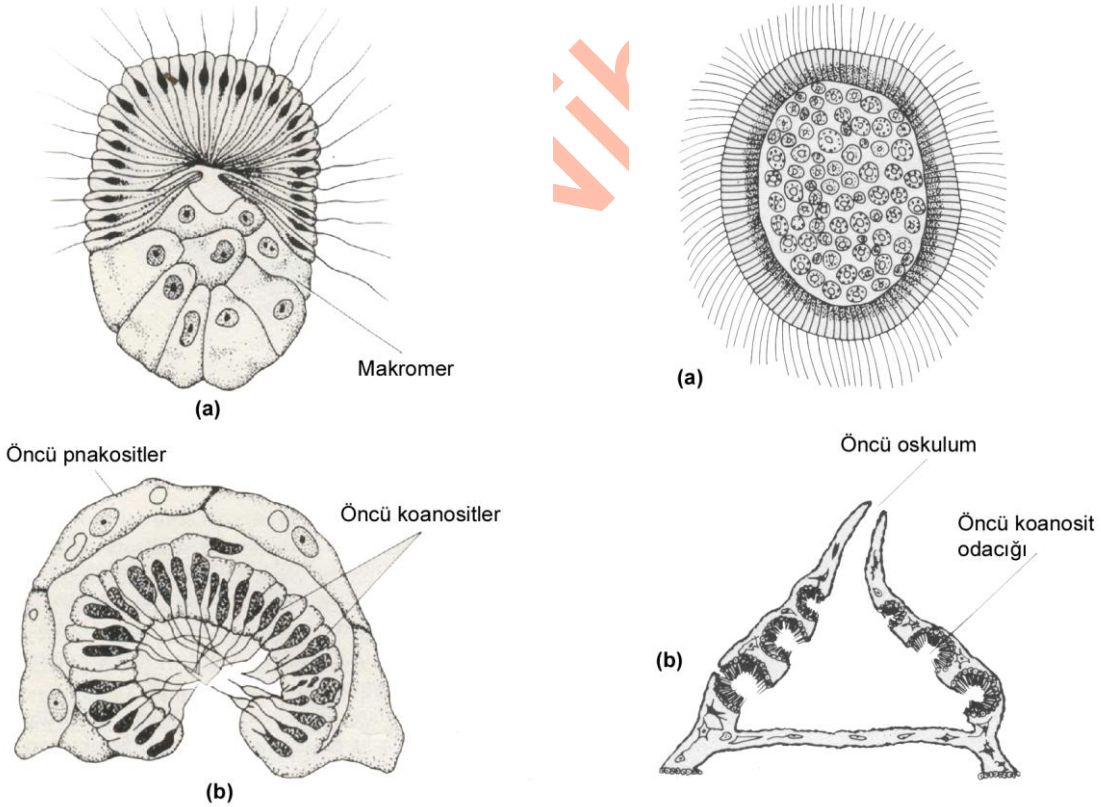
Süngerlerin iskeletlerinin bulunuşu ve tatlarının da lezzetsiz oluşundan dolayı predatörleri yoktur. Ancak bazı balıklar, mollusklar ve deniz örümcekleri süngerlerle beslenirler.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Üreme ve Gelişme Sistemi

Süngerler hem eşeyli hem de eşeysiz olarak ürerler. Gametler büyük bir olasılıkla arkeositlerden oluşur. Fakat sperm oluşumunda koanositlerin rol oynadığı söylenebilir. Spermler su kanal sistemine bırakılır ve oskulum yoluyla dışarı atılırlar. Başka bir süngerin ostiumundan içeri girdiklerinde koanositler tarafından alınırlar. Spermli koanosit kanal duvarından ayrılır ve mesogleaya hareket eder. Uygun yumurta hücresi bulduğunda onunla birleşir ve döllenme olur.

Süngerlerin çoğu hermafrodittir fakat yumurta hücreleri spermlerle aynı anda olgunlaşmadığı için karşılıklı döllenme sağlanmış olur. Tipik olarak spermler yumurtadan önce olgunlaşır. Bu duruma **protandri** denir ve bu durum hermafrodit türlerde yaygındır.



Şekil 5. 8. Kalkerli süngerlerde gelişme: a) Kamçılı Amfiblastula larvası (kamçılar dışa yönelik); b) Gastrulasyondan sonra Amfiblastula larvası (Hyman'dan)

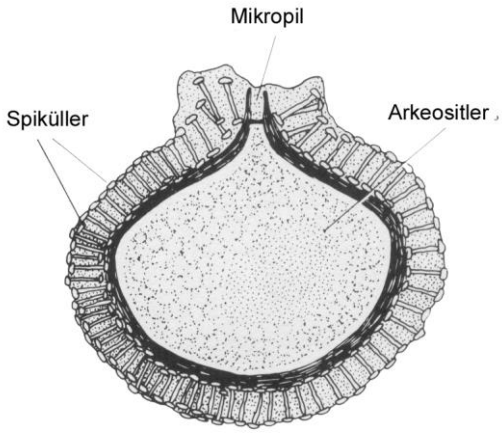
Döllenmiş yumurtadan **amfiblastula** adı verilen kamçılı bir larva meydana gelir (Şek. 5.8a). Amfiblastula dış su kanalı yoluyla süngerden çıkarak serbest halde yüzmeye başlar. Larva bir yere tutunduktan sonra gastrulasyon başlar. Amfiblastula blastoporu ile bir yüzeye

Şekil 5. 9. a) Leukonoid süngerde paranşimella larvası; b) Çoğu leukonoid süngerin gelişmesi esnasında görülen ve rhagon olarak adlandırılan ergin öncesi dönem (Hyman'dan).

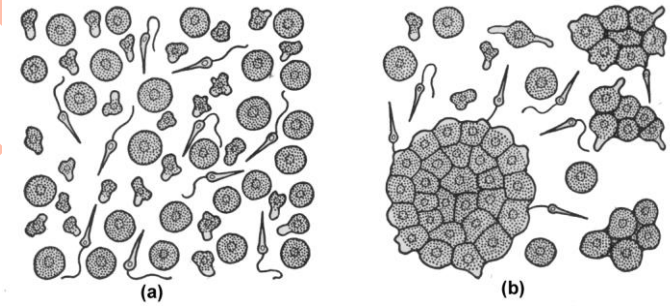
tutunur. Blastosöl, spongosöl olarak gelişir ve serbest olan tarafta oskulum açıklığı meydana gelir (Şek. 5.8b). Bu tip larva askon ve sikon tipi süngerlerde görülür. Lökon tipi süngerlerde ise **paranşimella** larvası gelişir (Şek. 5.9a). Bu larva daha sonra ergin olmayan **rhagon** olarak bilinen bir safhaya dönüşür (Şek. 5.9b). Rhagon kalın duvarlıdır ve bu duvardan dışa doğru koanosit odacıkları ve su kanallarının oluşacağı oyuklar gelişir.

Eşeysiz Üreme

Bir sünger parçası ana organizmadan izole olduğu zaman tomurcuklanma yoluyla eşeysiz üreme başlar. Yeni birey kendini ya koloninin bir yerine tutundurur ya da uzaklaşarak bağımsız bir yaşama başlar. Süngerlerde özel eşeysiz üreme şekilleri görülür. Bu tür eşeysiz üreme şekillerinden birinde uygun olmayan koşullarda bazı özelleşmiş hücreler üreme cisimcikleri olarak ayrılırlar. Bu hücreler amebosit halindedirler ve kalın bir duvarla çevrilidirler. Şartlar normale döndüğünde bu hücreler genç bir sünger oluşturmak üzere üremeye başlarlar.



Şekil 5. 10. Tatlısu süngerlerinde gemmula (Hyman'dan)



Şekil 5. 11. a) İpek bir örtüde sıkıştırılarak hücrelerine ayrılmış sünger; b) Ayrılmış hücrelerin amöboid tarzda hareket ederek küçük bir kütle halinde toplanması ve küçük bir sünger oluşturması (H.V.Wilson'dan)

Birkaç deniz türü ve özellikle tatlısu süngerlerine özgü bir diğer eşeysiz üreme şekli de **gemmula** oluşumudur (Şek. 5.10). Gemmula oluşacağı zaman üreme cisimlerine benzer tarzda bir grup besin dolu arkeosit hücre sütun şeklinde, zarlarla ve spikül salgılayan hücrelerle sarılır. Bu esnada **mikropil** adı verilen küçük bir delik bırakırlar. Üretken hücreler mikropilden dışarı çıkarlar ve larvayı oluştururlar. Hareketli sperm ve serbest yüzen larva sünger populasyonlarının yayılmasını sağlar.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Gemmula ve üreme cisimlerinin kuşkusuz yayılmadaki etkileri azdır. Ancak ekolojik önemleri yadsınamaz. Süngerler gibi sesil organizmalar bulundukları çevreden göç edemezler. Rahatsız oldukları çevreden çabucak ayrılma yolları yoktur. Bu bakımdan gemmula ve üreme cisimleri süngerlerin problemli çevrelerinde yaşamlarını normal sürdürmelerini sağlar. Çoğu tatlısu süngeri kış koşullarında gemmula'lar oluşturur. Bazı gemmula'lar böceklerde görüldüğü gibi **diapoz**'a girerler. Diapoz gelişme esnasında meydana gelen bir istirahat halidir. Bu nedenle önemli bir adaptasyondur. Süngerlerde hücrelerin bağımsız oluşu ve eşeysiz üremeye karşı olan yetenekleri süngerlerin rejenerasyon yapabilme kapasiteleri olduğunu gösterir. Süngerler ipek bir örtü içinde hücrelerine ayrılabilir. Bu hücreler ameboid hale gelebilirler, birbiriyle temas ederek kütle oluşturabilirler. Her tipteki yeterli hücre bir araya geldiğinde yeni bir birey oluşur (Şek. 5.11).

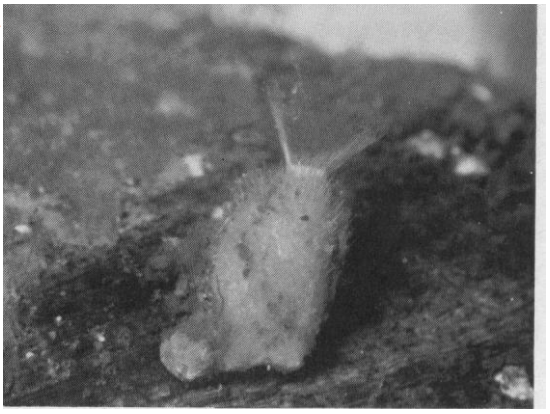
Süngerler iskelet elemanlarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmışlardır:

Klasis: *Calcarea*

Vücutları genellikle askon veya sikon tipte, iskelet kalker spiküllü, derinde yaşarlar. *Sycon* (Şek. 5.12), *Leucosolenia* (Şek. 5.13).



Şekil 5. 12. Kalkerli süngerlerden, *Sycon* - üç birey bir arada (John Wiley'den)



Şekil 5. 13. Askonoid süngerlerden *Leucosolenia* kolonisinin bir bölümü

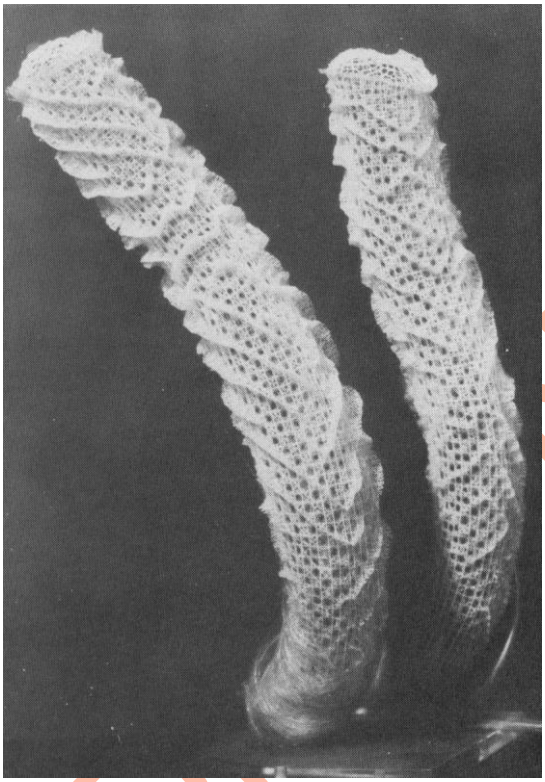
Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Klasis: *Hexactinellida*

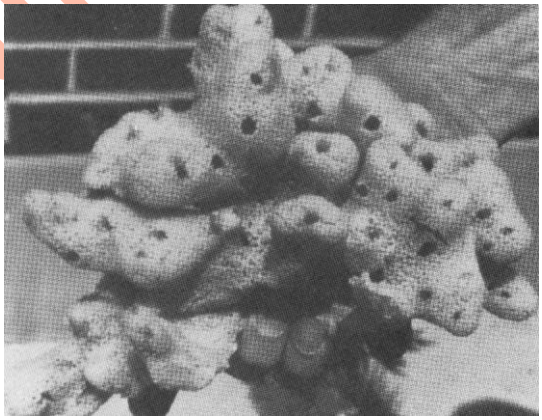
İskelet silisli spiküllü ve altı ışınlı, vücut sikon veya lökon tipte, derin denizlerde yaşarlar. *Euplectinella* (Şek. 5.14).

Klasis: *Demospongiae*

İskeletleri silisli spiküllü ve/veya spongin lifli, vücud lökon tipte. Birkaç türü tatlı suda yaşar. *Spongia* (Banyo süngeri) (Şek. 5.15), *Verongia*.



Şekil 5. 14. Venüs sepeti (*Euplectella aspergillum*) iskeleti (Amerika Doğa Tarihi Müzesi)



Şekil 5. 15. Ticari banyo süngeri *Euspongia officinalis* iskeleti. Büyük açıklıklar oskulum'dur (Betty Barnes'den)

Klasis: *Sclerospongia*

Demospongia özellikleri gösterirler fakat dıştan kalker bir iskelet örtüleri vardır. 6 türü bilinmektedir.

Ö Z E T

1. **Bazı protozoon karakterlerini içeren primitif metazoon'lardır.**

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

2. **Organları, belirgin dokuları, ağız ve sindirim boşlukları yoktur.**
3. **Vücutları koanosit adı verilen hücrelerle astarlanmış ve su kanalları sistemleri vardır.**
4. **Sinirleri, kasları veya duyu organları bulunmayan omurgasızlardır.**
5. **Protoandri'li hermafrodit'tirler.**
6. **Taksonomileri esas olarak, kalsiyum karbonat, silisyum ve/veya spongin liflerden oluşan iskelet elemanlarına göre oluşturulmuş hayvan filumu'durlar.**

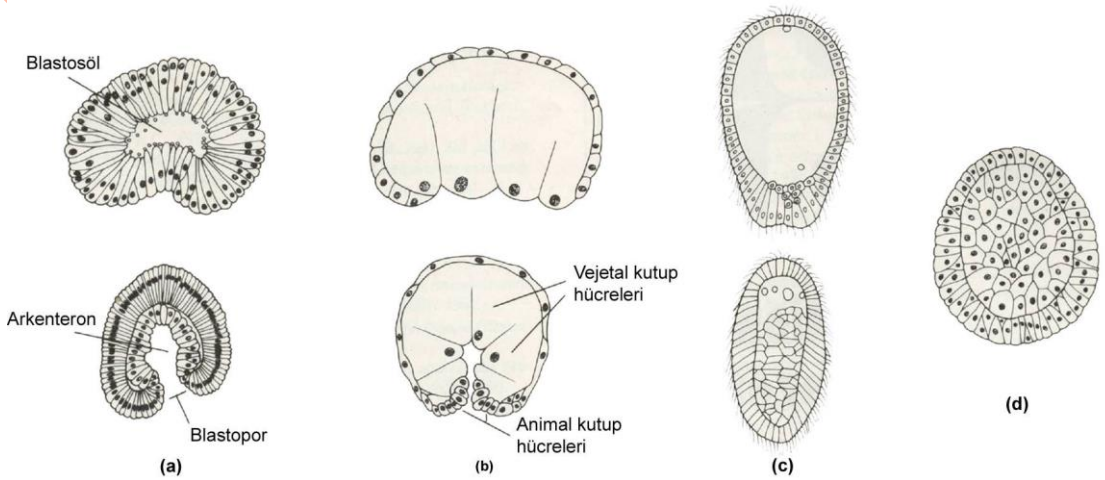
6. SUBREGNUM : *EUMETAZOA*

Omurgasız hayvanlarda hücreler, çok hücreli organizmaları oluşturmak üzere bir araya gelirler. Çok hücreli hayvanların tümü "*Metazoon*" lar olarak bilinirler ve protozoon'lara oranla sayısız avantajlara sahiptirler. Çok hücreli olmaları metazoon'ların boyca büyümelerine ve vücutlarının belli bölgelerinin özelleşmesine olanak sağlar. Metazoon'lar hücreler halinde organize olabildikleri gibi, dokular halinde veya organlar halinde de organize olabilirler. Omurgasızlar dünyasının en kalabalık grubudurlar.

Metazoa embriyolojisi

Metazoon'ların çoğu, yaşam döngülerine tek bir hücre halinde ve tipik bir şekilde döllenmiş yumurtayla başlarlar. Bu tek hücre daha sonra karmaşık bir embriyolojik gelişme gösterir veya çok hücreli bir organizmaya farklılaşır ve büyür.

Bölünmenin erken safhasında hücreler içi boş bir küre oluşturacak şekilde bir araya gelirler. Bu küre **blastula** adını alır. Sonra bu hücrelerden belirli bazıları **gastrulasyon** sonucu merkeze doğru taşınırlar. Bu taşınma değişik yollarla olur. Bu yollardan biri *invaginasyon*'dur. İnvaginasyonla hücreler vegetal kutuptan blastulanın



Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

merkezi boşluğu ve ya **blastosöl**'e doğru göç ederler (Şek. 6.1a).

Şekil 6. 1. Gastrulasyon tipleri: a) Invaginasyon tarzında gastrulasyon, *Terebratulina* (Brachiopoda) gastrulasyonunda iki safha; b) Epiboli tarzında gastrulasyon, *Crepidula* (Mollusca) gastrulasyonunda iki safha; c) Unipolar ingression tarzında gastrulasyon. *Aequorea* (Coelenterata- Hydrozoa) gastrulasyonda iki safha; d) Delaminasyon tarzında gastrulasyon - *Clava* (Coelenterata, Hydrozoa)'da stereogastrula (A. Richards, 1931)

İnvaginasyon tarzındaki gastrulasyonda iki tabakalı oyuk bir yapı oluşur. **Gastrula**'nın merkezi boşluğu **arkenteron** adını alır ve hayvanın ilerde oluşacak barsağını temsil eder. Gastrulanın dış açıklığı ise **blastopor**'dur. Bazı blastula'larda vegetal kutuptaki hücreler, içerdikleri yumurta sarısı nedeniyle animal kutuptakilerden daha büyüktür (Şek. 6.1b). Bu takdirde gastrulasyon **epiboli** şeklinde olur. Bu tür gastrulasyonda animal kutup hücreleri daha çabuk bölünerek vegetal kutup hücrelerini kuşatır, etraflarına doğru genişlerler ve onları blastosöle doğru iterler (Şek. 6.1b). Epiboli ile oluşan gastrulasyon küçük bir arkenteron ve blastopor içerir. Diğer gastrulasyon şekilleri **ingression** ve **delaminasyon'**dur. İngression şeklindeki gastrulasyonda yüzeydeki hücreler blastosöl'e doğru göç eder ve blastosölü doldurur (Şek. 6.1c). İngression tek kutuplu veya çok kutuplu olabilir. (Blastula yüzeyinde birden çok noktada meydana gelir). Delaminasyonla meydana gelen gastrulasyonda yüzeysel hücre bölünmeleri ile blastulanın iç kısmı dıştakinden ayrılır (Şek. 6.1d). İngression ve delaminasyonla oluşan gastrulalarda hem blastopor hem de arkenteron yoktur. O nedenle tıkız bir yapıda olup **sterogastrula** adını alır. Gastrulasyondan sonra embriyonik hücreler iki grup halinde ayırdedilebilirler. Birinci grup, gastrulanın dış yüzeyini çevreler. Bu hücreler ilerde oluşacak **ektoderm'**i temsil ederler. Bu üretken tabaka dış vücut örtüsünü oluşturduğu gibi sinir ve duygu sistemini de oluşturur. Gastruladaki ikinci hücre grubu başka bir üretken tabakayı verir. Bu tabaka **endoderm**'dir. Endoderm, sindirim sistemini oluşturur. Çoğu metazoon'da üçüncü bir germ tabakası vardır. Bu tabaka **mezoderm**'dir. Mezoderm; kasları, üreme ile ilgili yapıları, çoğu solunum, dolaşım ve osmoregülasyon sisteminin büyük bir kısmını oluşturur. Mezodermin orijini komplekstir ve çeşitli omurgasız gruplarda farklı şekillerde oluşur.

Metazoon'ların organizasyonu ve sınıflandırılması

Metazoon filumları; vücut simetrileri, hücrelerin, dokuların ve organların bir araya geliş şekilleri, vücut boşluklarının bulunup bulunmaması, vücut boşluklarının

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

tipi ve belirli embriyolojik olayların gelişim şekline göre çok sayıda farklı gruplara ayrılırlar.

Simetri

Metazoonlarda **radial** ve **bilateral** simetri vardır ve bu simetri şekilleri iki büyük organizasyon modelini oluşturur. Radial simetri, çoğunlukla sesil yaşamla ilişkili olarak hareketleri pasif olan omurgasızlardaki simetri şeklidir. Bilateral simetri ise daha aktif omurgasızlarda görülen simetri şeklidir. İki metazoon filumu (*Coelenterata* ve *Ctenophora*) esas olarak radial simetri gösterir ve böylece "Radiata" süperfilumunu oluştururlar. Süngerler dışındaki tüm diğer metazoon'lar ise esas olarak bilateral simetri gösterirler ve "Bilateria" süperfilumu altında toplanırlar. Süngerler ilginç metazoon'lardır ve her iki simetri tipini de gösterebilmekle beraber daha çok radial simetrilidirler. Her iki simetri tipi de bu grupta iyi tanımlanmadığından süngerler metazoon'lardan ayrı bir bölüm (*Parazoa*) oluştururlar. Diğer tüm metazoon'lar ise "*Eumetazoa*" olarak gruplandırılırlar.

Hücrelerin organizasyon düzeyleri

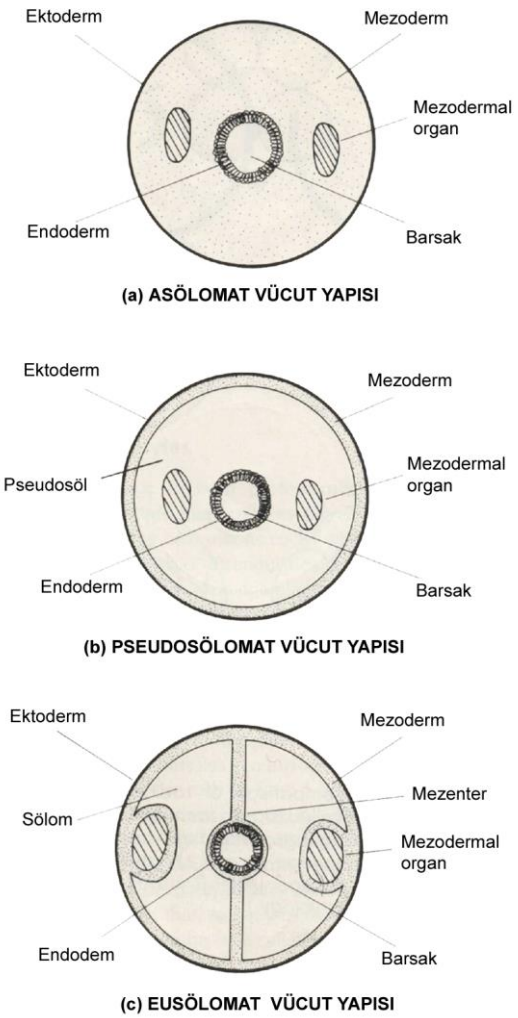
Metazoon'larda her hücre, hayvanın gereksinimine göre belli bir düzeyde organizasyona girer ve böylece çeşitli organizasyon düzeyleri görülebilir. Süngerlerde her hücre fizyolojik olarak bir dereceye kadar bağımsızdır. Bu nedenle süngerlerin organizasyonları hücre düzeyinde kalmıştır. **Hücre düzeyinde organizasyon** gösterirler. *Coelenterata* ve *Ctenophora*'da benzer hücre grupları yapısal ve fonksiyonel olarak doku düzeyinde organize olurlar. **Doku düzeyinde organizasyon** gösterirler. Geri kalan metazoon'lar ise organlardan ve çeşitli dokulardan oluşmuş organ sistemlerine sahiptirler. **Organ-sistem düzeyinde organizasyon** gösterirler.

Vücut boşlukları

Eğer metazoon'ların tüm hücreleri topluca kümelenirse hayvan boyca büyüme imkanı bulamayacak ve bu hücre kümesi aynı konumdaki bir başka hücre ile benzer metabolik problemlerle karşılaşacaktır. Taşıma problemleri nedeniyle tüm metazoon'larda özellikle yassı olanlarda hücreler boşluklar etrafında organize olurlar. Bu tür boşluklar yüksek omurgasızların solunum ve boşaltım kanallarıdırlar. Genel metazoon organizasyonu bakımından değerlendirildiğinde vücut boşluğu; çok

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

hücreli hayvanların, iç taşımadaki gereksinimlerini karşılayan büyük bir adaptasyonu temsil eder. Vücut boşluğu, sindirim kanalını çevreler ve böylece tüp-tüp içinde bir yapı oluşturur (Şek. 6.2b,c). Bu yapı genelde yüksek omurgasızlarda görülür.



Şekil 6. 2. Segonder vücut boşluğuna sahip Metazoonlarda vücut yapıları: a) Segonder vücut boşluğu içermeyen asölomat vücut yapısı; b) Pseudosöl içeren pseudosölomat vücut yapısı; c) Gerçek sölom içeren eusölomat vücut yapısı (Barth ve Broshears 1982'den)

Süngerlerde ve radial simetrili filum'ların vücutlarında sindirim boşluğu dışında boşluk bulunmaz. O nedenle sadece bilateral simetrili hayvanlar vücut boşluklarına göre sınıflandırılabilirler. *Platyhelminthes* ve *Nemertini* filum'ları özelleşmiş vücut boşluğu içermezler (Şek. 6.2a). Dolayısıyla bilateral simetrili bu kurtlar **asölomata** olarak adlandırılırlar. *Nemetoda*, *Rotifera* filum'ları ve çeşitli küçük filumlar endodermal ve mezodermal dokular arasında bir boşluk içerirler (Şek. 6.2b). Bu tür omurgasızlar **pseudosölomata** olarak adlandırılırlar. Vücut boşlukları olan pseudosöl, sürekli bir blastosöl'ü (I. karın boşluğu) temsil eder. Pseudosölomat barsağı anteriör ve posteriör'deki tutunma yerleri dışında mezodermal elemanlar içermez ve barsak sıvı dolu **pseudosöl** içinde serbestçe uzanır. *Annelida, Mollusca, Arthropoda Lophophora, Echinodermata* ve *Chordata* filum'ları gerçek bir **sölom**'a sahiptirler (Şek. 6.2c). Sölom tamamen mezodermal dokular içinde yer alan bir vücut boşluğudur. Sölom bir taraftan barsağın etrafında, bir taraftan da vücut duvarının etrafında **periton** adı verilen sürekli bir mezodermal doku ile çevrilidir. Periton barsağın altında ve üstünde çift katlı bir zarla birleşir. **Mezenter** adı verilen bu zar barsağı vücut duvarına tutturur. Gerçek sölom içeren metazoon'lar **eusölomat** olarak adlandırılırlar ve omurgasızlar dünyasının en kalabalık grubudurlar.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Eusölomat ve az da olsa pseudo-sölomat'lar, vücut boşluğu bulunmayan omurgasızlara göre belirgin avantaja sahiptirler. Vücut boşluğu sadece iç taşıma problemlerini çözmekle kalmayıp aynı zamanda iç organların farklılaşma ve büyümeleri için gerekli boşlukları da sağlar. Sıvı ile dolu sölom veya pseudosöl aynı zamanda hidrostatik iskelet olarak görev yapabilir.

Bu boşluklar yüksek metazoon'larda daralmakla beraber vücut boylarına ve dayanıklılıklarına zarar vermez. Ancak hareketin çok daha etkili yapılmasını sağlar.

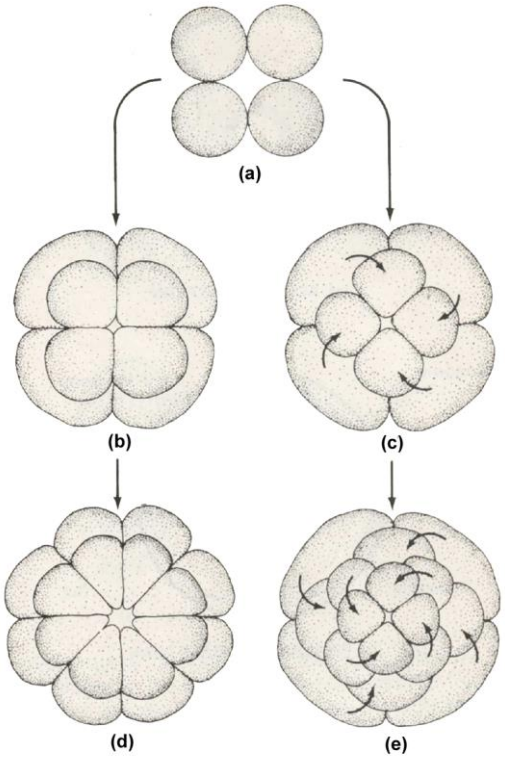
Eusölomat embriyolojisi

Eusölömat'lar embriyolojilerinin erken safhalarında iki büyük dal halinde birbirinden ayrılırlar. Bu dallar *Protostomia* ve *Deuterostomia'*dır. Protostomia; annelidleri, molluskları, arthropod'ları ve yakın akrabaları olan küçük grupları içerir. Bu filumlar tüm metazoon'ların büyük bir kısmını temsil ederler ve böylece protostomia topluluğu, hayvanlar aleminde büyük bir evrimsel dal olarak belirir. Bazı otoriteler asölomat ve pseudosölomatları da protostomia kapsamına alırlar. Oysa protostomia ve deuterostomia arasında en belirgin fark eusölomat gruplarda görülür. Deuterostomia, ekinoderm'leri, kordat'ları ve bunlara yakın küçük filumları içerir. Protostomlar ve deuterostomlar; segmentasyon tipi, ağız oluşumu, mezoderm ve sölomun orijini bakımından ayrılırlar. Lofoforlu'lar, bir bakıma ara karakterler içerdiklerinden net bir şekilde protostomia veya deuterostomia ile uygunluk göstermezler.

Segmentasyon tipleri

Segmentasyon hem protostomia hem de deuterostomia'da dört blastomerli safhaya kadar aynıdır (Şek. 6.3a). Bundan sonraki mitotik bölünme ile meydana gelen 8 blastomerli embriyoda iki grup birbirinden ayırt edilebilir. Deuterostomia'da segmentasyon düzlemi embriyonun kutup eksenine dikeydir ve ikinci 4'lü hücre seti ilk 4'lünün hemen üzerinde yer alır (Şek. 6.3b).

Prof. Dr. M. Ninat AKTAÇ



Şekil 6. 3. Radial ve spiral bölünme (karşılaştırmalı olarak): a) 4 hücreli safha (hem radial hem spiral bölünme de benzer); b-d) 8 ve 16 hücreli safha - radial bölünme; c-e) 8 ve 16 hücreli safha - spiral bölünme (Richards'tan).

Bu tür segmentasyon **radial segmentasyon** olarak adlandırılır. Protostomia'da segmentasyon düzlemi embriyonun kutup eksenine yataydır ve ikinci 4'lü hücre seti, birinci setin üzerinde burulmuş halde durur (Şek. 6.3c). Bu tür segmentasyon **spiral segmentasyon** olarak adlandırılır. Radial ve spiral segmentasyon çeşitli mitotik bölünmelerle devam eder (Şek. 6.3d,e).

Diğer bir segmentasyon faktörü de protostomia ile deutorostomia'yı ayırır. Protostomia'da segmentasyon aynı zamanda determinate (**belirleyici**) tiptir. Yani 4 blastomerli safhadan itibaren her bir embriyonik hücrenin sonu bellidir. Eğer bu 4 hücreden biri izole edilirse kalan hücrelerden her biri ancak hayvanın ¼'ünü oluşturabilir. Buna karşın deuterestomia'da segmentasyon, İndeterminate (**belirleyici olmayan**) tiptir. Bu tipte embriyonun erken safhasında bir hücre izole edilirse yine de embriyonun tüm organizmayı oluşturma potansiyeli vardır.

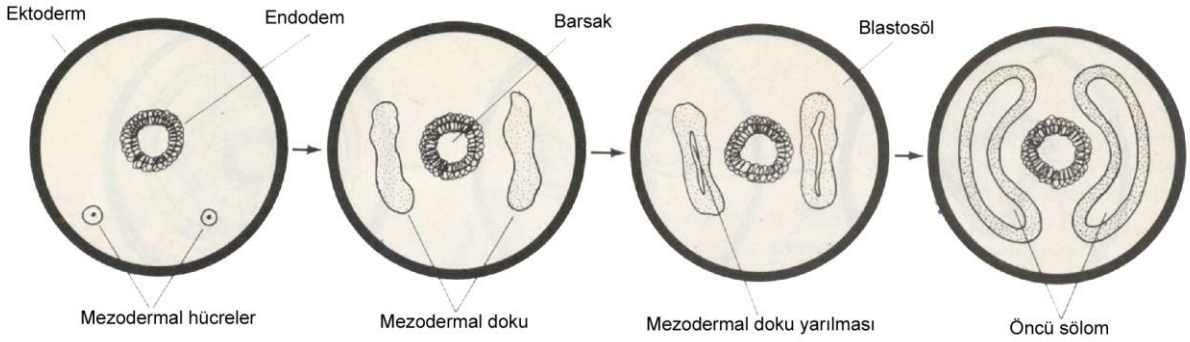
Ağız oluşumu

Ağızın meydana geldiği yere göre de eusölomat'lar protostomia ve deuterostomia olmak üzere iki gruba ayrılır. Protostom'larda ağız blastopordan veya blastopora çok yakın bir yerden oluşur. Protostomia, terimi de barsağın ilk açıklığının ağız olduğunu ifade eder. Deuterostom'larda ise ağız daima blastopordan oldukça uzak bir yerden oluşur. Aslında deuterostom blastoporu, çoğu kez anüs'tür. Bu hayvanlarda ağız barsakta oluşan ikinci açıklıktır.

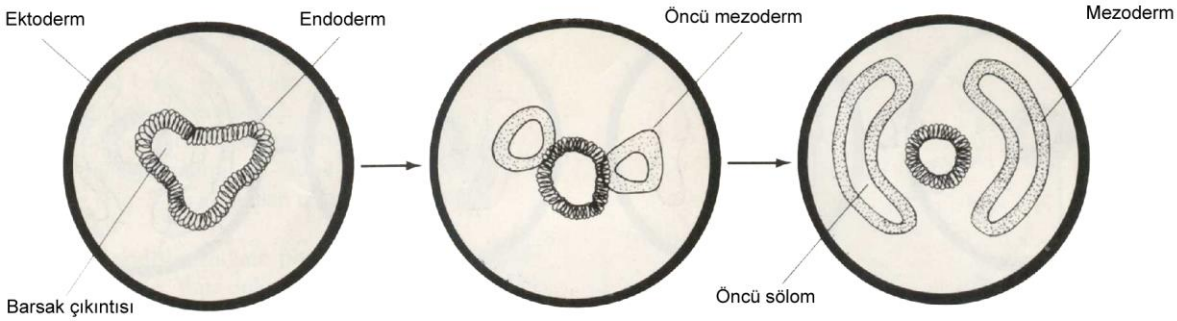
Mezoderm ve sölom oluşumu

Prof. Dr. M. Ninat AKTAÇ

Protostomia ile deuterostomia arasında bir diğer belirgin fark da mezoderm ve sölomun orijininde görülür. Belirleyici segmentasyona uygun olarak tüm protostom'larda mezoderm, mezodermal olarak belirlenmiş ve blastosöle atılan tek bir hücreden oluşur. Bu hücre iki hücre oluşturmak üzere bölünür.



Şekil 6. 4. Şizosöli tarzında sölom oluşumu. Her mezodermal bölgedeki yarık, sölomu oluşturmak üzere genişler (Barth ve Broshears 1982'den)



Şekil 6. 5. Enterosöli tarzında sölom oluşumu. Barsaktan gelişen yan keseler ayrılır ve daha sonra sölomu oluşturmak üzere genişler (Barth ve Broshears 1982'den)

Bunlardan her biri embriyonun yan tarafları boyunca mezodermal doku kitlesine farklılaşır. Sonra her mezodermal kitlenin içinde bir yarık meydana gelir (Şek. 6.4). Yarık, boşluk oluşturacak şekilde genişler ve prostomia sölomunu yapar. Bu tür sölom oluşumu **şizosöli**, prostom'lar da **şizosölomat'**lar olarak adlandırılabilir. Deuterostomlarda ise mezederm farklı bir tarzda oluşur. Mezoderm oluşacağı zaman arkenteron (primitif barsak)'un yanlarında bir çift çıkıntı gelişir (Şek. 6.5). Primitif barsağın bu çıkıntıları genişler ve lateral keseler halinde primitif barsaktan ayrılırlar. Keselerin duvarları organizmanın mezodermini temsil ederken kese boşluğu deuterostom sölomunu yapar. Deuterostom'lardaki bu tür sölom oluşumu **enterosöli**, deuterosotom'lar da **enterosölomat** olarak adlandırılırlar.

Prof. Dr. N.

Tipik olarak hem protostom hem de deuterostom'larda sölom, blastosöl'ü hem doldurmak hem de tamamen kuşatmak üzere genişler. Eusölomat mezodermi hem vücut duvarındaki ektoderme hem de barsak endodermine dayanır ve böylece tüp-tüp içindeki yapı tamamlanmış olur.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

7. RADİAL SİMETRİLİ HAYVANLAR

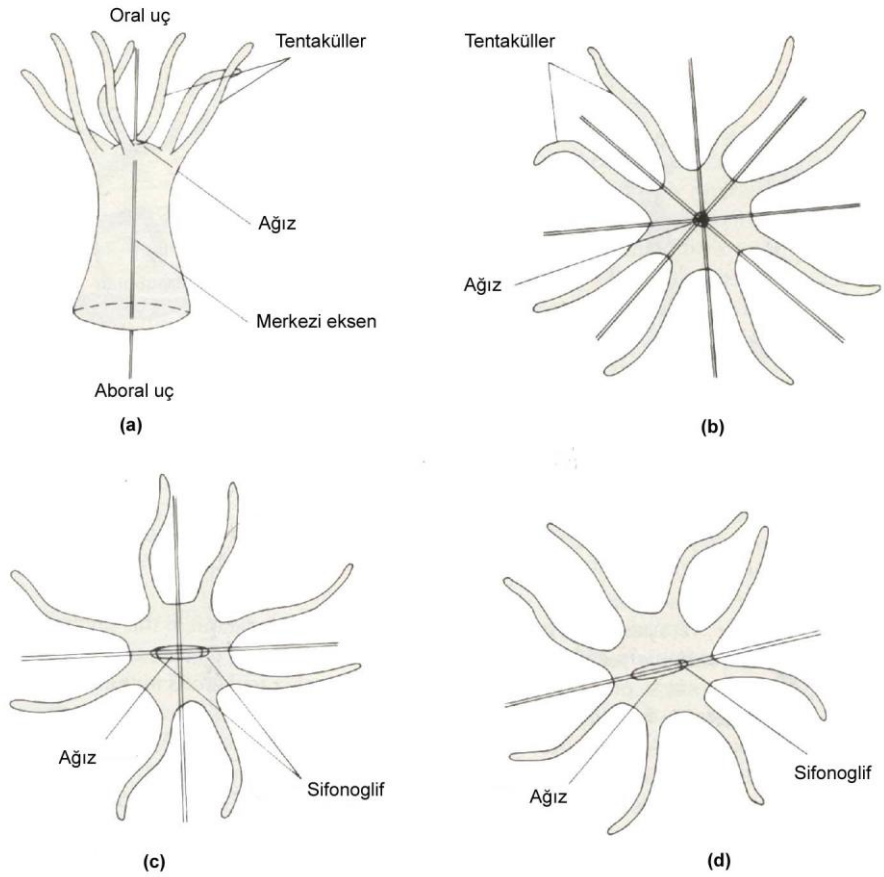
Hayvanlar aleminde en güzel hayvanların bir kısmı radial simetrili *Coelenterata* ve *Ctenophora* filum'una aittir ve bu filum'lar 9000'e yakın aktüel tür içerirler. Bu iki filum tatlı su hidraları, deniz anaları, deniz şakayıkları, mercanlar ve deniz taraklıları'nı içerir. Bitkisel görünümdeki çoğu sölenterat 1700 yılından sonra hayvan olarak tanımlanmıştır. Ancak son yüzyılda bu organizmalar ekinoderm'ler, süngerler ve bryozoon'lardan ayırt edilebilmişlerdir.

Radial simetrili bu filumu, bazı süngerlerden daha kompleks yapan iki önemli özellik vardır:

1. Gastrovasküler boşluklarının bulunması,

2. Hücrelerin fonksiyonel dokular halinde düzeni.

Gastrovasküler boşluk (sölenteron) besinlerin alınması ve dağıtılmasında rol oynayan bir iç boşluktur. Oldukça değişik boyda besinlerin alınması ve tamamen yeni bir beslenme modelinin oluşturulması bu boşluk sayesinde mümkün olmuştur.



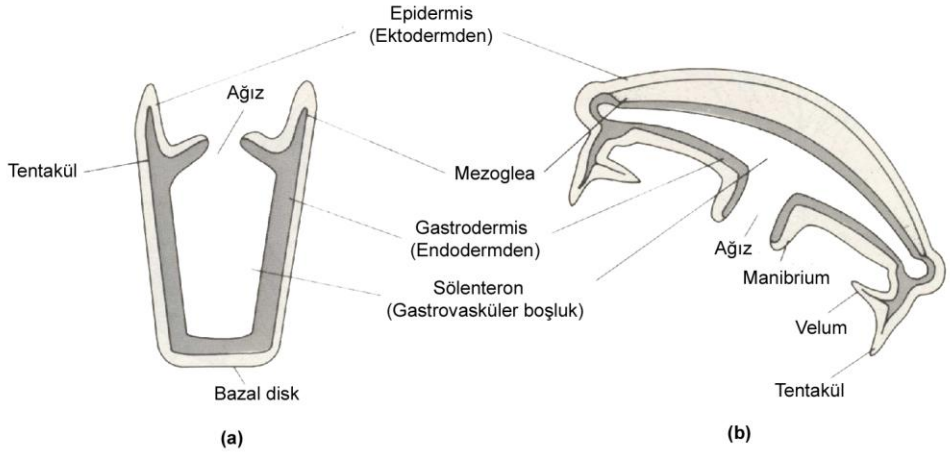
Şekil 7. 1. Sölenteratlarda görülen simetri tipleri: a) Radial simetrili sölenterat polibinde oral-aboral eksenin yandan görünüşü; b) Radial simetrili hayvanlarda merkezi eksenden geçen her oral-aboral düzlem, vücudu eşit iki parçaya böler; c) Biradial simetrili hayvanlarda sadece iki oral-aboral düzlem vücudu iki eşit parçaya böler; d) Radiobilateral simetrili hayvanlarda sadece bir oral-aboral düzlem vücudu iki eşit parçaya böler.

Sölenteron, bu grup hayvanlarda tek vücut boşluğudur. Bu boşluğun tek açıklığı da ağızı oluşturur. Boşluğu astarlayan hücreler içte fonksiyonel bir doku oluştururlar. Sölenterat'lar dıştan da başka bir doku tabakasıyla örtülüdürler. Bu tabakada aynı zamanda organize olmuş kontraktil ve sinirsel yapıda elemanlar da bulunur. Böylece radial simetrili bu filumlar doku düzeyinde organizasyon gösterirler. Sölenterat'lar ve ktenofor'lar esas olarak radial veya biradial simetri gösterirler. Bu tür simetri bir kürede görülen genel tipteki radial simetriden farklıdır. Çünkü tek bir eksen hayvanın belirgin ön ve arka uçlarını birleştirir. Vücut kısımları bu eksenin etrafında halka şeklinde yer alır. Sölenterat ve ktenofor'larda gastrovasküler boşluk merkezi ekseni çevreler ve ağız bu düzende ön uçta yer alır (Şek. 7.1).

Sölenterat'lar ve ktenofor'lar esas olarak suculdurlar. Birkaç tatlı su formu dışında denizde yaşarlar.

FILUM : *COELENTERATA (CNIDARIA)*

Sölenterat'ların iç ve dış yüzeyleri birer doku tabakasıyla örtülüdür. Bu iki yüzey tabakası arasında bir üçüncü tabaka yer alır. **Mesoglea** olarak adlandırılan bu tabaka hücresiz zar halinde ince bir yapı olabildiği gibi hücreli kalın lifli bir ağ şeklinde de olabilir (Şek. 7.2a,b). Ağzın etrafını tentaküller çevreler ve tentaküller bu üç vücut tabakasını da içerir. Tentaküller yakıcı kapsüllü hücre organelleri (**nematosist**) ile donatılmışlardır. Nematosist'ler sölenterat'lara özgüdürler ve bazı



gruplarda taksonomik değere sahiptirler.

Şekil 7. 2. Sölenteratlarda görülen iki temel vücut planı: a) Polip (Sesil); b) Medüz (hareketli)

Sölenterat'ların bazıları oldukça büyük olmakla beraber yapısal basitliklerini her zaman korurlar. Sinir ve kas sistemleri çok basit yapıdadır. Üreme sistemleri çeşitli ve karmaşıktır. Temel yaşam döngülerinde döl almaşı görülür. Bu döngüde eşeysel üreyen ve hareketli olan **medüz** dölü ile, eşeysiz üreyen ve hareketsiz olan bir **polip** dölü vardır. Polip ve medüz dölleri türün yaşam tarzına bağlı olarak son derece değişikliğe uğrayabilirler. Döllerden biri yaşam sürecinde baskın olabilir, veya döllerden biri tamamen yok olabilir. Polip safhası çoğunlukla koloni halindedir ve eşeysiz olarak gelişip farklılaşmış bireyler içerir. Koloni halinde yaşayan bazı sölenterat'larda hem polip hem medüz dölü aynı kolonide görülebilir.

Prof. Dr. AKTAÇ

Tipik bir polip ile medüz arasındaki yakın benzerlik ilk bakışta vücut şekillerinden anlaşılmayabilir. Polip basit bir şişeyi andırırken normal bir medüz çan veya şemsiye şeklindedir (Şek. 7.2b). Ancak sölenterat'ların 3 tabakalı vücut duvarı ve morfolojileri dikkate alındığında polip ve medüzlerde temel yapının benzer olduğu ve birinin diğerinden orijinlendiği görülür. En büyük yapısal fark, medüzlerde daha çok bir kitleyi andıran jelatinimsi mesoglea'nın bulunmasıdır. Bu kitle nedeniyle medüz oral ve aboral eksen boyunca basıklaşmıştır. Medüzlerde ağız, subumbrella yüzeyinden aşağı doğru sarkan ağız tüpünün (**manubrium**) uç kısmında yer alır. Çanın veya şemsiyenin kenarlarından da tentaküller sarkar. Dolayısıyla ağız ve tentaküller arasındaki ilişki poliplerde olduğu kadar ileri düzeyde değildir. Polipler bulundukları ortama, pedal diskleri ile (ağızları yukarı gelecek şekilde) tutunurken, medüzler ağızları aşağı gelecek şekilde yüzerler.

Polip ve medüzler arasındaki döl almaşı **geçici polimorfizm**'e örnektir. Her form ya da morf, yaşam döngüsünde bir dölü temsil eder. Çoğu koloni halinde yaşayan sölenterat'larda aynı zamanda farklı morflar yer alır ve bunlar belirli görevleri yapmak üzere özelleşmişlerdir.

Sölenterat'larda 3 büyük klasis tanımlanmıştır: *Hydrozoa, Scyphozoa, Anthozoa.*

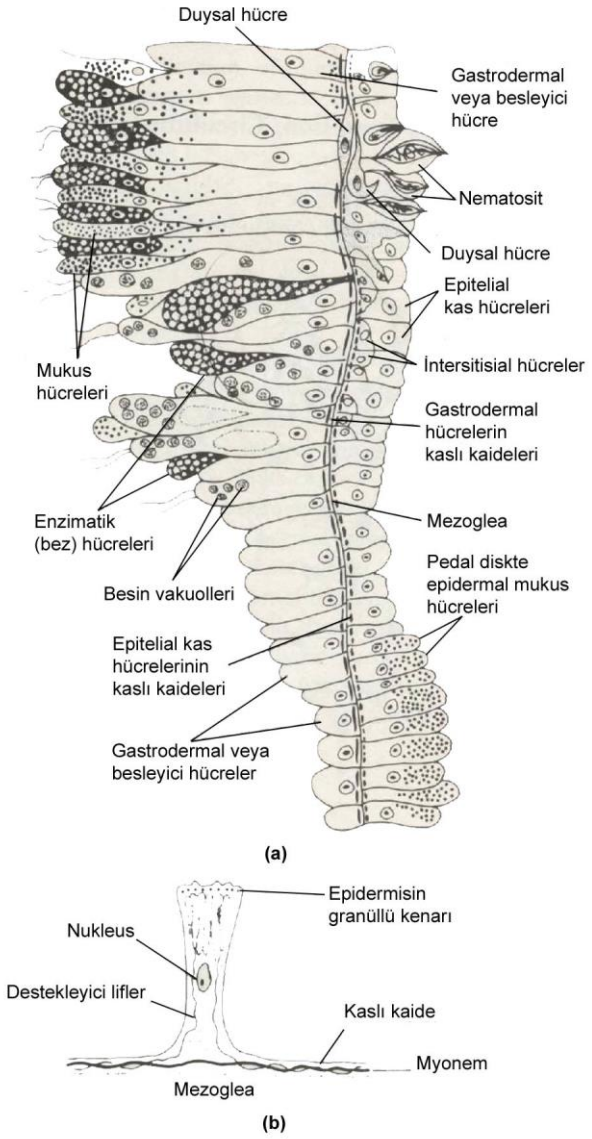
Hydrozoonlar basit formları içerir, sölenteron'ları pek değişikliğe uğramamıştır. Yaşam döngülerinde hem polip, hem medüz dölleri vardır. Bu klasis tatlısu hidraları ile koloni halinde yaşayan denizel türleri içerir. Skifozoon'lar çoğunlukla büyük deniz analarını içerir. Medüz dölü dominanttır. Anthozoonlar'da ise en kompleks gastrovasküler boşluk vardır. Medüz dölü tamamen kaybolmuştur. Deniz mercanları ve deniz şakayıkları bu gruptandır.

Genel morfolojileri

Sölenterat'larda dıştaki epidermis tabakası, destekleme, duysal, koruma ve hareket fonksiyonlarını yapmak üzere ektodermden orijinlenmiş hücreler içerir. İçteki tabaka ise sindirim ve dağıtma görevini yüklenmiş hücreler içerir. **Gastrodermis** olarak adlandırılan bu iç tabaka endoderm orijinlidir. Epidermis ve gastrodermis arasında mesoglea yer alır. Mesoglea basit sölenterat'larda hücresiz ve jelatinimsidir fakat daha kompleks olanlarda hücreli ve lifli yapıdadır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Epidermis silli veya kamçılı yapıdadır. 5 temel hücre tipi içerir. Bu hücreler, çoğunlukla kasılgan lifler içeren epitel hücreleri, bez hücreleri, duysal hücreler, nematosit'ler ve intersititial hücrelerdir (Şek. 7.3). Epitel hücreler, kasılgan fibriller içerdikleri için epitel-kas hücreleri olarak adlandırılırlar. Bu hücreler epidermisin büyük bir kısmını oluştururlar. Vücudu destekleme, vücut duvarını belirleme ve hayvanın genel korunmasında görev yaparlar. Genellikle silindirik veya kübik şekillidirler.



Şekil 7. 3. *Hydra*: a) Vücut duvarından kesit; b) Epitel kas hücresi.

Epitel hücreleri mesoglea tabakası ile bağlantılıdırlar. Bu hücrelerdeki kontraktil lifler, mesogleaya doğru uzunlamasına yer alırlar. Bu lifler basit yapılı hidrozoon'lardaki temel kasları temsil ederler. Daha kompleks sölenterat'larda ise epidermal kaslar bağımsız doku tarafından oluşturulurlar.

Bez hücreleri epidermiste bol miktarda bulunurlar. Özellikle ağız bölgesinde ve pedal diskte yaygındırlar. Bu hücrelerden salgılanan mukus, hayvanı katı yüzeylere tutundurmaya ya da avı yakalamaya yarar.

Duysal hücreler omurgasızlar dünyasındaki en basit sinirsel elemanları temsil ederler. Bu epidermal hücreler mesoglea'ya yakındırlar ve uzantıları epitel tabakası ile kas lifleri arasında yer alırlar ve gevşek bir **sinir ağı** oluştururlar (Şek. 7.3).

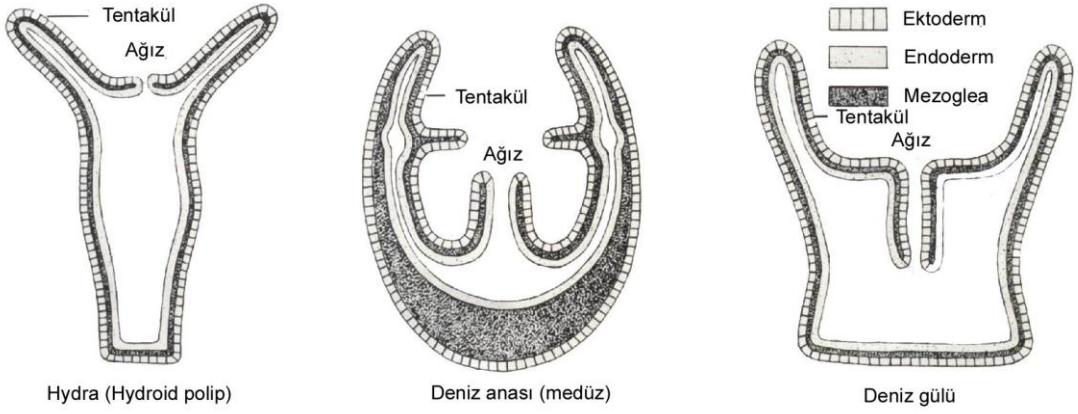
Nematosit'ler sölenterat'lara özgüdürler. İçlerinde nematosist adı verilen yakıcı kapsüller içeren epidermal hücrelerdir. Epidermis boyunca dağılım gösteren nematositler ağız ve tentaküllerde bol miktarda bulunurlar.

İnterstitial hücreler, epidermiste yer alan ve yukarıda tanımlanan diğer hücre tiplerine dönüşebilen farklılaşmamış hücrelerdir. Serbest halde olan bu hücreler

epitel-kas hücrelerinin arasında sıkışmış olarak yer alırlar (Şek. 7.3). Diğer hücrelere dönüşebildiklerinden vücut duvarından gerekli yerlere göçebilirler.

Eşeyli üreyen sölenterat'larda, interstitial hücreler gamet de oluşturabilirler. Bu beş hücre sölenterat'ların dış tabakasını oluşturur. Primitif hydrozoon'larda epidermis, tek hücre tabakası halindedir. Kas dokusunun gelişmesiyle ve sinirsel elemanların artmasıyla ileri düzeyli sölenterat'larda ise epidermis üç sıra halini alır. Birinci sıra dış epitel hücreleri nematosit'leri ve bez hücreleri'ni, ikinci sıra; sinir ağını; Üçüncü sıra kas dokusunu içerir.

Gastrovasküler boşluğu astarlayan hücreler epidermis hücrelerine benzerler. Vücudun iç duvarında yer alan ve sölontöron'u astarlayan bu hücreler çoğunlukla besleyici hücreler tipindedir. Distal uçlarında bir kamçı içerirler. Sölontöron'un iç yüzeyi katlanmalar yaparak emilim potansiyelini arttırır. Böyle bir yüzey ya katlanmış haldedir veya odacıklara ayrılmıştır. Odacıklara ayrılmış sölontöron, anthozoon'larda görülür. Anthozoon'larda oral ektoderm aynı zamanda boğaz benzeri bir yapı veya **stomodeum**'u oluşturur (Şek. 7.4).



Şekil 7. 4. Sölenteratlarda 3 temel vücut planı. *Hydra* ve deniz gülünün ağzı yukarıya doğru yönelik fakat deniz anası ağzı aşağı gelecek şekilde yüzer. Ancak karşılaştırma amacı ile deniz anası da ağız yukarı gelecek şekilde çizilmiştir.

Bez hücreleri, ağız bölgesinde mukus ve sindirim enzimleri salgılayan hücreler halindedirler. İç duvarda gastrodermal sinir ağı da vardır. Ayrıca enine kas tabakası da bu bölgede yer alır. İnterstitial hücreler ise seyrektir.

Mesoglea tabakası, aşağı organizasyonlularda iç ve dış tabakayı birbirine bağlamaya yararken, yüksek organizasyonlularda iskelet gibi görev yapar ve kas liflerine de tutunma yeri olarak hizmet eder. Mesoglea medüzlerde tipik çan şekli oluşturacak biçimde genişlemiştir. Jelatinimsi yapıdaki bu tabaka interstitial hücreler

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

için bir geçiş yolu olabileceği gibi sindirim ürünlerinin epidermise geçiş yolu olarak ta görev yapar.

Beslenme ve Sindirim

Sölenterat'lar karnivordular ve besinlerini yakalayarak elde ederler. Planktonik omurgasızları ve hatta küçük balıkları genişleyebilen ağızlarıyla yutabilirler. Sindirim, bez hücrelerinin salgıları sonucu ekstraselüler olarak başlatılır. Bu salgılar çoğunlukla proteaz enzimi içerip, besinleri fagosite edebilecek düzeye getirirler. Sindirim, besin vakuolleri içinde intrasellüler olarak tamamlanır. Sindirilemeyen maddeler ağız yoluyla dışarı atılırlar. Sölenterat'ların çoğunda sölenteron'da bir taraftan enzim salgılamaya diğer taraftan da besin alımına uyum sağlamış ve bu amaçlar için farklılaşmış bölgeler bulunur.

Solunum, Boşaltım, Dolaşım ve Osmoregülasyon

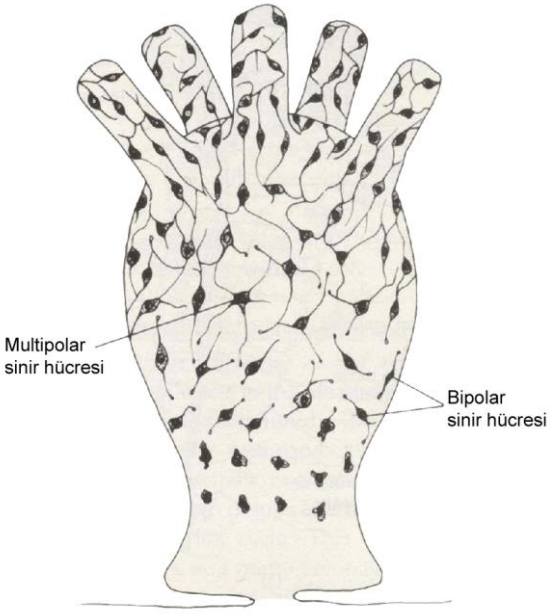
Sölenterat'larda hücreler vücut yüzeyindedirler veya vücut yüzeyine çok yakın bulunurlar. Bu yapısal basitlik, kapsamlı bir iç taşıma sistemine gereksinimi önler. Besinlerin ve solunum gazlarının dağılımı, basit difüzyonla ve gastrodermal kamçıların hareketi ile sağlanır. Azotlu artıklar amonyak olarak dışa difüzyonla atılır. Sölenterat'lar temiz sularda ve yüksek oksijen konsantrasyonu olan yerlerde yaşadıkları için solunumları aerobiktir. Hacimlerine paralel olarak organik materyalleri az olduğundan bu hayvanlarda solunum hızı genelde yavaştır. Anthozoon'lar en çok hücreye sahip sölenterat'lar oldukları için buna paralel olarak solunum hızları da yüksektir.

Denizde yaşayanlarda vücut sıvıları deniz suyuyla genelde uyumludur, o nedenle osmoregülasyon denizde yaşayan türler için bir problem oluşturmaz. Osmoregülasyon mekanizması bulunmayan türler tuzluluk tolerans sınırı içindeki yerlerde yaşayabilirler. Bazıları tuzluluğa karşı çok az toleranslıdırlar ve bu türler ancak okyanus tuzluluğu içeren habitatlarda yaşarlar. Tatlı suda yaşayan formlar, yaşanılan ortamın özelliği nedeniyle vücut suyunun dengelenmesi bakımından bir tehlikeyle karşı karşıyadırlar. Vücutlarındaki osmotik basıncın düşürülmesi oranında bu tehlike azalır. Örneğin *Hydra,* hypoosmotik sıvıyı ağzı yoluyla dışarı atar. Gastrovasküler boşlukları da bir kontraktil vakuol gibi görev yapar.

Hareket sistemleri

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Sölenteratlar hareket sistemleri en primitif olan hayvanlardır. Tentakülleri ve epidermislerinde boyuna kas lifleri iyi gelişmiştir. Halka kaslar gastrodermiste özellikle oral ve pedal diskte iyi gelişmiştir. Ağızı ise sfinkter (büzücü) kaslar çevreler. Anthozoon'larda gastrodermal kaslar, septum duvarında da enine ve boyuna lifler içerir. Serbest halde yüzen medüzlerde de şemsiye şeklindeki yapının subumbrella bölgesinde - kenarda, güçlü halka kaslar vardır.



Şekil 7. 5. Bir *Hydra* tomurcuğunda sinir ağının oluşumu.

Sinir hücreleri diffüz bir sinir ağı şeklinde organize olmuşlardır. Merkezi sinir sistemleri gelişmemiştir. Sinir hücrelerinin çoğu multipolardır ve bir çok uzantıdan oluşurlar, yüksek organizasyonlularda bipolar neuronlar da vardır. Sinir hücreleri uyaranları her yöne aktarırlar (Şek. 7.5). Yüksek organizasyonlularda iletim tek yönlüdür. Sölenterat'larda sinir hücrelerinin bir diğer özelliği sinir liflerinin çıplak oluşudur. Schwann hücreleri yoktur.

Sinir ağı, aktif olan ağız bölgesinde daha yoğundur. Medüzlerin çoğunda subumbrella'daki yüzme kasları ile ilişkili bir sinir halkası da vardır.

Duygu organları

Duygu organları bu filumda iyi gelişmemiştir. Sesil yaşamlarının özelliği olarak körelmiş duysal yapıları vardır. Dokunmaya, temparatüre ve kimyasal maddelere cevap verirler. Aktif yaşamları ile ilgili olarak medüzlerin özelleşmiş duysal yapıları vardır. Sikifozoa medüzlerinde şemsiyenin kenarında **ropalium** adı verilen 8 bileşik duygu organı vardır. Bu organlar; kimyasal, ışık, dokunma ve denge duyu organı olarak görev yaparlar.

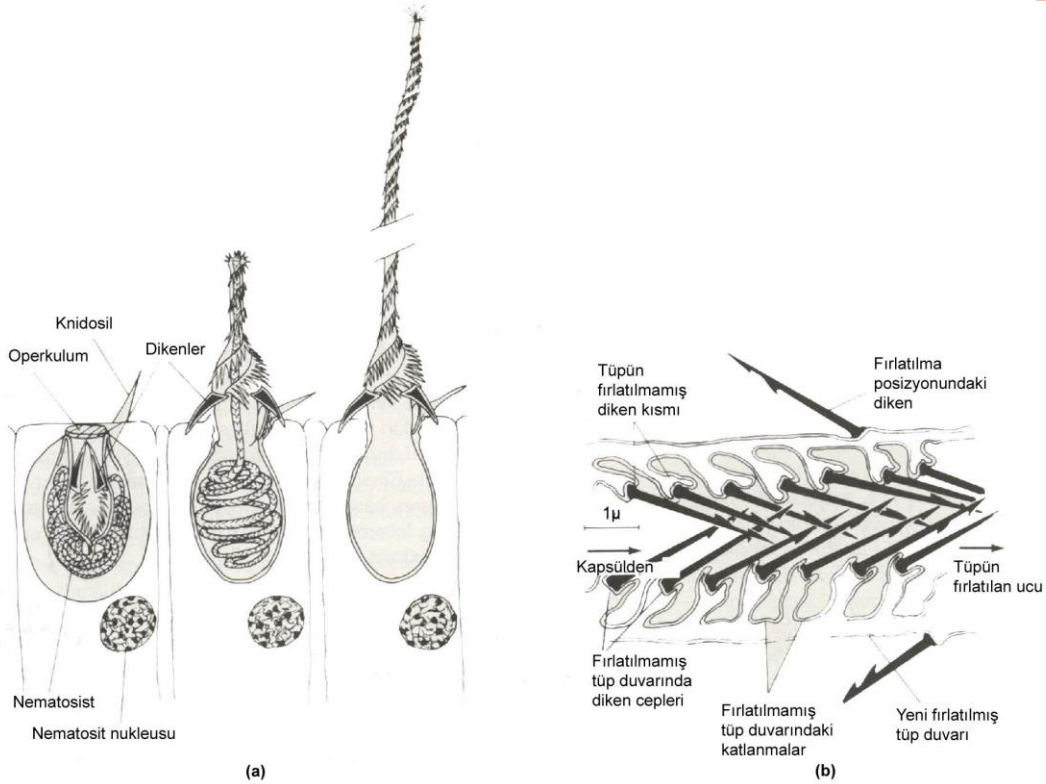
Nematosit (Sölenterat'lara özgü hücre)'ler

Sölenterat'lar, çevreleriyle ilişkili faaliyetler için özelleşmiş dikkate değer hücre organelleri taşırlar. Bu organeller (**nematosist**), oval şekilli **nematosit** hücreleri içinde yer alırlar. Nematosist'ler, spiral şeklinde kıvrık ve çift duvarlı bir odacık içine eldiven parmağı şeklinde çökmüş haldedirler (Şek. 7.6a). Bu odacık bir kapak (**operkulum**) ile örtülüdür. Nematosit'ler iğne şeklinde **knidosil** adı verilen bir tetik

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

mekanizması içerirler ve bu sayede nematosist'ler dışarı fırlatılırlar (Şek. 7.6b). Nematositlerden ayrıca bıçak gibi keskin diken benzeri yapılar da fırlatılır. Bu diken avın kütikulasına batar.

Yaklaşık 20 tip nematosist tanımlanmıştır. Nematosit'lerin temel fonksiyonu besin yakalamaktır. Fakat polip ve medüzü korumada da görev yaparlar.

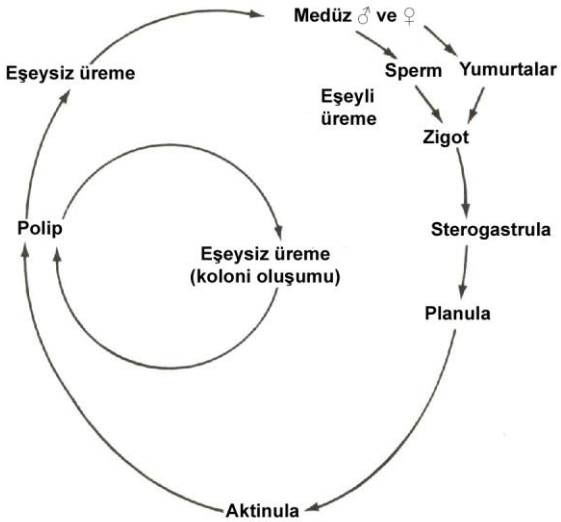


Şekil 7. 6. a) Nematosit ve fırlatılma şekli. Soldan sağa: Fırlatılmamış nematosit, kısmen fırlatılmış nematosit; b) Kısmen fırlatılmış nematositlerin boyuna kesitlerinin elektron mikroskobu görünümü. (iğneler, spiral katlı iç duvar boyunca yerleşmiş, içten dışa dönüşle birlikte fırlatma gerçekleşmiş.)

Üreme ve Gelişme

Sölenterat'lar yaşam döngülerinde tipik bireysel özellikler ile hem eşeyli hem de eşeysiz üreme gösterirler (Şek. 7.7). Gonadları kompleks olmayıp sadece gamet üreten hücre kümeleri halindedir.

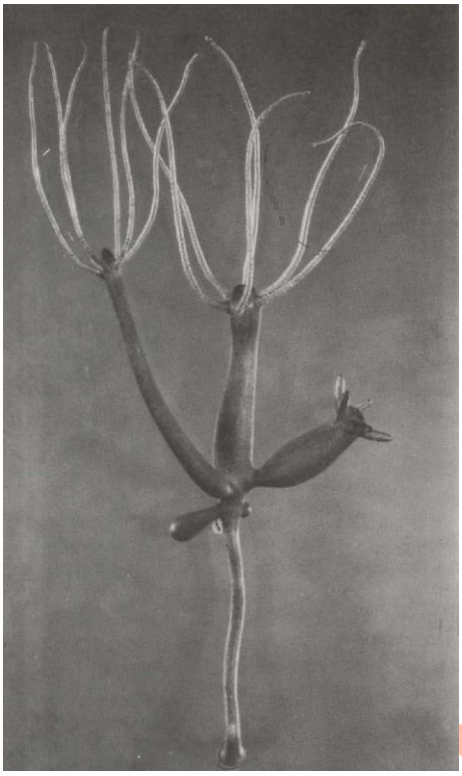
Poliplerde görülen eşeysiz üreme koloni bireylerinin ve dolayısıyla koloninin oluşumunu sağlar. Bu koloniler birtakım büyüme taslakları içerir. Taslaklar ortak bir sap üzerinde farklılaşırlar. Bu sap,



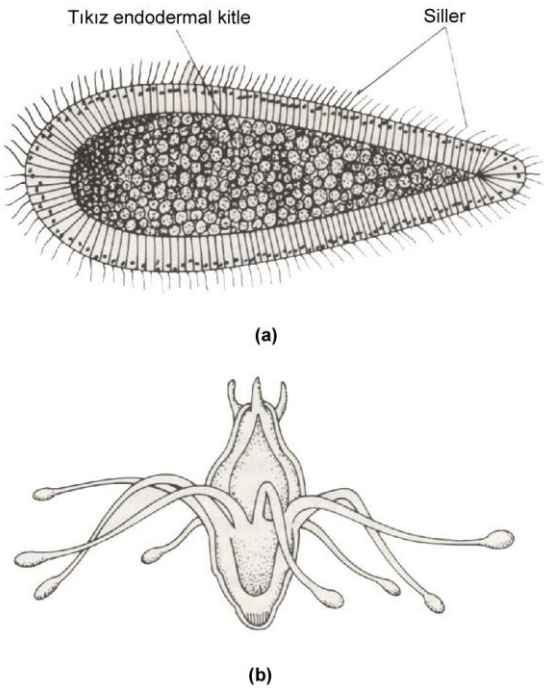
Şekil 7. 7. Sölenteratlarda polip ve medüz safhalarını içeren temel yaşam siklusu.

Prof. Dr. M
AÇ

ergin poliplerle aynı hücresel tabakalar içerir ve koloni boyunca sürekli bir sindirim boşluğuna da sahiptir. Saptaki büyüme hep aynı yönde olabildiği gibi ağaçlardaki



Şekil 7. 8. Tomurcuklanan *Hydra*



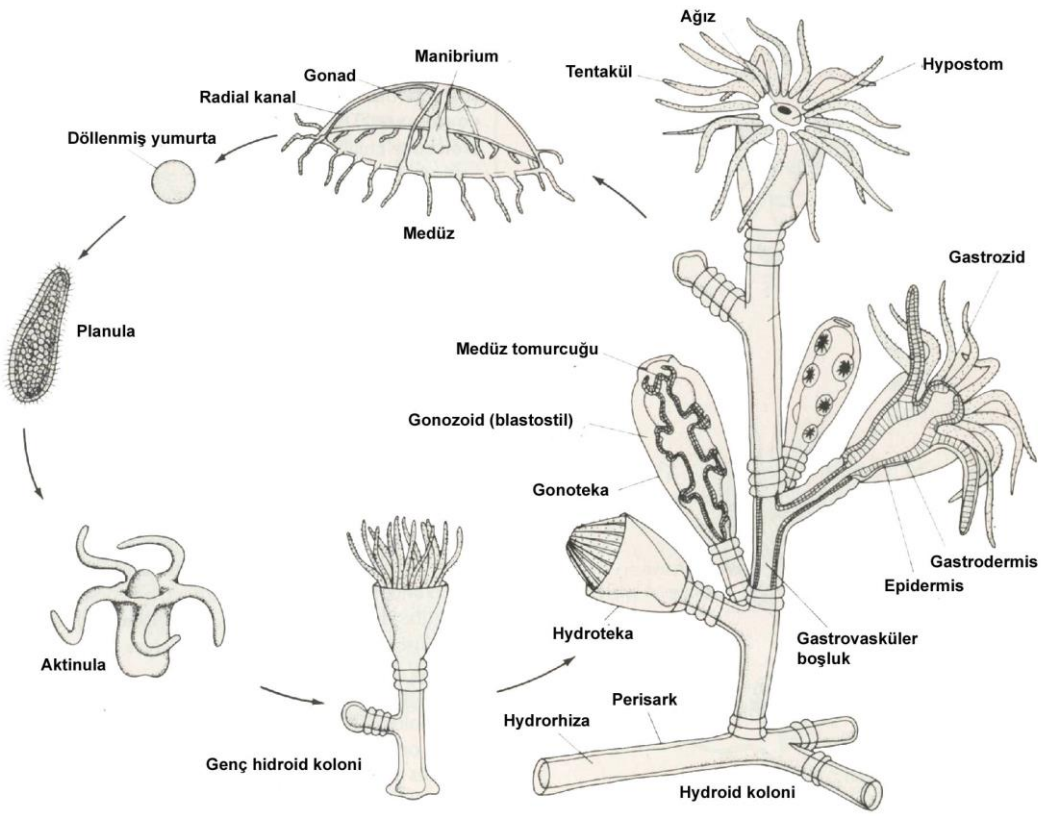
Şekil 7. 9. a) Hydrozoon planula larvası; b) Kolonial hidroid'te aktinula safhası.

dallanmalar şeklinde de olabilir veya koloniler bir kabuğu andırır tabakalar halinde yayılabilirler.

Polipler aynı zamanda bazal epidermisten tomurcuklanabilir. Bu durum soliter yaşayan formlarda yaygındır (Şek. 7.8).

Eşeysiz üreme ile bir medüz meydana gelir. Bu form yüzmek veya planktonda yaşamak üzere polipten ayrılır. Medüzler dioktürler, sadece yumurta veya sadece sperm oluştururlar. Gametler açık denize bırakılırlar, fakat dişi medüzler iç döllenme için yumurtalarını bekletirler. Döllenmeden sonra segmentasyon bölünmeleri ile içi oyuk blastula oluşur. Blastulayı unipolar veya multipolar ingression tarzındaki gastrulasyon izler. Gastrulasyondan sonra silli oval bir **stereogastrula** meydana gelir. Stereogastrula, ufak bir değişiklikle tıkız, serbest halde yaşayan **planula** larvasına dönüşür (Şek. 7.9a). Planula larvası bir müddet planktonda yüzdükten sonra uygun bir yer bularak tutunur ve olgun olmayan polip benzeri bir **aktinula** safhasına dönüşür (Şek. 7.9b). Aktinula, ilerde bir polibi oluşturur ve döngü tamamlanır (Şek. 7.10).

Prof. Dr. M. N. AÇ



Şekil 7. 10. Hidroid *Obelia*'da yaşam siklusu. *Obelia* kolonisinin yapısı da sağdaki şekilde görülmektedir.

Sölenteratların yaşam döngülerinde çeşitli değişiklikler görülebilir (Şek. 7.10). Eşeyli olarak meydana gelen ve hareketli olan bireylerin, sesil ve eşeysiz üreyen bireylere dönüşümü sölenterat'lara çeşitli avantajlar sağlar. Eşeyli üreme evrimsel süreçte genetik materyalin rekombinasyonunu sağlar.

Eşeysiz üremede ise sabit formlar özellikle uygun çevrelerden ileri düzeyde yararlanmayı sağlar. Sölenterat'ların diğer eşeysiz üreyen hayvanlar gibi yüksek rejenerasyon yetenekleri vardır. Sölenterat'lar basit organizasyonlarına rağmen koloni oluşturma eğilimleri ile son derece çeşitlilik gösterirler.

Sölenterat'lar polip ve medüz döllerine göre 3 klasise ayrılırlar:

Klasis: *Hydrozoa*

2700 tanımlanmış tür içerirler. Türlerin bir çoğunun yaşam döngülerinde hem polip hem de medüz dölü vardır. Bazı türler ise ya sadece medüz dölü ya da sadece polip dölü içerirler.

Hydrozoon'ları diğer sölenterat'lardan ayıran en önemli özellik mesoglea'larının hücresiz oluşu ile gastrovasküler boşluklarının (sindirim boşluğu) septumlarla odalara ayrılmayıp basit bir boşluk halinde olmasıdır. Gonatları epidermisten orijinlenir.

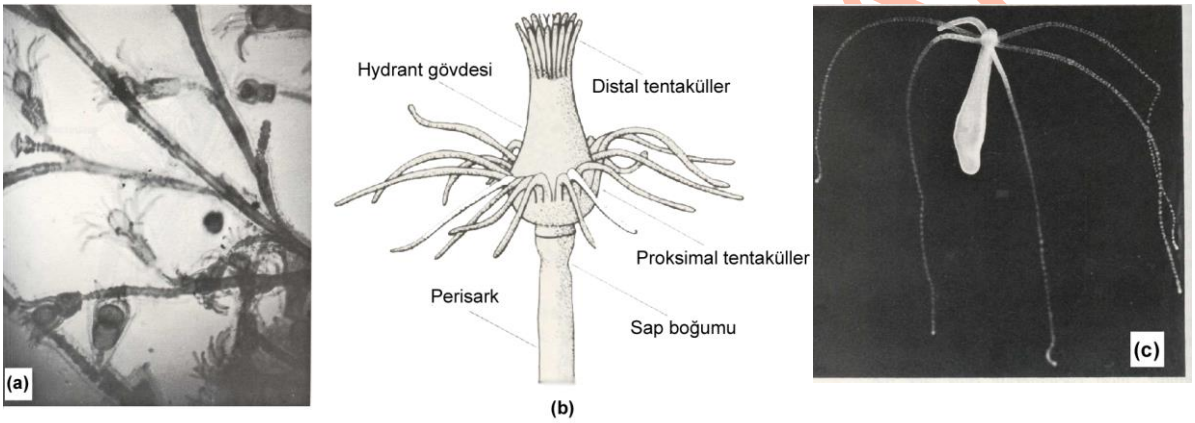
Prof. Dr. M. Nihat AÇ

Medüzlerinde şemsiye şeklindeki yapının kenarından içeri doğru uzanan ince ve enine konumlu bir saçak (**velum**) vardır. Bu saçak subumbrella yüzeyinin yani şemsiyenin iç tarafının bir kısmını kapatır. Velum halka kas bantları içerdiğinden yüzme esnasında subumbrella kaslarına yardımcı olur (Şek. 7.2b).

Hydrozoa klasisi 2 büyük ordo (*Hydroida* ve *Siphonophora*) ile 3 küçük ordo (*Trachylina, Hydrocorallina* ve *Chondrophora*)'ya ayrılır.

Ordo: *Hydroida*

Polip dölü dominant. Çoğu sesil ve koloni halinde yaşar. *Obelia, Tubularia, Hydra* (Şek. 7.11a,b,c).



Şekil 7. 11. Hydroida örnekleri: a) *Obelia*; b) *Tubularia*; c) *Hydra*.

Ordo: *Siphonophora*

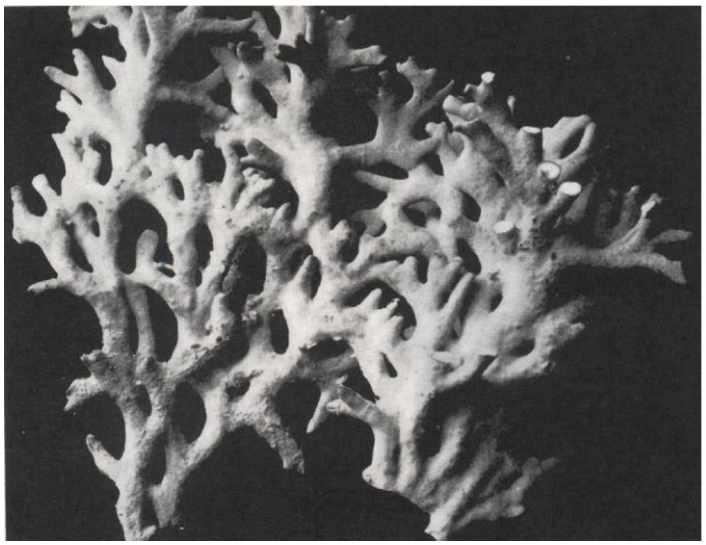
Pelajik, koloni halinde yaşar, koloni polimorf. Suda yüzerler veya asılı dururlar. Çan şeklindedirler. *Physalia* (Şek. 7.12).

Ordo: *Trachylina*

Yassı kalker iskeletli, kolonide daktilozoid'ler var. *Millepora* (Şek. 7.13).

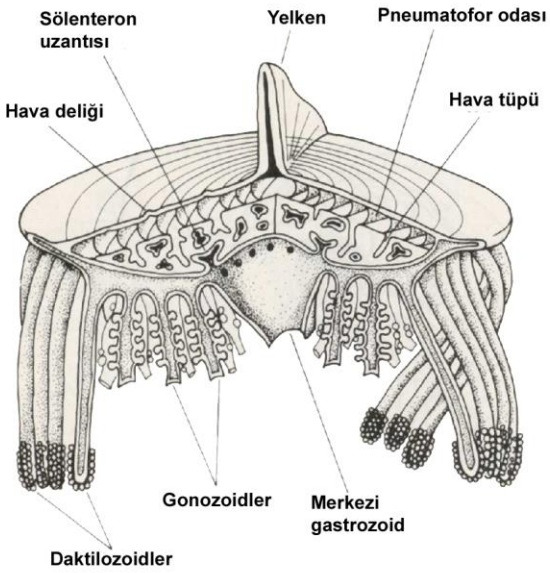


Şekil 7. 12. Siphonophora – *Physalia* – (Portekizli savaş askeri)



Şekil 7. 13. Trachylina – *Millepora*.

Prof. Dr. M. ... AKTAÇ



Ordo: *Condrophora*

Son derece organize olmuş koloni içerir, **Pnömatofor** (çift duvarlı kitinle çevrili gaz odacığı)'lar çok odacıklı. *Velella* (Şek. 7.14).

Şekil 7. 14. Condropora – *Velella*.

Klasis: *Scyphozoa*

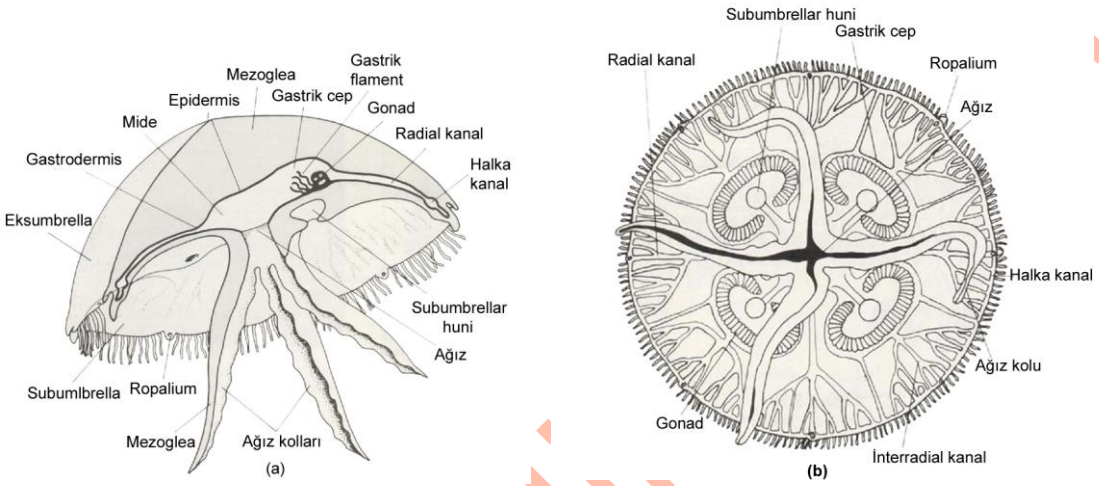
Skifozoon'lar, deniz anaları olarak adlandırılan sölenterat'lardır. Bu sınıfın dominant dölü medüz olup serbest halde yüzer. Polip dölü oldukça azalmıştır ve bazı türlerde tamamen kaybolmuştur. 200 tür içerirler ve sölenterat'ların en küçük klasisini oluştururlar. Ancak bireylerinin büyük oluşu ve tehlikeli nematosist'ler içermeleri nedeniyle iyi araştırılmışlardır. Tamamen denizde yaşarlar. Kutuplardaki denizlerden ekvatordaki denizlere kadar ve deniz yüzeyinden 300 metreye kadar olan derinliklerde yaşarlar.

Skifozoon medüzleri, hydrozoon medüzlerinden çeşitli farklılıklar gösterirler. Skifozoon'lar daha büyüktürler ve çapları ortalama olarak 20-30cm'dir (Dev deniz anası *Cyanea capillata*'nın ise çapı 2m. olup 800 tentakül içerir ve tentakülleri 30-60m. derinliğe kadar uzanır). Skifozoon'ların büyük boyda oluşları mesoglea'larının kütle halinde ve kısmen hücreli oluşundan kaynaklanmaktadır. Bu mesoglea son derece tıkız jelatinimsi materyal halinde olup şemsiye şeklindeki yapıyı belirler. Şemsiyenin kenarında parmak şeklinde tentaküller uzanır. Tentaküllerin arasında ağız kolları ve ropalyum'lar yer alır. Ropalyumlar bu hayvanlarda duysal merkezleri oluşturan duygu organlarıdır. Skifozoon'lar hiçbir zaman hidrozoon medüzleri için karakteristik olan ve subumbrella da yer alan velum içermezler. Diğer taraftan gonadları da hidrozoon'larda olduğu gibi epidermal orijinli olmayıp gastrodermal orijinlidir (Şek. 7.15a,b).

Skifozoon'lar 4 ışınlı radier simetri gösterirler. Ağız tüpü (**manubrium**)'nü, subumbrella'nın merkezinden aşağı doğru sarkan 4 ağız kolu oluşturur. Bazı skifozoon'larda sölenteron, merkezi bir mide ile bu mideden septumlar vasıtasıyla

Prof. Dr. M. Nihat ÖKTAÇ

ayrılmış 4 simetrik kese veya cep içerir. Bu keselerden ayrılan radial kanallar şemsiyenin kenarındaki bir halka kanal ile birleşirler. Bu kanallar sayesinde besinler ve diğer biyolojik materyaller hayvanın bütün vücudu boyunca yayılır. Gonadları, mide eğer odacıklıysa bu odacıklara yerleşirler. Odacıkların bulunmaması halinde ise atnalı şeklinde midenin tabanına yerleşirler. Dört ışınlı radial simetri aynı zamanda tentaküllerin ve ropalyumların dizilişinde de görülür (Şek. 7.15b).



Şekil 7. 15. a) Sikofozoa medüz anatomisi - yandan görünüm- kesit; b) Sikofozoa medüzü (Aurelia)'nün oral veya subumbrella'dan görünümü (gastrovasküler kanal sistem yapısı).

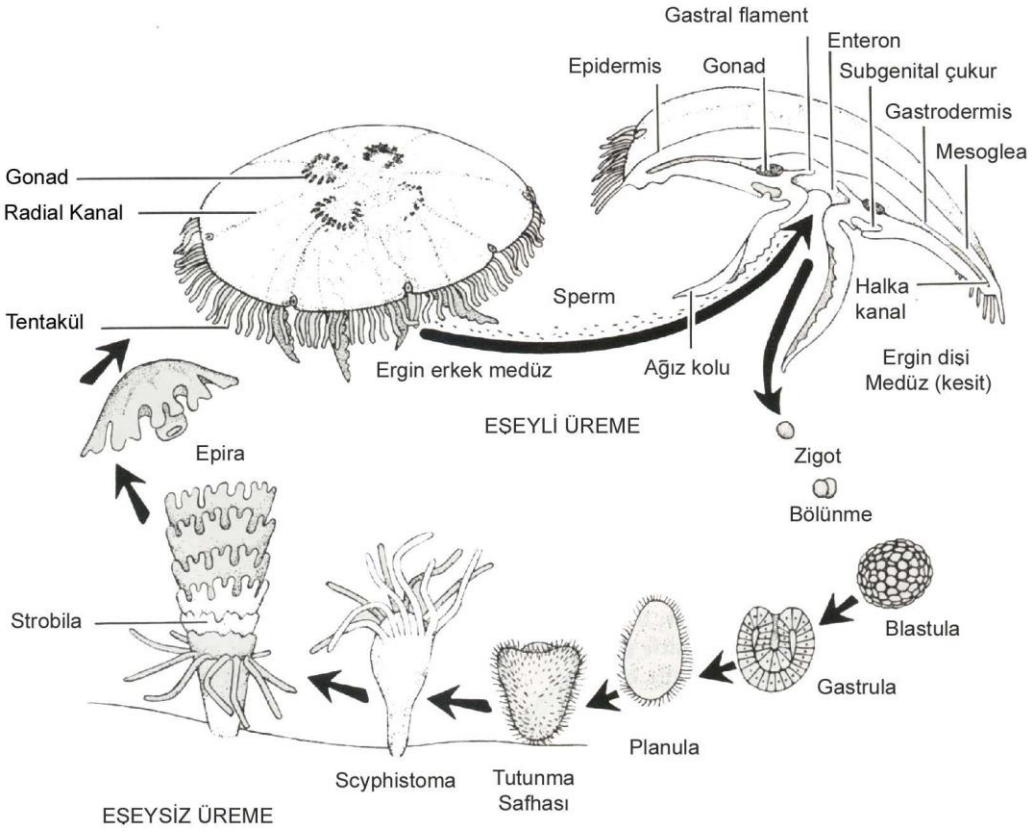
Skifozoon'lar büyük hayvanlar oldukları için hydrozoon'lardan daha çok iç taşıma problemi ile karşı karşıyadırlar. Radial kanal sisteminin dış açıklıkları boşaltım görevi yapar. Skifozoon'ların büyük oluşları aynı zamanda daha çok besin almalarını zorunlu kılar. Besinlerini planktonik organizmalar ile orta boydan büyük boya kadar balıklar oluşturur.

Skifozoon'lar ışıktan hoşlanmazlar ve çoğunlukla geceleri su yüzeyinde beslenirler.

Birkaç türü hariç, skifozoon'lar diök'türler. Gametler ağızdan atılır fakat yumurtalar çoğu zaman döllenmenin ve döllenmeyi izleyen kuluçka safhasının geçirildiği ağız kollarında tutulur. Radial, belirleyici olmayan segmentasyon, oyuk bir blastula ile devam eder. Blastula'yı planula larvası izler. Planula larvası bir yere tutunduktan sonra polibe benzer **skifistoma**'yı oluşturur. Skifistoma, küçüktür, birkaç mm.den birkaç cm' ye kadar uzunluktadır. Uygun koşullarda eşeysiz çoğalır. Uygun olmayan koşullarda ise **efira** adı verilen olgun olmayan medüzoid formları yapar. Efira, ya tek olarak veya grup halinde skifistoma'nın ağız bölgesinin enine bölünmeleri ile oluşur. Bu enine bölünme olayı **strobilasyon** olarak adlandırılır.

Prof. Dr. M. Ni... AÇ

Efiralar daima mikroskobik boyda olup büyüyerek ve olgunlaşarak ergin



skifozoon'lara dönüşürler (Şek. 7.16). Skifistoma peryodik olarak strobilasyon göstererek birkaç yıl yaşayabilir. Ergin medüzler ise daha kısa ömürlüdürler.

Şekil 7. 16. Deniz anası (*Aurelia*) da yaşam siklusu.

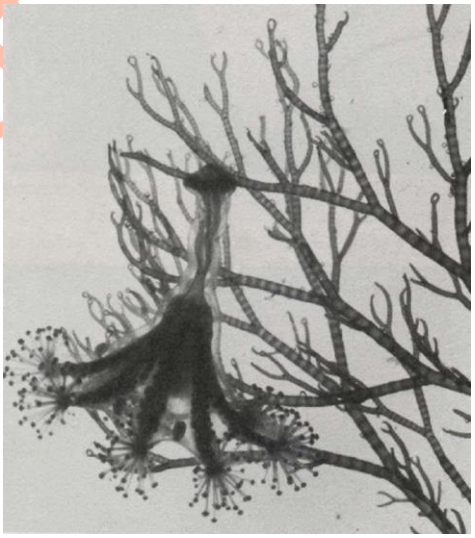
Skifozoon'lar 4 ordo'ya ayrılırlar:

Ordo: *Stauromedusae*

Polip ve medüz dölünü birarada içerirler. *Haliclystus* (Şek. 7.17).

Ordo: *Cubomedusa*

Küp şeklini andırırlar. 4 ropalyum'ludurlar, tehlikelidirler. *Chironex* (Şek. 7.18).



Şekil 7. 17. Stauromedusae - *Haliclystus.*



Şekil 7. 18. Cubomedusa - *Chieonex*- (Hint – Pasifik okyanusunda, deniz arısı olarak da bilinir, tehlikeli.)

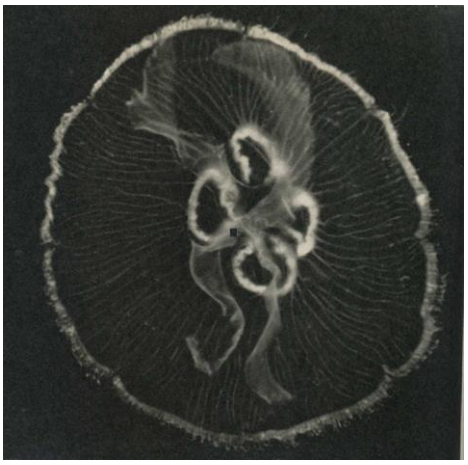
Prof. Dr. M. Açı

Ordo: *Semaeostomae*

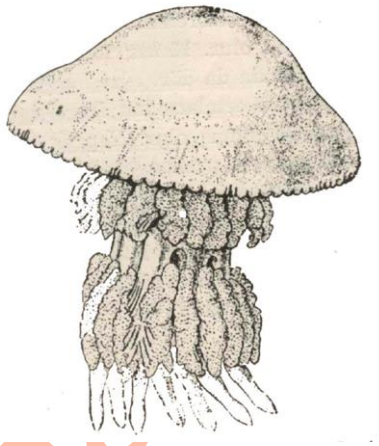
Şemsiye veya çay tabağı şeklinde. 8-16 ropalyum'lu. *Aurelia* (Şek. 7.19).

Ordo: *Rhizostomae*

Süzüntü ile beslenirler. O nedenle ağızları porlu bir yapı kazanmıştır. Ağız kollarının kenarları birleşmiş. *Rhizostomo* (Şek. 7.20).



Şekil 7. 19. Semaostomae – *Aurelia* (En geniş dağılım gösteren deniz anası)

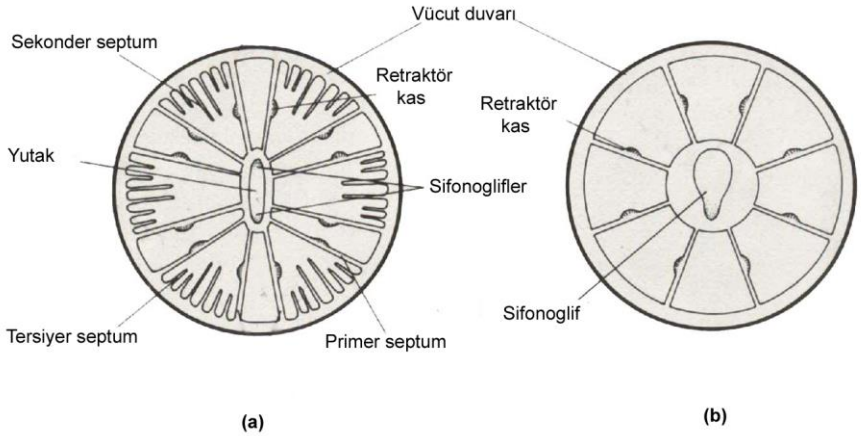


Şekil 7. 20. Rhizostomae – *Rhizostomo* (Deniz ebesi)

Klasis: *Anthozoa*

Üçüncü ve en büyük klasis Anthozoa'dır, Yaklaşık 6000 tür içerir. Soliter, sesil ve koloni halinde yaşarlar. Tipik temsilcileri mercanlar ve deniz gülleridir. Yaşam döngülerinde eşeyli ve/veya eşeysiz üreyen polip dölü hakimdir. Medüzler tamamen kaybolmuştur. Genel görünüm olarak bir anthozoon, hidrozoon polibine benzer. Bunlarda da vücut tentaküllerden oluşan bir ağız halkasına desteklik eder. Ayrıca anthozoon polibi daha büyük ve daha güçlüdür. Çünkü mesoglea daha kalın ve hücrelidir. Ayrıca vücut duvarı ağız bölgesinde içeriye doğru çökerek ektodermle döşeli tüp şeklindeki stomodeum'u oluşturur. Stomodeum vücudun 1/3'ü kadar uzanır. Stomodeum'un bir veya iki kenarında **sifonoglif** adı verilen silli bir çukur bulunabilir (Şek. 7.21). Sifonoglif, anthozoon'lardaki radial simetriyi bozar. İki sifonoglif bulunduğu zaman iki simetri düzlemi vardır ve bu takdirde hayvan biradial simetrilidir. Tam bir sifonoglif bulunması halinde ise sadece tek simetri ekseni vardır ve bu tür anthozoon'larda simetri teknik olarak bilateraldir (fonksiyonel olarak değildir). Yutak **septum**'larla desteklenmiştir. Bazı septum'lar yutakla birleşir, bunlara tam septum denir ve uzunlamasına kas içerirler. Bazı septumlar ise yutakla birleşemeyecek kadar kısadır ve sindirim boşluğunda serbestçe uzanırlar, yarı

Prof. Dr. M. Nihat ÇAĞ



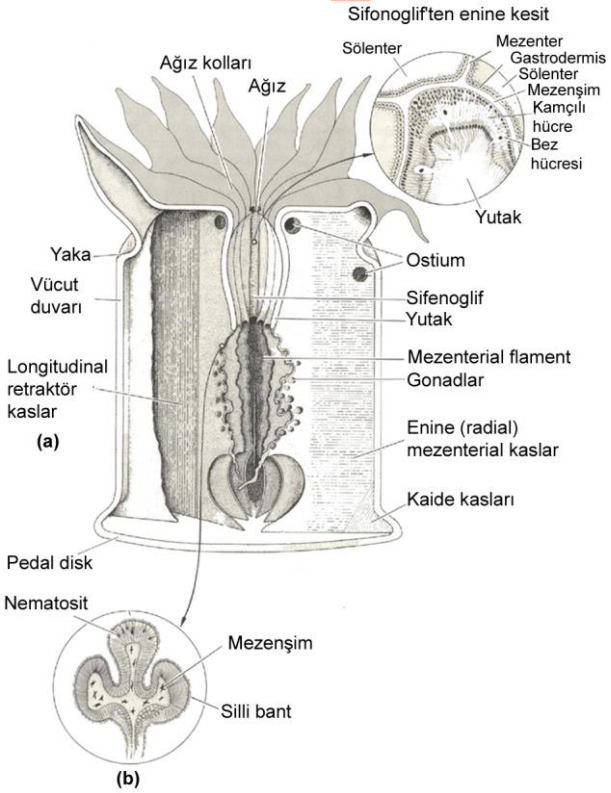
Şekil 7. 21. Anthozoon polibinde stomodeum bölgesinden geçen enine kesitler: a) Zoantharia; b) *Alcyonaria*.

septum olarak adlandırılırlar. Böylece tam ve yarı septumlar anthozoon sölonteronunu odacıklara bölerler ve sindirim yüzeyini oldukça arttırırlar.

Anthozoon'ların da gonadları skifozoon'larda olduğu gibi endoderm orijinlidirler. Gonadları septumlar boyunca yer alır.

İskeletleri ya epidermis tarafından salgılanan dış iskelet ya da mesoglea hücreleri tarafından salgılanan iç iskelet halindedir.

Anthozoon'lar, tentaküllerin sayısı, düzeni, sifonoglif, septum ve iskelet elemanlarının yapısına göre 2 altklasise ayrılmışlardır.



Şekil 7. 22. a) Anthozoon polibi – Deniz gülü'nün boyuna kesiti; b) Deniz gülü'nün – septal filamentlerden enine kesit.

Altklasis: *Zoantharia*

Deniz gülleri ve taş mercanlar olarak tanınırlar. Tentakülleri ve septumları 6 ve 6'nın katları şeklinde düzenlenmiştir (Şek. 7.21a). Deniz gülleri, renkli tentakül çelenkleri ile çoğu kez bir çiçeği andırırlar. Kendilerini denizin gel-git alanlarında sert zeminlere tutundururlar. Genelde mercan kayalıklarına ve bazı pagurid yengeçlerin içinde yaşadıkları mollusk kabukları üzerine tutunurlar böylece kabuğu dolayısıyla içindeki pagurid yengeci

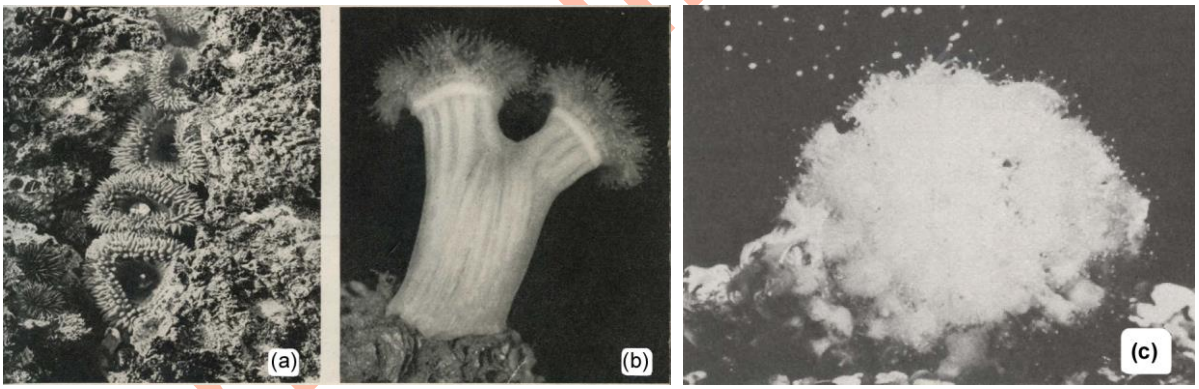
Prof. Dr. Niyat AKTAÇ

kamufle edecek şekilde yaşarlar.

Yapısal olarak deniz gülleri oral bölgede bir veya daha çok tentakül çelengi ile, aboral bölgede de bir pedal disk içerirler (Şek. 7.22a). Tentakülleri basit, tüp şeklindedir ve yarık şeklindeki ağızı çevrelerler. Stomodeum ağızdan sölenteron'a uzanır ve 6'lı düzendeki septumlarla desteklenmiştir. İki sifonoglif'leri vardır. Yarı septumların serbest kenarları sölenteron içinde üç loblu **septal flament** adı verilen yapılarla sonlanır ve bu yapılar da enzim salgılayan bez hücreleri ve silli hücreler içerir (Şek. 7.22b).

Deniz gülleri soliter hayvanlardır. Eşeysiz ve eşeyli ürerler. Eşeysiz üreme, boyuna bölünme şeklindedir. Eşeysiz üremeyi tomurcuklanma şeklinde de gösterirler dolayısıyla geçici bir koloni oluşumundan söz edilebilir.

Eşeyli üreme çok yaygındır ve bu grupta hem diök hem de hermafrodit hayvanlar vardır. Döllenme ve gelişme suda olur. Bazı türler ise gelişen yumurtalarını sölenteron'da büyütürler. Silli planula larvaları vardır. Planula bir yere tutunarak ve tentaküller oluşturarak yeni bir deniz gülüne dönüşür. Örnek: *Actinia, Metridium, Corynactis* (Şek. 7.23a,b,c).



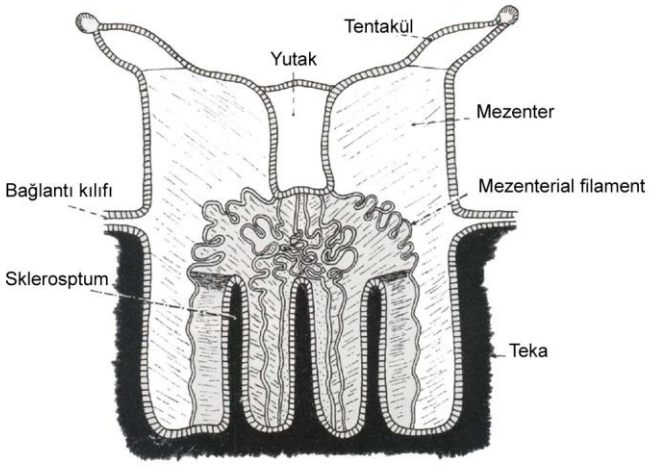
Şekil 7. 23. Zoantharia örnekleri: a) *Actinia*; b) *Metridium*; c) *Corynadis californica* kolonisi.

Taş mercanları deniz güllerine çok benzerler. En büyük farkları sert kalkerli iskeletlerinin bulunmasıdır. Ayrıca poliplerinin daha küçük oluşu, çoğu türün koloni halinde organize olması ve sifonoglif'in bulunmayışı ile de deniz güllerinden ayrılırlar.

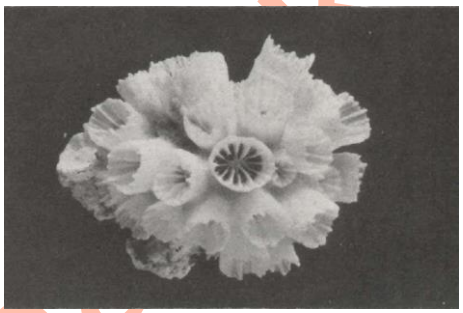
Epidermal hücreler vücudun aşağı kısımlarında ve bazal disk boyunca her polibin etrafında kalsiyum karbonat salgılar. Bu salgı **teka** adı verilen bir iskelet örtü oluşturur (Şek. 7.24). Ayrıca teka'nın altında aboral bölgede vücut duvarındaki katlanmalar arasına ve septumlar boyunca da ışınsal olarak iskelet salgılanır. Tek bir polibin iskeleti **korallit** adını alır (Şek. 7.25). Bütün koloni iskeletine de **korallum**

Prof. Dr. Ulunat AKTAÇ

denir. Koloni halinde yaşayan mercanlarda bütün polipler vücut duvarının yatay uzantıları ile birbirleriyle bağlantılıdırlar. Bu uzantılar epidermal ve endodermal tabakaları içerdiği gibi sindirim boşluğunun uzantılarını da içerir. Epidermis hücreleri aynı zamanda birbirine komşu korallitler arasında da kalkerli iskelet salgılar. Böylece bir mercan kolonisi tamamen canlı bir doku ile tüm koloni bireylerinde yer alan bir sölenteron içerir.

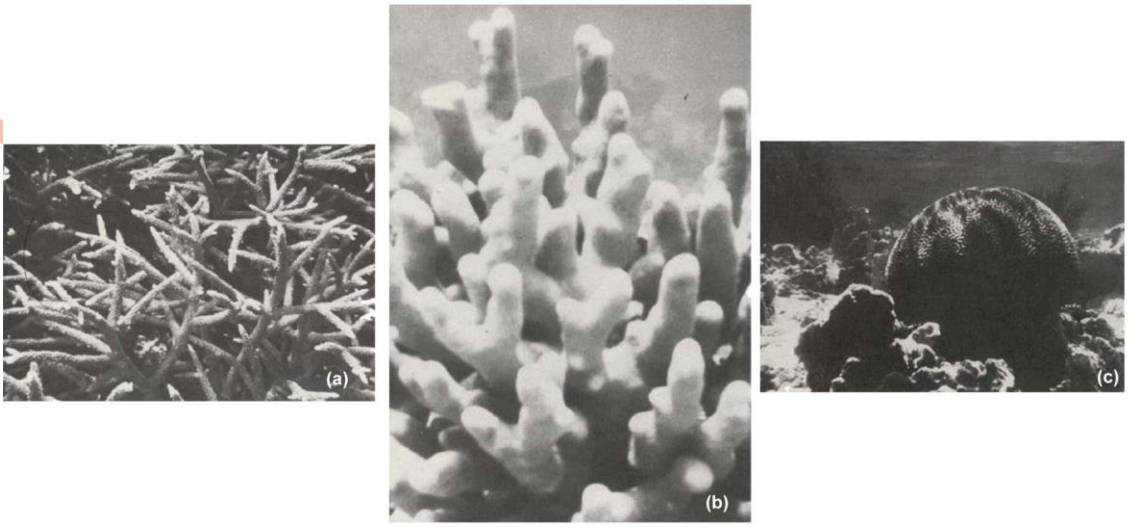


Şekil 7. 24. Mercan polibi ve teka oluşumu.



Şekil 7. 25. Mercan polip kolonisinden bir polip iskeleti (korallit)'in görünümü.

Eşeyli üreme ile, deniz güllerinde olduğu gibi tek bir polip oluşur. Sonra bu polip tomurcuklanma ile yeni koloni oluşturur. 200'ü aşkın mercan türü büyük mercan kayalıklarını oluştururlar. Mercan adaları sadece anthozoon poliplerinin barınağı değil, çoğu omurgasız filum'larına ait hayvanlara da barınak oluşturur.. Süngerler, hidroid'ler, ekinoderm'ler, mollusk'lar, krustase'ler ve balıklar da bu kayalık yerlerde sığınak bulurlar. Kayalık oluşturan mercanlar aslında tropikal denizlerde yaşarlar. 23-25°C ta ve 30m. nin üstündeki derinliklerde sağlıklı olarak

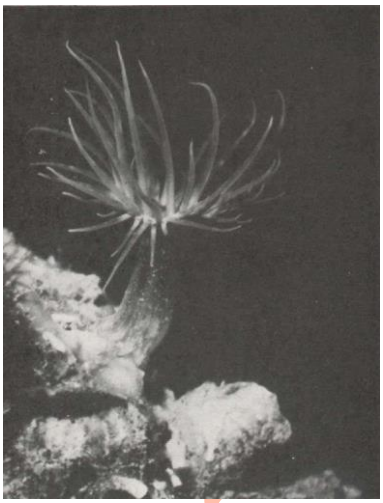


Şekil 7. 26. Mercan kolonileri: a) *Acropora*; b) *Poritos*; c) *Diploria*

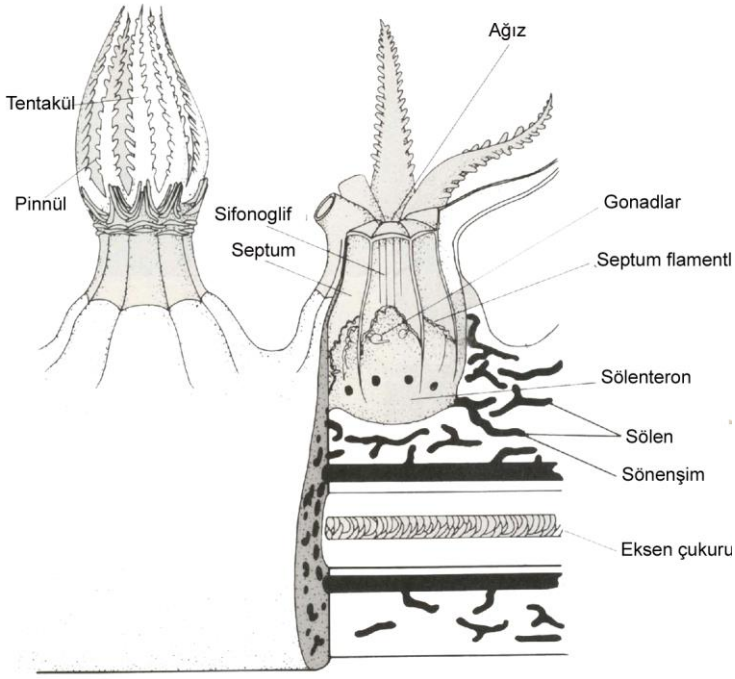
Prof. Dr. M. Nihat ÖKTAÇ

yaşarlar. Mercanlar daha derinlerde de yaşarlar ancak mutualistik olarak yaşadıkları *Zooxanthellae* (*Dinoflagellata*)'nın ışığa olan gereksinimleri nedeniyle kayalık oluşturamazlar. En büyük mercan kayalığı Avustralya'da Queensland'ta olup kıyı boyunca 2000 km. kadar devam eder. Mercanlar 18 gün tamamen karaklıkta kalırlarsa ölürler. Ancak karnivor olduklarından açlık halinde zooxanthel'lerini kovalar. Zooksantel'ler nitrat ve fosfor gereksinimlerini karşılamak üzere kendilerine mercen ararlar. Zooksantel'lerin mercanlarda iskelet oluşumunda yan ürün olarak kullanılan H_2CO_3 'ün salgılanmasını düzenlerler. Zooksantel'ler aynı zamanda O_2'de salgılarlar. Ancak bu oksijenin mercan oluşumundaki önemi bilinmemektedir. Örnek: *Acropora, Poritos, Diploria* (Şek. 7.26a,b,c).

Zoantharia'nın bir diğer grubu da kum ve çamurda oyuk açarak yaşarlar. *Ceriantharia* olarak bilinen bu gruptaki türler soliter türlerdir. Örnek: *Cerianthus* (Şek. 7.27).



Şekil 7. 27. *Cerianthus* (Oyucu deniz gülü)



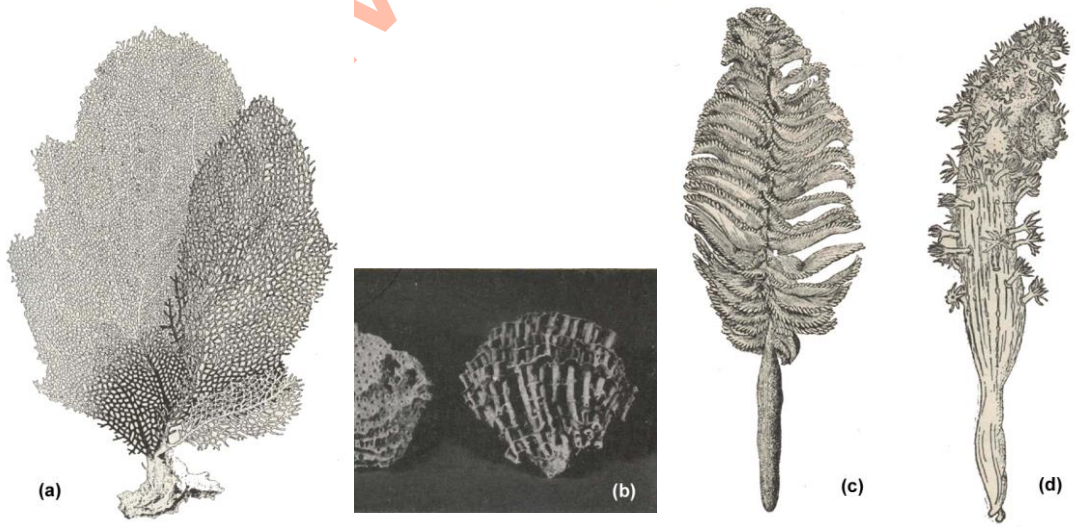
Prof. Dr. Ayhan AKTAÇ

Şekil 7. 28. *Alcyonaria* kolonisinden kesit (Karakteristik yapısal özelliklerin görülebilmesi için kısmen boyuna kesit yapılmıştır).

Altklasis: *Alcyonaria (Octocorallia)*

Polipleri her zaman 8 ışınlı simetri ile tanımlanır. 8 tentaküllü ve 8 tam septumludurlar. Bu organizasyon nedeniyle *Octocorallia* olarak da adlandırılırlar. Kural olarak bir sifonoglif'leri vardır. Koloni halinde yaşayan, deniz tüyleri, deniz yelpazeleri, yumuşak mercanlar olarak bilinen çeşitli formları vardır.

Alcyonaria tentakülleri **pinnül** olarak adlandırılan tüy benzeri çıkıntılar içerir (Şek. 7.28). Pinnül'ler, çevrelerindeki sudan besinler toplarlar. Alcyonar'lar tamamen koloni halinde yaşarlar, fakat organizasyonları bakımından taş mercanlardan farklıdırlar. Koloniler, her bir polibin içinde yerleştiği yumuşak bir doku içerirler. Bu doku **sönenşim** adını alır. Sönenşim, mesoglea tabiatındadır fakat **sölenia (solen)** adı verilen sindirim boşluğu tüpleri ve ince bir epidermis te içerir (Şek. 7.28). Solen'ler her bir polibin sölenteron'unun daralmış tüp şeklindeki uzantısıdır. Bu tüpler vasıtasıyla bütün koloni bireyleri birbiriyle bağlantılıdır. Yeni polip solen'in tomurcuklanmasıyla oluşur. Sönenşim içinde bulunan amebosit hücreler kalkerli spiküller veya boynuzsu materyal halinde bir iç iskelet salgılar. Böylece alcyonar'ların iskeleti tamamen kolonin canlı dokusu içinde yer alır ve zoantharia'da olduğu gibi dışarı salgılanmaz.



Şekil 7. 29. Anthozoon örnekleri: a) *Gorgoria*; b) *Tubipora*; c) *Pennatula*; d) *Veretillum*.

Prof. M. Nihat AKTAÇ

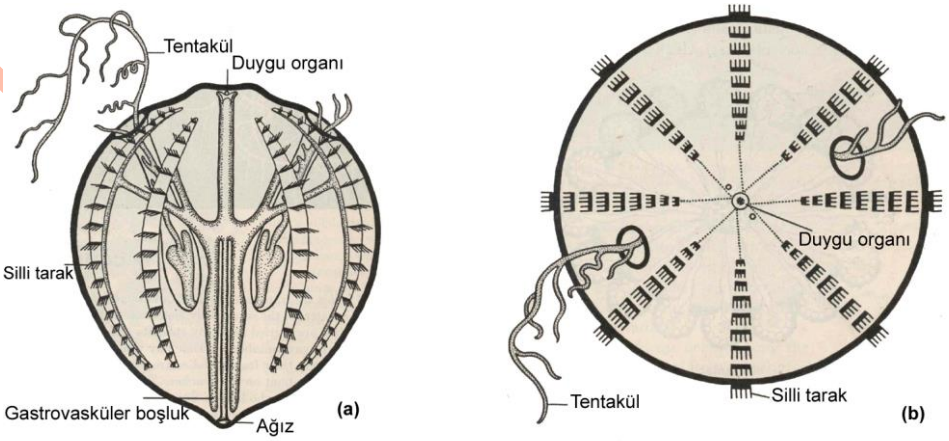
Alcyonar'lar, bütün denizlerde dağılım göstermekle beraber sıcak sularda özellikle mercan kayalıklarında yoğun bir şeklide bulunurlar. Örnek: *Gorgonia, Tubipora, Pennatula, Veretillum* (Şek. 7.29a,b,c,d).

ÖZET

1. **Doku düzeyinde organize olmuş radier simetrili hayvanlar.**
2. **Vücutları hücreli epidermis, mesoglea ve hücreli endodermis'li.**
3. **Tek vücut boşluklu (sölenteron). Tentakülleri nematosistli.**
4. **Özelleşmiş boşaltım, osmoregülasyon, dolaşım ve solunum sistemsiz.**
5. **Düzenli bir şeklide eşeyli ve eşeysiz üreyen polimorfik hayvanlar.**

FILUM : *CTENOPHORA*

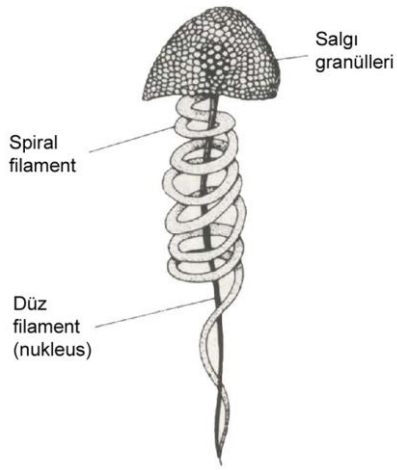
Radial simetrili bu ikinci filum taraklılar olarak bilinen denizel organizmalardır ve küçük bir grubu oluştururlar. Tüm okyanuslarda dağılım gösterirler. Bu filumdan sadece 90 tür tanımlanmıştır. Taraklılar veya ktenoforlar, sölenterat'lara yakındırlar ve bazen sölenterat'lar içinde bir altfilum olarak da sınıflandırılmışlardır. Bazı anthozoon'larda olduğu gibi biradial simetri gösterirler ve tek vücut boşlukları sölenteron'dur. Epidermal ve endodermal (gastrodermal) tabakalar arasında jelatinimsi bir mesoglea içermeleriyle sölenterat'lara histolojik olarak da benzerler. Bu benzerliklere 8 sil sırası ve gelişmelerinde **cydippid** larvasının yer almasıyla sölenterat'lardan ayrılırlar. Ktenofor'lar, monomorfturlar. Polip ve medüzlü döl almaşı yoktur. Vücutlarında iki kutup (oral, aboral) ayırdedilebilir. Oral kutup, ağızı içerir. Aboral kutup ise kompleks **apikal duygu organı** içerir. Bu apikal organdan bütün vücut boyunca oral kutba doğru radier olarak sıralanmış **tarak sıraları** uzanır. Her tarak sırası uzun ve kısmen birleşmiş sillerden oluşan birçok paralel levha halindedir.



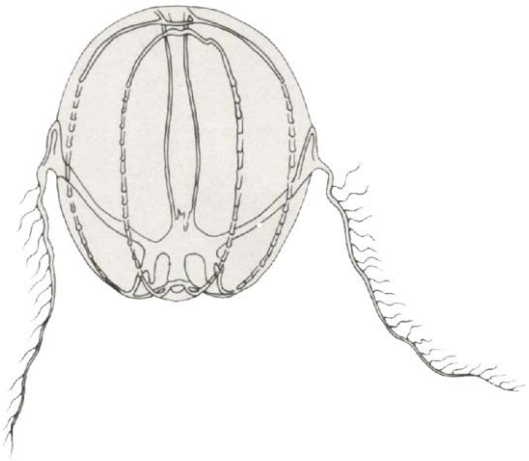
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Ktenofor vücudunun karşı tarafındaki bir çift silli çukurdan iki uzun tentakül çıkar. Tentakül kılıfı olarak kabul edilen bu çukurlar epidermisin invaginasyonu ile oluşurlar. İki tentakül ve bunlarla birlikte yarık şeklindeki ağız vücudun biradial simetrisini oluşturur (Şek. 7.30a,b). Tentaküller kaslı bir yapı ve **kolloblast** adını alan yapışıcı hücreler içerirler (Şek. 7.31). Kolloblast'lar besin yakalamada ve korumada kullanılırlar. Örneğin yakalanan zooplanktonlar tentaküllerle ağıza götürülürler. Ağız, yassılaşmış tüp şeklindeki farinks'e veya stomodeum'a açılır. Burada bez hücrelerinin salgısı hücre dışı sindirimi başlatır. Sonuçta besin maddeleri doğrudan doğruya mideye aktarılır.

Şekil 7. 30. *Pleurobranchia* – Tipik ktenofor diagramı: a) Boyuna kesit; b) Aboral kutuptan görünüm.



Şekil 7. 31. Ktenofor tentakülündeki



Şekil 7. 32. Ktenofor (*Bolinopsis*) Cydippid larvası.

Prof. Dr. . . Ni: t AKTAÇ

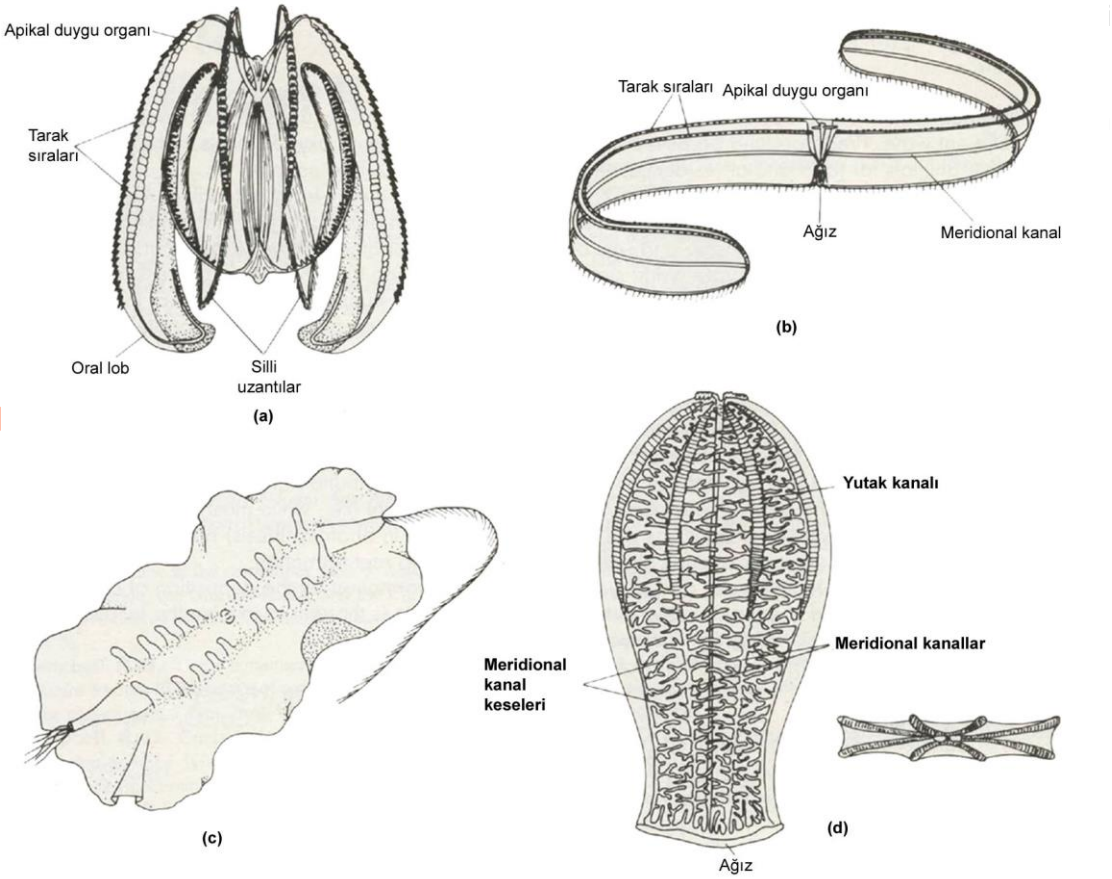
Ktenofor'larda mide dallanmış gastrovasküler kanal sistemini oluşturur (Şek. 7.30a). Bu gastrodermal kanal sisteminde emilim ve hücre içi sindirim yapılır. Sölenterat'ların gastrovasküler boşluklarında olduğu gibi bu kanal iç taşıma da yapar. Kanal yüzeyi ise aynı zamanda solunum yüzeyi olarak görev yapar.

Sinir sistemleri epidermisin altında diffüz sinir ağı içerir. Sinirsel elementler apikal duygu organı ve tarak sıraları altında iyi gelişmişlerdir. Tarak sıraları bu hayvanların hareketini sağlar. Sillerin birlikte titreşmesiyle hayvan ileri doğru itilir. Apikal duygu organı tarak sırasının koordinasyonunu sağlayan denge merkezi olarak görev yapar.

Ktenofor kaslarının, kendilerine yakın olan sölenterat kaslarından farkı, Ktenofor'larda kasların, mesogleadaki ameboid hücrelerden oluşmasıdır (sölenterat'larda kaslar epidermis ve gastrodermiste yer alıyordu). Kaslar ağız ve yutağın etrafında iyi gelişmişlerdir. Sinirsel yapılar bu kaslarla ilişkidedir. Bu bakımdan ktenofor mesogleası çoğu sölenterat'ınkinden daha aktiftir.

Ktenofor'larda yakamoz (ışıldama) olayı oldukça yaygındır. Bu enteresan biyolojik olay meridyonal kanallar boyunca meydana gelir. Ktenofor'ların çoğu şeffaf olduğu için renkleri ve saçtıkları ışık çok çarpıcıdır.

Ktenoforlar hermafrodittirler. Gonadlar meridyonal kanalların duvarlarına yerleşmiştir. Genellikle gametler ağız yoluyla çıkarlar. Döllenme suda olur. Segmentasyon, belirleyici tiptedir. İçi dolu blastula ve gastrula meydana gelir.



Prof. Dr. Niyat AKTAÇ

Şekil 7. 33. Ktenofor örnekleri: a) *Lobata* (*Mnemiopsis*); b) *Cestida* (*Velamen*); c) *Platyctena* (*Coeloplana*); d) *Nuda* (*Beroe*).

Ktenofor'ların çoğu açık denizlerde veya iç sularda yaşıyan planktonik organizmalardır. Temel vücut planı *Pleurobranchia* (Şek. 7.30a) ve *Mnemiopsis*'te (Şek. 7.33a) görülür. Bazı ktenofor'lar yassılaşmışlardır. Bunlara örnek olarak Venüs kemeri olarak bilinen *Cestum* ve *Velamen* (Şek. 7.33b) verilebilir. *Cestum* 1m. uzunluğa kadar ulaşabilir ve zarif dalgalanma hareketleri yaparak yüzer. En iyi bilinen diğer bir ktenofor *Beroe*' dir (Şek. 7.33d). Büyük, yassılaşmış, çan şeklinde olup çok büyük ağız ve yutağı vardır.

Ktenofor'lar iki klasise ayrılırlar :

Klasis: *Tentaculata*

Tentakülleri var.

Ordo: *Cydippida*

Vücut, yuvarlak veya oval. *Pleurobranchia* (Şek. 7.30a).

Ordo: *Lobata*

Vücut, yanlardan basık. *Mnemiopsis* (Şek. 7.33a).

Ordo: *Cestida*

Vücut, tentaküller düzleminde basık. *Cestum, Velamen* (Şek. 7.33b).

Ordo: *Platyctena*

Vücut, oral-aboral yönünde basık. *Coeloplana* (Şek. 7.33c).

Klasis: *Nuda*

Tentaküller yok. *Beroe* (Şek. 7.33d).

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

BİLATERAL SİMETRİLİ HAYVANLAR

ACOELOMATA

Bilateral simetrili hayvanlar radial simetrili hayvanlara oranla çok daha aktiftirler. Bazı protozoon'lar, süngerler ve radial simetrili filum'lar dışında kalan omurgasız hayvanların tümü bilateral simetri gösterirler ve bu hayvanlar da Bilateria süperfilum'u olarak gruplandırılabilirler.

Bilateral simetri, hareket yeteneğinin artması ile ilişkilidir. Hareketin genellikle bir tarafa doğru olması yönünde adaptasyon sağlandığından hareket ile ilgili yapılar (sinir, kas, duyu ve iskelet) daha etkili bir hale gelmiştir. Kas dokuları çoğalmıştır ve vücut şekilleri daha düzgündür. Ayrıca vücudun ön bölgesinde sinirsel-duysal organlar gelişmiştir. Böylece aktif hayvanlar haberleşmelerinde gereksinim duydukları seçicilik özelliklerini kazanmışlardır. Duysal ve sinirsel dokuların vücudun ön bölgesinde toplanması **sefalizasyon** veya baş oluşması olarak tanımlanır.

Bilateria grubuna giren bütün hayvanlar triploblastiktirler. Yani embriyonik olarak gelişmiş üç üretken tabaka içerirler. Radial simetrililerde olduğu gibi ektoderm ve endoderm tabakaları vardır. Bu tabakalara ek olarak bilateral simetrililere özgü

üçüncü bir üretken tabaka (mezoderm) içerirler. Bu ara tabaka kasları ve dolaşım, solunum, boşaltım, osmoregülasyon, üreme gibi sistemleri oluşturur.

Bilateral simetrili hayvanların en primitifleri yassı kurtlar ve nemertin'lerdir. Bu hayvanlar genellikle küçüktür ve gizli yaşamayı severler. Çoğu okyanus diplerini tercih eder. Yassı kurtlar, parazitliğin yaygın olduğu ilk metazoon grubudurlar ve iki klasisleri (karaciğer kelebekleri ve şeritler) parazit yaşam modeline uyumda büyük başarı göstermişlerdir. Nemertin'ler dışarı fırlatılabilen hortumları ile uzun ve narin hayvanlardan oluşan küçük bir gruptur. Yassı kurtlar ve nemertin'ler, vücutlarında sindirim boşluğuna ek olarak ikinci bir vücut boşluğu içermemeleriyle tüm diğer bilateral simetrili hayvanlardan farklıdırlar. Vücutlarında ikinci boşluk (sölom) içermediklerinden bu hayvanlara **acoelomata** denir.

Mezodermleri, ektoderm ve endoderm arasında yer alan tıkız, hücreli bir doku halindedir. Bu tür mezoderm **paranşim** olarak adlandırılır. Paranşim dokusuna; üreme ve boşaltım-osmoregülasyon organ sistemleri gömülüdür. Mezodermal kaslar her iki filum'da da iyi gelişmiştir. Ayrıca nemertin'ler, rudimenter bir dolaşım sistemi içerirler. Böylece asölomat'lar, organ-sistem düzeyinde organizasyon gösterirler. Bu organizasyon şekli tüm yüksek omurgasızlarda da vardır.

Serbest halde yaşayan asölomat'lar evrimsel gelişimlerini tamamlamakla beraber, mezodermleri tıkız olduğundan metabolik problemlerle karşı karşıyadırlar. Bu nedenle yassı kurtlarda ileri düzeyde görülen parazitlik, evrimsel açıdan bu metabolik problemlerden uyumsal bir kaçış olarak değerlendirilmektedir.

8. FILUM : *PLATYHELMINTHES*

Bu filum'a ait türler yassı kurtlar olarak bilinirler. Bilateral simetrili hayvanların en primitif olanlarıdır. Bu filum'a ait yaklaşık 15000 tür tanımlanmıştır. Çoğu yassı kurt, isimlerinden de anlaşıldığı gibi dorso-ventral olarak yassılaşmıştır. Bazıları, karada yaşayan planaria'larda olduğu gibi uzundurlar ve başlarının yan tarafında kulakçık şeklindeki çıkıntıları da olan belirgin bir baş içerirler. Diğer yassı kurtlar oval veya yaprak şeklindedirler ve başları belirgin değildir. Yassı kurtlar gerçek organ sistemleri bulunan en primitif hayvanlardır. Özelleşmiş boşaltım ve osmoregülasyon organları ile tipik ve karmaşık hermafroditik üreme sistemleri vardır. Basit haldeki sindirim sistemlerinde anüs bulunmaz. Mezodermal kasları ve kas altı sinir sistemleri

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

iyi gelişmiştir. Yassı kurtlar radial simetrili hayvanlarla karşılaştırıldıklarında oldukça hareketli oldukları görülür.

Bu filum, parazit formları da içermesi nedeniyle büyük ölçüde çeşitlilik gösteren türler içerir. 3 klasisi tanımlanmıştır: *Turbellaria* (Planaria'lar), *Trematoda* (Karaciğer kelebekleri) ve *Cestodes* (Şeritler).

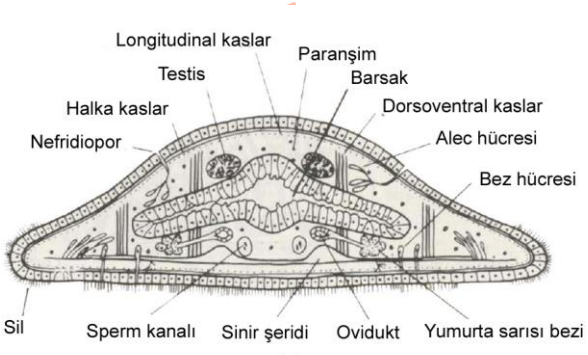
Turbellaria, serbest halde yaşayan tüm yassı kurtları içerir. Aynı zamanda bu filum'un en primitif formlarını da içerir. Çoğunlukla denizeldirler ve dipte kayaların altında veya su yosunları altında sürünerek yaşarlar. Bazı türler pelajiktir. Bazıları (planaria'lar) tatlı suda ve yine dipte yaşar. Birkaç grubu karasal ortamda, çoğunlukla tropik ve subtropiklerde nemli ormanların tabanında bulunur. Atasal turbellar'ların tümü parazit olan *Trematodes* ve *Cestodes*'i verir.

Parazitlik, morfolojik bakımdan olduğu kadar, fizyolojik ve davranış bakımından da olağanüstü bir adaptasyon gerektiren özel bir durumdur. Karaciğer kelebekleri ve şeritler öylesine özelleşmişlerdir ki tipik bir yassı kurt'un sahip olduğu özelliklerin büyük bir kısmını içermezler. Dolayısıyla tüm klasisler için ortak morfolojik özellikler vermek mümkün değildir ve burada da filumun genel özellikleri *Turbellaria* klasisi esas alınarak verilmiştir.

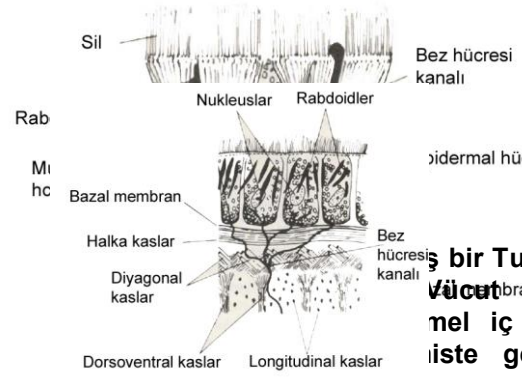
Klasis : *Turbellaria*

Dış morfoloji

Epidermisleri primitif olarak sillidir ve hücreleri sinsisyum oluşturabilir. Çoğu büyük türde siller özellikle ventralde iyi gelişmiştir. Parazit yaşamla ilgili vantuz veya diğer yapışıcı organlar da vücudun ventral yüzeyinde yer alırlar. Vücutları boyunca yer alan ve mukus salgılayan büyük bez hücreleri vardır. Bu salgı hayvanın kaymasını sağlar. Bez hücreleri mezodermde de yer alabilir, bu durumda kanalları epidermal yüzeye açılır (Şek. 8.1a,b). Serbest halde yaşayanların epidermisinde, epidermal bezler tarafından salgılanan ve **rhabdoid** olarak bilinen çomak şeklinde



(a)



ş bir Turbellar'ın
Vücut duvarını
mel iç organlar
iste geçen bir

M. Nihat AKTAÇ

epidermal cisimler de vardır. Ancak bu cisimlerin fonksiyonu bilinmemektedir. Bir teoriye göre rhabdoid'ler bir kapsül oluştururlar ve bu kapsül boşaldığında vücudun üzerinde koruyucu bir örtü oluşur ve herhangi bir tehlike anında hayvanı koruma görevi yaparlar. Epidermis ile mezoderm arasında hücresiz bir basal membran vardır (Şek. 8.2). Basal membranın altında enine, diyagonal ve boyuna kaslar yer alır (Şek. 8.2). Bu kasların altında da iyi gelişmiş boyuna bir sinir şeridi uzanır. Sinir şeridi aşağı organizasyonlularda radial, yüksek organizasyonlularda bilateral konumludur.

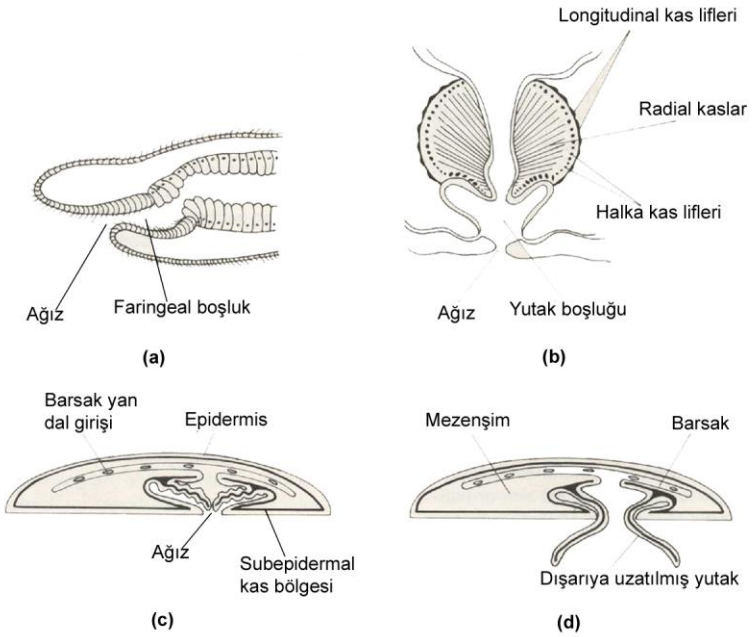
Mezodermin geri kalan kısmı kompleks paranşimal kaslar ile sıkıca paketlenmiş hücreler içerir (Şek. 8.2). Burada yer yer hücreler arası boşluklar ile hareket halindeki amebositler de bulunabilir. Paranşimal kaslar büyük ve yassı kurtlarda daha iyi gelişmiştir. Kas lifleri diyagonal, sırt-karın yönünde, enine ve boyuna gelişmiştir. Mezodermal kitle içinde hem yumurta hücresi hem de sperm oluşumunu sağlayan oldukça karmaşık ve değişken bir üreme sistemi yer alır. Mezoderm tabakasında ayrıca boşaltım ve osmoregülasyon kompleksi halinde silli alev kabarcıkları ve kanallar içeren protonefridial sistem vardır. Serbest halde yaşayan yassı kurtlarda ventralde bir ağız, yutak ve kapalı uçla sonlanan barsaktan ibaret bir sindirim sistemi vardır. Barsak dallanmış halde olabilir.

Şekil 8. 2. Karasal Tricladid *Geoplana*'nın vücut duvarından enine kesit. Epidermis ve kas tabakalarının dizilişi gösterilmiştir.

Sindirim ve Beslenme

Turbellar'ların çoğu karnivordur. Planktonik organizmalar, küçük krustase'ler ve diğer yassı kurtlarla beslenirler. Ağızları ventralde yer alır ve dışarı uzatılabilen kaslı bir yutakları vardır (Şek. 8.3). Yutak besin yakalamada kullanılır. Yutak avı felç eder ve sindirim enzimleri salgılar. Besin ağız yoluyla, yutak kaslarının kasılması sonucu içeri itilir ve kör uçlu barsağa dağıtılır.

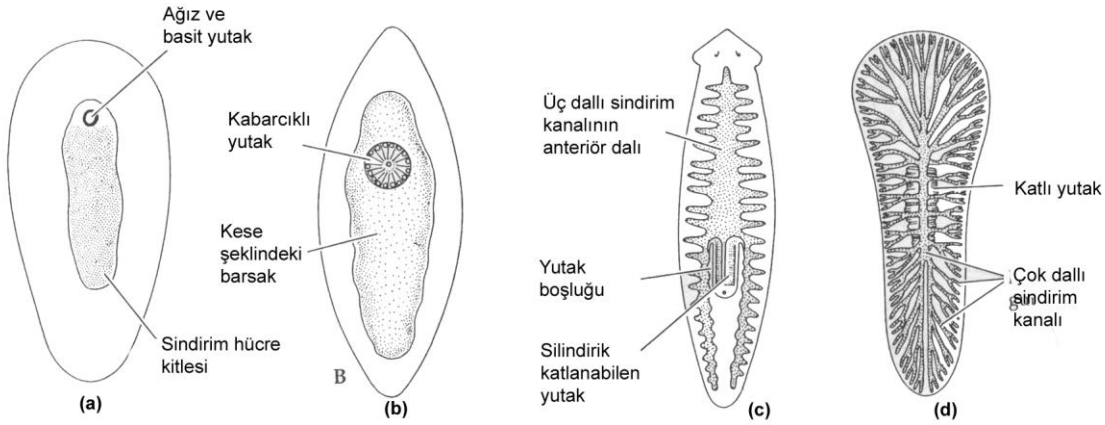
Şekil 8. [illegible] tak içeri çekilmiş



Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Hücre dışı veya hücre içi sindirimin önemi türlere göre değişir. Barsak, enzim salgılayan ve emilim yapan ayrı bölgeler içermediği için barsaktaki hücre dışı sindirim minimumdur. Hücre duvarında tek tabaka halinde yer alan besin hücreleri, küçük besin partiküllerini fagosite ederler. Sindirim bu hücrelerdeki besin vakuollerinde tamamlanır. Anüs bulunmadığından artık maddeler ağız yoluyla dışarı atılırlar.

Çok primitif denizel turbellar'larda sürekli bir sindirim boşluğu yoktur. Fagositoz olacağı zaman geçici sindirim boşlukları oluşur. Diğer turbellar'ların hepsinde sürekli bir sindirim boşluğu vardır. Küçük kurtların çeşitli ordo'larında sindirim boşluğu basit tüp halindedir, büyüklerde ise oldukça karmaşıktır ve sindirim boşluğu çeşitli şekillerde dallanmıştır (Şek. 8.4). Böylece sindirim yüzeyleri büyük ölçüde genişlediği gibi sindirim ve emilim yapılan yerlerin de vücudun diğer dokularına yakın olması sağlanmış olur.



Şekil 8. 4. Turbellaria'da yutak ve sindirim boşluk tipleri: a) Acoela; b) Rhabdocoela; c) Tricladida; d) Polycladida.

Bu tür bir dallanma dolaşım sistemi bulunmayan yassı kurtlarda bu sistemin eksikliğini gidermeye yönelik bir adaptasyon olduğu gibi hayvanın hacminin artışına da imkan verir. Tatlı su planaria'ları sindirim ve paranşimal dolularındaki metabolizmayı minimuma indirerek açlığa dayanabilirler ve orijinal boylarının %99'u kadar küçülmeleri halinde bile yaşayabilirler.

Solunum ve Dolaşım

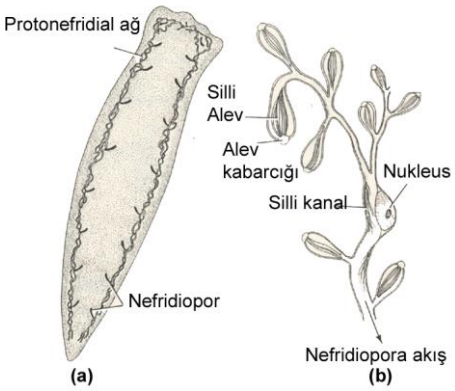
Yassı kurtlarda mezodermal tabaka tıkız olduğu için, bazı metabolik problemlerle karşı karşıyadırlar ve bu problem de yassı kurtların boyca küçük kalmalarını zorunlu kılmaktadır. Yassı kurtlarda bütün vücut tabakaları yüzeye yakın

Prof. Dr. Murat AKTAÇ

olduğu için diffüzyon önemli rol oynar. Ancak oksijen gereksinimleri fazla olmakla beraber solunumda ve dolaşımda görevli özel organları yoktur.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Yassı kurtlar, omurgasızlar dünyasında, vücuttan suyun atılması işleminde en primitif organlara sahip hayvanlarıdır. Bu organlar **protonefridium**'lardır. Bu yapılar yüksek organizasyonlu hayvanlardaki ileri düzeyde su kontrol sistemini oluşturan böbreklerin öncüleridir. Temel olarak protonefridyum bir kanal vasıtasıyla vücut yüzeyindeki bir por veya deliğe açılan büyük ve merkezi bir hücreden ibarettir. Bu merkezi hücrenin bir veya birkaç silli kabarcığı vardır. Bu kabarcıklardaki sillerin hareketi bir mum alevini andırdığı için **alev kabarcıkları** adını alırlar ve merkezi hücre de **alev hücresi** olarak adlandırılır. Protonefridyum kanalı, sünger porositlerine benzeyen bir seri hücreden oluşur. Su, çok belirgin bir şekilde sillerin hareketi ile alev kabarcıklarından alev hücresi boşluğuna girer. Kanalı çevreleyen kasların kasılması ile de su lümenden **nefridiopor**'a akar. Protonefridyum'ların gruplar halinde organize olmasıyla protonefridial sistem oluşur (Şek. 8.5a,b).



Şekil 8. 5. a) Tatlısu Tricladid'lerinde pronefridial sistem şeması; b) Çok sayıda alev kabarcıklı alev hücresi.

Protonefridyum'lar denizel yassı kurtlarda bulunmazlar oysa tatlısu formlarında ileri düzeyde kompleks bir sistem halindedirler. Bu durum protonefridyum'ların esas görevlerinin, boşaltımdan öte osmoregülasyon olduğunu göstermektedir. Bu ince hayvanlarda azotlu artıklar amonyak halinde vücut yüzeyinin diffüzyonu ile uzaklaştırılabilirler. Bir miktar amonyak ise nefridiopor yoluyla suyla birlikte dışarı atılabilir. Osmoregülasyon özellikle tatlısu formlarında oldukça kompleks bir problemdir. Denizel yassı kurtların vücut suyu deniz suyundan biraz daha az tuzludur. Böyle olmakla beraber bu hayvanların da osmoregülasyona gereksinimleri vardır.

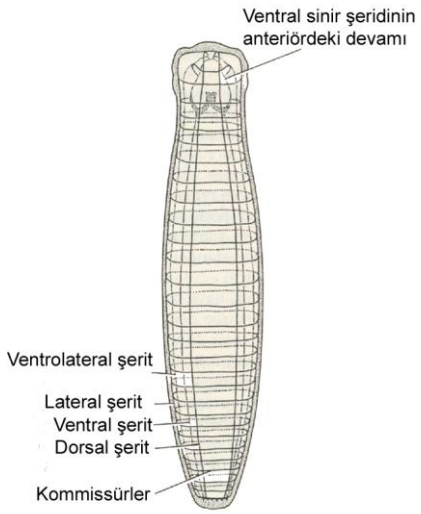
Yassı kurtlar acı suları sevmezler. Çünkü bunlarda tuzluluk dalgalanmaları daha belirgindir ve osmotik kontrol problemleri daha büyüktür.

Hareket sistemi

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Serbest halde yaşayan yassı kurtların kas sistemleri iyi gelişmiştir. Kaslar çoğu türde epidermis altında subepidermal ve paranşimal doku tabakaları oluştururlar. Subepidermal kaslar, basal membranın altında halka ve boyuna kaslar ile aralarında diyagonal kas lifleri içerirler (Şek. 8.2). Paranşimal kaslar da longitudinal, transvers ve dorso-ventral lifler içerirler. Hem subepidermal hem de paranşimal kaslar turbellar'larda harekete bağlı olarak iyi organize olmuşlardır. Bu, çeşitli kas dokuları ve tıkız haldeki mezoderm, yassı kurtlarda sert bir turgor oluşturur. İskelet elemanları bulunmamakla beraber turgor, bütün vücudun bir iskelet gibi görev yapmasını sağlar.

Serbest yaşayan yassı kurtlarda sinirsel yapılar radial ve bilateral tarzda gelişebilir. Diffüz ve radial ağ subepidermal olmakla beraber birçok türde kas altında plexus yapar. İleri organizasyonlularda sinirsel elemanlar birleşmiş olup dorsal ve ventralde uzunlamasına sinir şeritleri oluştururlar. Sinir şeritleri kommissürlerle birbiriyle birleşmiş haldedir (Şek. 8.6) ve bu yapı, omurgasızların sinir sistemlerinin evriminde ip merdiven sinir sisteminin prototipini oluşturur. Anteriör bölgede ise beyin oluşur. Yassı kurtlarda, sölenterat'larda olduğu gibi multipolar ve bipolar sinir hücreleri vardır. Akson ve dendridler arasında az da olsa morfolojik bir farklılık vardır. Bunlarda da yönlü iletim vardır. Ancak iletim sölenterat'lardakinden çok daha etkindir. Çünkü neuronlar, duysal özellikli neuronlar, bağlantı neuronları ve motor özellikli neuronlar olarak farklılaşmışlardır. Daha hızlı ve doğrudan sinirsel ileti, yassı kurt neuronlarının büyük sinir şeritleri halinde organize oluşlarından da kaynaklanmaktadır.

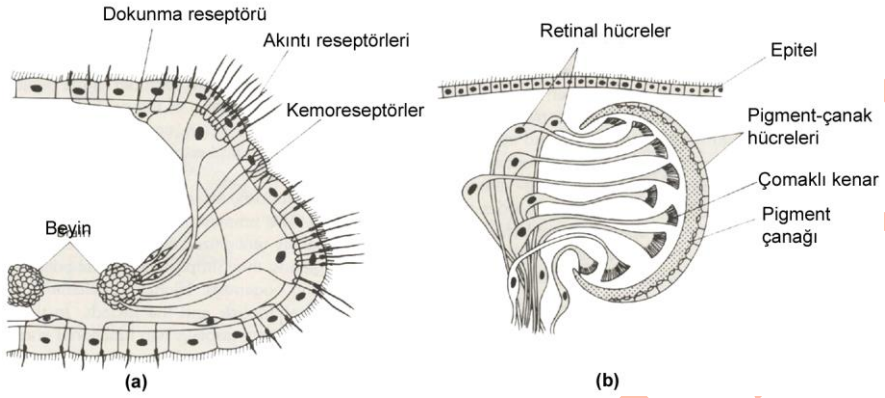


Şekil 8. 6. İp merdiven benzeri sinir sistemi (Rhabdocoela–*Bothrioplana*'da).

Duygu organları

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Turbellar'ların vücudunda kimyasal duygu hücreleri vardır (Şek. 8.7a). Bu hücreler vücudun ön bölgesinde ve yanlarında daha çok yoğunlaşmışlardır. Yine ön tarafta ışığa duyarlı ve pigmentli hücreler gözleri temsil eder (Şek. 8.7b). Gözler bilateral konumludur.

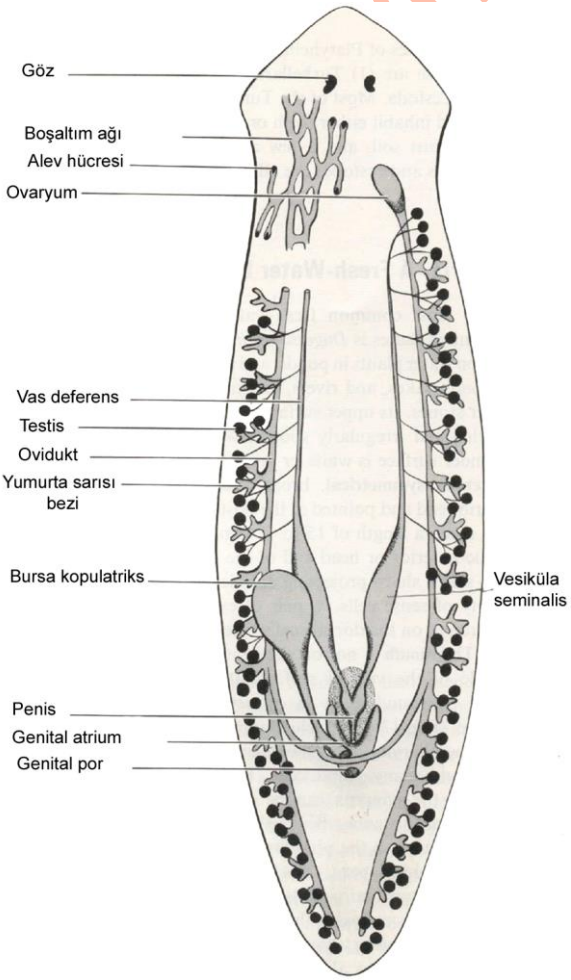


Şekil 8. 7. Turbellari' da duysal reseptörlerin konumu: a) *Mesostoma*'da kemoreseptörler (enine kesit); b) Tricladid Turbellaria'da pigment çanağı şeklindeki osellus (enine kesit).

planarya'lar gibi sürünücü türlerde bulunmazlar. Planarya'ların ventral tarafları dokunmaya karşı pozitif **tigmotaktik**'tirler. Ters çevrildiklerinde ventral tarafları ile zemine temas etmek üzere dönmeye çalışırlar.

Üreme ve Gelişme

Yassı kurtlar hermafrodittirler ve üreme sistemleri çok karmaşıktır. Primitif turbellar'larda ise üreme ile ilgili yapılar körelmiştir. Genelleştirilmiş erkek üreme sisteminde testisler, kanalları ve kopulasyon organı vardır (Şek. 8.8). Testisler, tek, çift veya birkaç tane olabilir. Spermler testislerden sperm kanalı (**vas deferens**)'na aktarılır. Vas deferens'te spermleri **erkek atrium**'una transfer eder. Erkek atriumu kopulasyon organını çevreleyen bir odacık veya boşluk halindedir. Kopulasyon organı bu boşluktan dışarı uzatıldığı zaman penis olarak adlandırılır. Ancak boşluk içinde yer aldığında penis yerine **sirrus** terimi kullanılır. Penis omurgasızlarda ilk kez



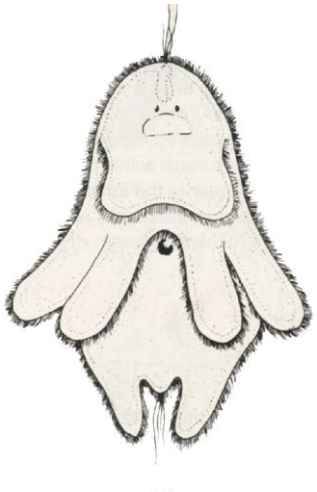
bu grupta görülür. Vas deferens'ler penis veya sirrus'a açılmadan önce spermlerin depolandığı keseler halinde genişleyebilir. Bu keseler **seminal vesikül**'dürler. Bu keselere yakın prostat bezleri de sperm sıvısını oluştururlar.

Dişi üreme sisteminde (Şek. 8.8) bir veya daha çok ovaryum vardır. Ovaryumlar yumurta kanalı ovidukt'lara açılır. Oviduktlar, ovaryumları **genital atrium** ile birleştirir. Genital atrium, diğer yassı kurdun genital organını uzattığı yerdir. Spermler genital atrium'un yan taraflarında yer alan yan keseler (**bursa kopulatrix**)'de veya oviduktların özel olarak genişlemiş yerleri olan **reseptakulum seminis** (**sperm haznesi**)'de depo edilir. Yumurtalar olgunlaştığında spermler bulundukları bu depoyu terkeder ve döllenmenin gerçekleştiği ovidukta göç ederler.

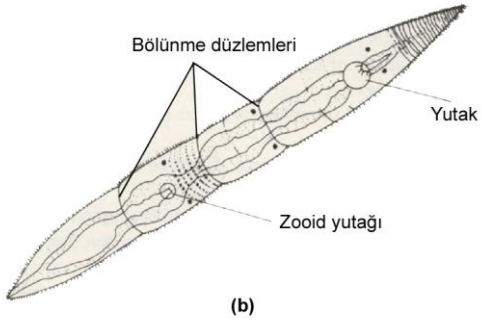
Şekil 8. 8. Turbellaria' da hermafroditik üreme sistemi

Primitif asölomat'lar ve denizel türlerde yumurta sarısı bezleri yoktur. Oogenesis esnasında yumurta hücreleri, içlerinde yumurta sarısını oluştururlar. Yüksek organizasyonlularda dişi kanallar, iki fonksiyonel alana sahiptir. Bunlardan biri **germarium** bölgesidir. Burada yumurta sarısız yumurta hücreleri oluşturulur. Diğeri **vitellarium**'dur ve burada yumurta sarılı hücreler oluşturulur. Yumurta sarılı hücreler daha sonra hem kendi etraflarını hem de bir ya da birkaç yumurta sarısız hücreyi çevrelerler. Böylece döllenmiş yumurtalar, genital atriumun yan odacığı (uterusta)'nda depo edilirler.

Turbellar'larda iki genital atrium bulunabilir. Bunlardan her biri, her bir eşeysel sistem içindir. Çoğu kez de ortak bir atrium hem erkek hem dişi kanallara hizmet eder. Döllenme karşılıklı kopulasyon ile gerçekleşir ve bu hermafroditlerde sperm alış-verişi bir kuraldır. Aynı hayvanda spermler yumurta hücresinden önce olgunlaşır, dolayısıyla kendi kendileriyle çiftleşmeleri önlenmiş olur (spermlerin, yumurta hücrelerinden önce olgunlaşmalarına protoandri denir). Yumurtalar ya jelatinimsi bir kitle içinde bırakılırlar ya da yapışkan bir salgı ile zemine tutturulurlar.



(a)



(b)

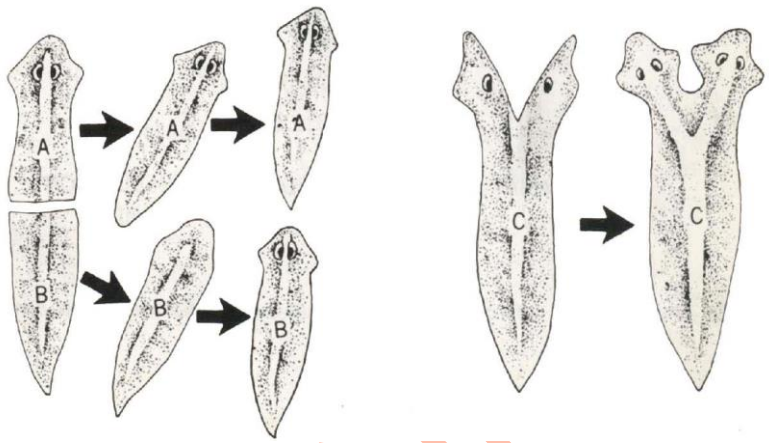
Turbellar'ların çoğunda gelişme doğrudan doğruyadır. Döllenmeden birkaç gün veya birkaç hafta sonra genç yavru çıkar. Bazı tatlısu türleri ince kabuklu yaz yumurtaları

M. Nihat AKTAÇ

bırakırlar. Bazı türler ise kalın kabuklu kış yumurtaları bırakırlar. Bu yumurtaların embriyonik gelişmesi için birkaç ay'a gereksinim vardır. Denizde yaşayanlarda serbest yüzen bir larva vardır. Bu larva **Müller** veya **Götte larvası**'dır (Şek. 8.9a) ve ergin bireye dönüşmeden önce planktonda yaşar.

Bazı turbellar'lar eşeysiz olarak üreyebilirler ve eksilen vücut parçalarını rejenere edebilirler. Bazı türler eşeysiz tomurcuklanma ile zooidler oluşturur (Şek. 8.9b). Her bir zooid

Şekil 8. 9. a) Bir polycladid (*Planocera multitentaculata*)' de Müller larvası; b) Turbellaria – Catenulida - *Alaurina*'da eşeysiz üreme (enine bölünme ile zooid zinciri oluşturulur.)



olgunlaşır. Ana bireyden ayrılır ve bağımsız yaşamaya başlar. Planaria'ların çoğu enine bölünme şeklinde üreme gösterirler ve zooid oluşturmazlar. Her parça eksik kısımlarını rejenerasyonla tamamlar. Planaria'larda vücudun anteriör bölgesi daha aktif olduğu için bu kısım daha çabuk rejenere edilir (Şek. 8.10).

Şekil 8. 10. *Planaria*'nın rejenarasyonu esnasında görülen safhalar. A, B *Planaria* iki kısma bölünmüş. Baş (A) rejenerasyonla kuyruk oluşturulur ve normal şekle dönülür (B), Başka bir baş oluşturulur ve arka kısım normal şekil almak üzere uzar (C) Yarık baş, iki baş olarak rejenere olur.

Altklasis : *Archeophora*

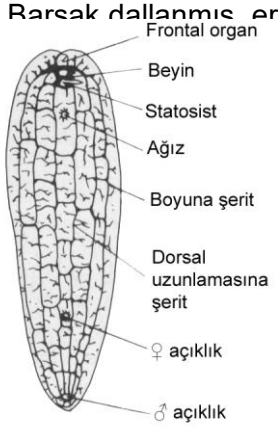
Primitif, yumurtaları yumurta sarılı, spiral segmentasyon gösterirler.

Ordo : *Acoela*

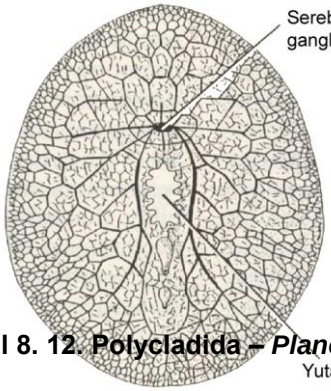
Sindirim boşlukları, protonefridyumları ve gonadları sürekli değil. Yutakları basit. Denizeldirler. *Convoluta* (Şek. 8.11).

Ordo : *Catenulida*

Barsak dallanmış, erkek gonoporu dorsalde, basit yutaklı. Tatlısu'da yaşarlar. *Ala*



iş vücutlu, barsak lanma yap enizel. *Prostheceraı*



Şekil 8. 12. Polycladida – *Planocera*

Co

Prof. Dr. M. N. KTAÇ

Altklasis : *Neophora*

Yumurta sarısı hücreli ve yumurta sarısı bezli.

Ordo: *Neorhabdocoela*

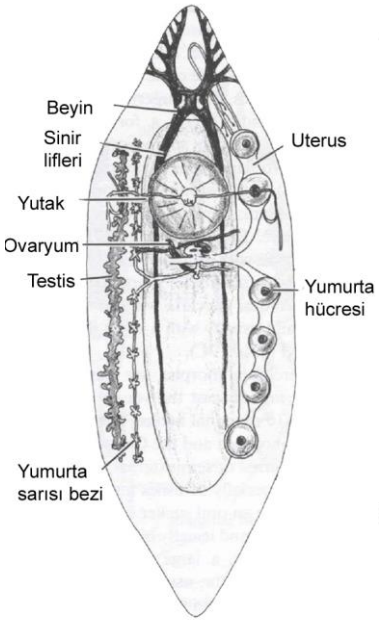
Yutak şişkinlik içerir. Barsak basit kese şeklindedir. *Mesostoma* (Şek. 8.13).

Ordo: *Temnocephalida*

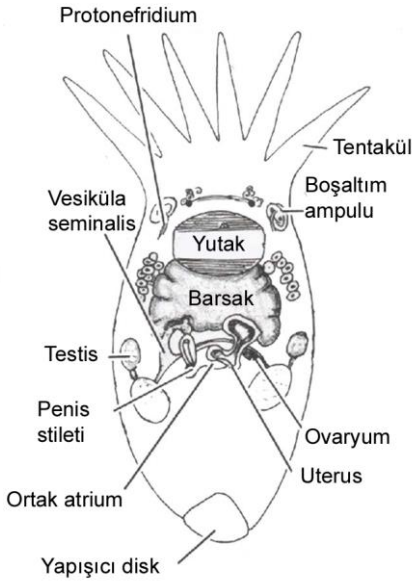
Kommensal, siller indirgenmiş, anteriör tentaküllü, posteriör vantuzlu. *Temnocephala* (Şek. 8.14).

Ordo: *Serista*

Farinks katlı, yanlardaki barsak kör uçlu ve üç dallı. *Bothrioplana* (Şek. 8.6), *Bipalium, Geoplana, Dugesia* (Şek. 8.15), *Procerodes*.



Şekil 8. 13. Neorhabdocoela–*Mesostoma*



Şekil 8. 14. Temnocephalida–



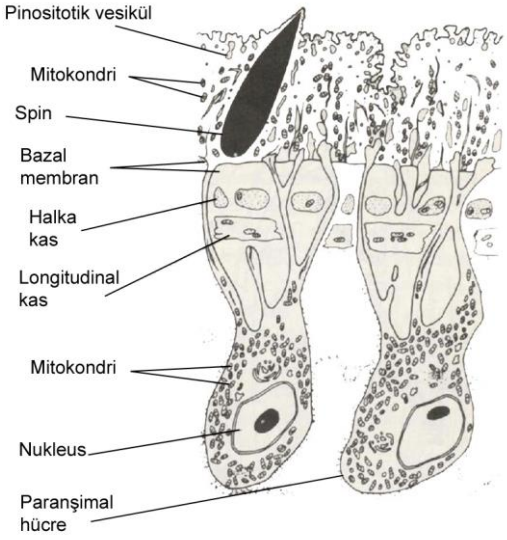
Şekil 8. 15. Serista–*Dugesia*

Klasis : *Trematoda*

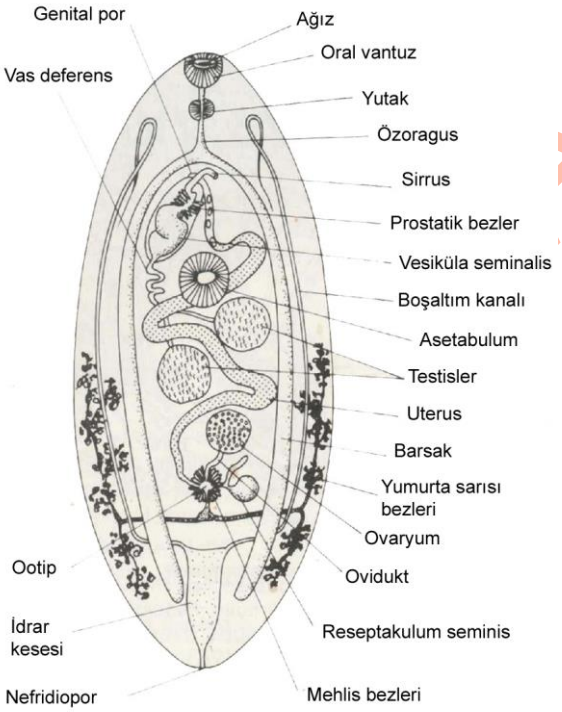
Karaciğer kelebekleri olarak bilinirler ve yaklaşık 7000 tür'ü tanımlanmıştır. Omurgalı-omurgasız hayvanların büyük bir kısmında parazit olarak yaşarlar. Vücut şekilleri serbest yaşayan türlerde olduğu gibi değişkendir fakat turbellar'larla karşılaştırıldıklarında daha bodur ve oval şekillidirler, belirgin bir başları yoktur. Dıştan silsiz bir deri tabakası (**tegümen**) ile çevrilidirler. Bu tabaka turbellar'ların vücut örtüsüne benzemez. Paranşime gömülü hücrelerden orijinlenen canlı bir tabakadır (Şek. 8.16). Önde, ağzın etrafında, orta ventralde veya arkada tutunma vantuzları içerirler (Şek. 8.17). Sindirim sistemleri önde ağız, kısa farinks ve yanlarda

Prof. Dr. AKTAÇ

barsak tüpleri içerirler (Şek. 8.17). Bazı türlerde barsak oldukça dallanmıştır.



Şekil 8. 16. Koyun karaciğer kelebeği *Fasciola hepatica*'da tegümenin elektron mikroskobu yapısından şematik kesit.



Şekil 8. 17. Genelleştirilmiş bir trematod'un anatomik yapısı (şematik).

Turbellar'lardaki kas, sinir ve protonefridial sistemler trematod'larda tam olarak bulunur. Böylece sinir ve kas sistemleri parazitlikle ilişkili olarak dejenerasyona uğramamıştır. Tutunma vantuzları çok kaslı bir yapıdadır ve sinirlerle iyice donanmıştır. Ergin endoparazitlerde duygu organları bir dereceye kadar dejenere olmuşlardır. Fakat ektoparazitler ve endoparazit trematodların serbest yüzen larvalarında rudimenter gözler bulunduğu gibi dokunma ve kimyasal duyu organları da vardır.

Protonefridial sistem fonksiyoneldir. Karakteristik olarak boyuna uzanan iki kanal, artık suyu alev hücrelerinden toplar, posteriöre doğru uzanır ve öne doğru büküldükten sonra da ağız yanlarında yer alan çift haldeki nefridiopor'larla atar (Şek. 8.17). Trematod'larda protonefridial sistemin saklı tutulması osmotik gereksinimlerden kaynaklanmaktadır. Anaerobik metabolizma yüksek düzeyde olduğu için vücutta yoğun organik asitleri oluşturur. Sonuçta bu kurtlar konakları ile osmotik bakımdan dengede değillerdir ve vücutlarına giren fazla sudan arınmak zorundadırlar.

Prof. Dr. M. Niy

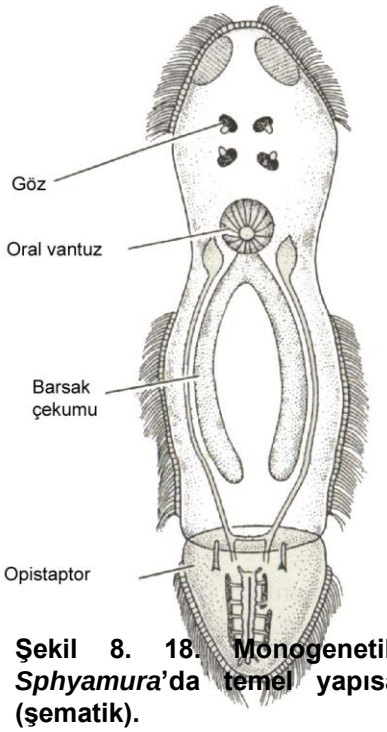
Trematod'larda üreme sistemi, bir çift testis ve iki sperm kanalından oluşur. Bu kanallar birleşerek tek haldeki vas deferens'i yaparlar. Vas deferens, spermi kopulasyon organına ve oradan genital pora aktarır. Ayrıca spermlerin toplandığı vesikula seminalis ile sperm sıvısı salgılayan prostat bezleri de vardır. Dişi üreme sisteminde tüm yapılar **ootip** adını alan merkezi bir odacık etrafında konumlanmıştır (Şek. 8.17). Kanallar ootipi; ovaryum, çift haldeki yumurta sarısı bezleri, reseptakulum seminis, mehlis bezi ve uterusla bağlantılı kılar. Genel üreme şekilleri hermafrodit'iktir ancak karşılıklı döllenme vardır. Her erkek, kopulasyon organı vasıtasıyla spermlerini eşinin genital porundan reseptakulum seminis yoluyla ootipe aktarır. Kendi kendini döllemeyi protoandrik yapı önler. Erkek üreme organları önce meydana gelmekle beraber dişi sistemde reseptakulum seminisin oluşması beklenir. Çünkü spermler burada yumurta hücrelerinin olgunlaşmasını beklerler. Olgun yumurtalar ovaryumdan ootipe iner ve burada döllenirler. Yumurta bezleri, besin maddeleri ile kapsülü oluşturacak maddeleri zigota verirler, daha sonra zigot uterusa gönderilir ve genital pordan dışarı atılırlar. Döllenmiş yumurtaların uterustan atılışını kolaylaştırmak için **Mehlis bezleri** (Şek. 8.17) salgılarıyla uterus geçiş yollarını yağlarlar. Yumurta oluşturma bakımından oldukça verimlidirler.

Yaşam döngülerine ve tutunma cihazlarına göre 3 ordo tanımlanmıştır:

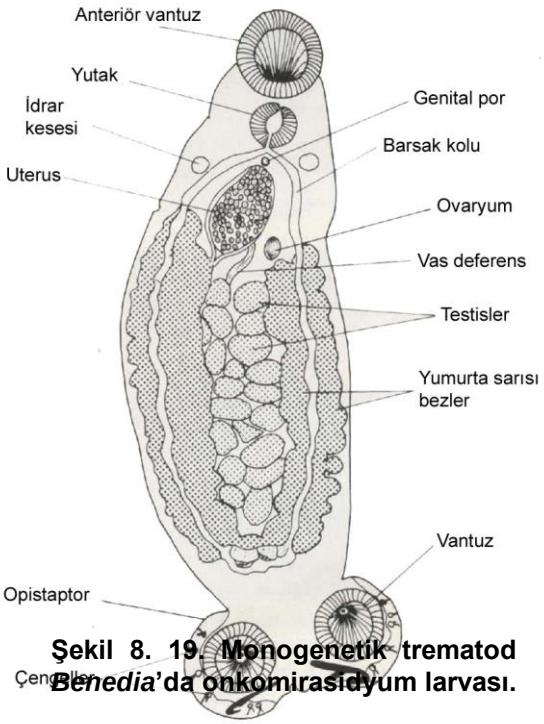
Ordo : *Monogenea*

Küçük bir grup olup yaşam döngülerinde sadece bir konak vardır. Tatlısu ve denizel balıkların derileri ve solungaçları üzerinde ektoparazit olarak yaşadıkları gibi amfibi, kaplumbağa ve sucul omurgasızlarda da yaşarlar. Birkaçı endoparazittir. Ağızda, akciğerde ve idrar kesesinde yaşarlar.

Monogen'lerin ikinci belli başlı özellikleri **opisthaptor**'a sahip oluşlarıdır (Şek.



Şekil 8. 18. Monogenetik trematod *Sphyamura*'da temel yapısal özellikler (şematik).



Şekil 8. 19. Monogenetik trematod *Benedia*'da onkomirasidyum larvası.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

8.18). Opisthaptor posteriördeki tutunma organıdır. Kaslı bir vantuz halinde olup kitinleşmiş çengeller içerir. Anteriörde de ağız etrafında küçük bir vantuz vardır. Diğer özellikleri ise anteriörde yer alan çift haldeki nefridioporlardır.

Basit yaşam döngüsü gösterirler. Yumurtalar genital pordan bırakıldıktan sonra uzun bir ipliksi yapıyla ebeveynlerinin konağına tutunurlar. Yumurtadan **onkomirasidyum** larvası çıkar (Şek. 8.19). Larva birkaç saat içinde kendi konağına tutunmazsa ölmeye mahkumdur. Özellikle larvada opisthaptor gelişerek genç larvanın tutunması sağlanır. Sonra larva büyüyerek eşeysel olgunluğa erişir. İyi bilinen türlerden *Polystoma integerrimum* su kurbağaları ve su kaplumbağalarının solungaçları üzerinde ve idrar keselerinde parazittir. Eşeysel olgunluğa yaklaşık 3 yılda erişir.

Polystoma, Sphyramura, Benedia, belirgin cinslerdir.

Ordo : *Digenea*

Endoparazit trematod'ların büyük bir grubudurlar. Bu yassı kurtlarda kompleks yaşam döngüsü vardır. Bu döngüde çok sayıda larval safha ile 2-4 arasında farklı konak vardır. Erginleri omurgalıların bütün gruplarını parazitlerler, Genellikle sindirim kanalında ve sindirim ile ilgili yapılarda yaşarlar. Hareketli olan larva sucul omurgalı ve omurgasızlarda ve çoğunluklar mollusk'larda yaşarlar. İnsan ve evcil hayvanlarda da karaciğer kelebek türleri ve kan kelebeği türleri yaşar.

Ağız etrafında ve arkada ventralde birer vantuz içerirler. Ventraldeki vantuz **asetabulum** adını alır (Şek. 8.17). Protonefridyumlar birçok alev hücresi ve posteriorde bir nefridiopor içerir.

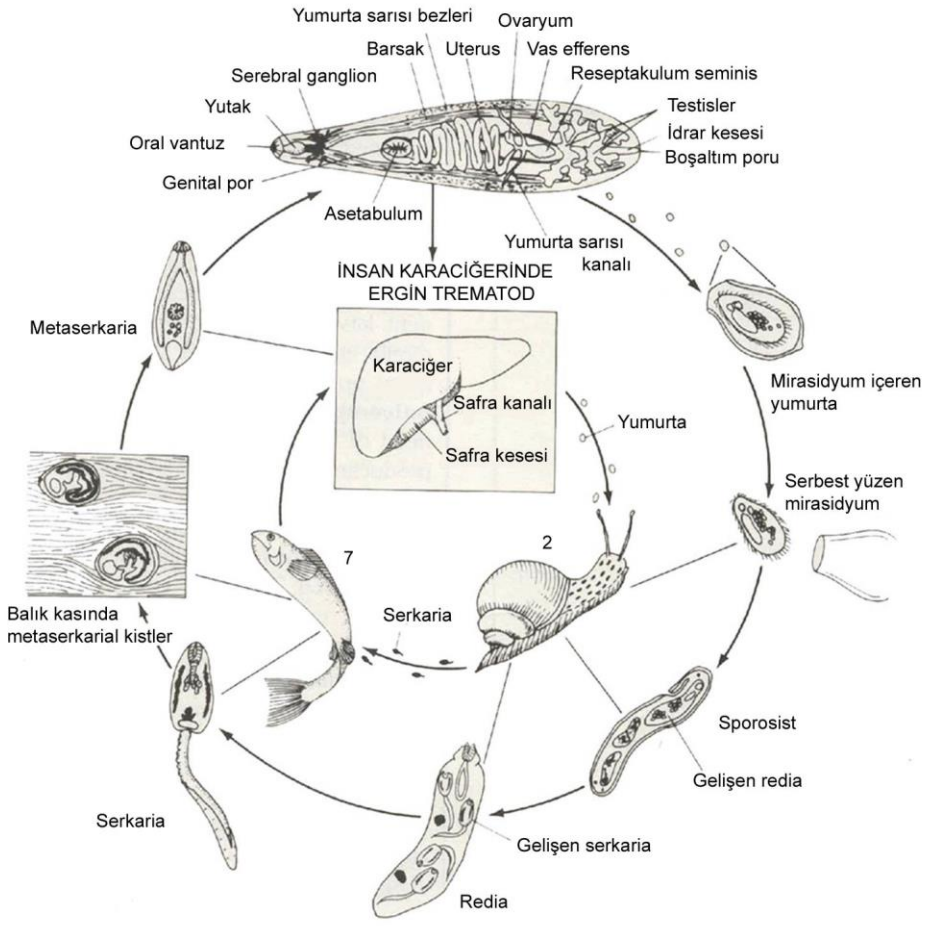
Digenea grubunun yaşam döngüsünde eşeyli üreme vardır ve üreme daima hermafroditik ergin yumurtalarıyla başlar (Şek. 8.20). Erginler normal olarak omurgalı sindirim kanalında yaşadığı için yumurtalar da çoğu kez konak dışkısıyla dışarı bırakılırlar.Dışarı bırakılan yumurtalar su ile temas edince her yumurtadan silli ve serbest yüzen bir mirasidium larvası çıkar. Larva bir müddet sonra birinci ara konak olan salyangoza geçer ve salyangozun sindirim bezlerine yerleşir. Her bir **mirasidyum** daha sonra **sporosist** adı verilen germinal bir kese oluşturmak üzere metamorfoz geçirir. Sporosist içinde embriyonik hücre kümeleri, çok sayıda kurt benzeri olan **redia**'ları yapar. Her bir redia ergin organ sistem taslaklarını içerir, ancak vücudunun büyük bir kısmı başka bir larval safhaya hazırlık olmak üzere embriyonik yapılara ayrılmıştır. Redia'dan sonraki safha **serkarya** dır. Ergine ait sistemleri daha belirgindir. Serkaria, kelebeğe (yassı kurt) benzer şekildedir ve yüzmede kullanılmak üzere kaslı kuyruğu vardır. Bu larva salyangozu terkeder ve

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

serbest halde yaşar. Kendisine yeni bir ara konak arar. Bu ara konak çoğu kez bir arthropod veya balıktır. Bu konaktan birini bulduğunda kaslarında kistleşir. Kas dokusunda kistleşince serkaria safhasındaki kuyruğunu kaybeder ve **metaserkarya** adı verilen hareketsiz safhaya dönüşür. İkinci ara konak, ana konak tarafından yendiğinde metamorfoz tamamlanır ve ergin birey meydana gelir.

Böylece tipik bir digeneid trematod'un yaşama döngüsünde 7 belirgin safha görülür. Bunlar sırasıyla:

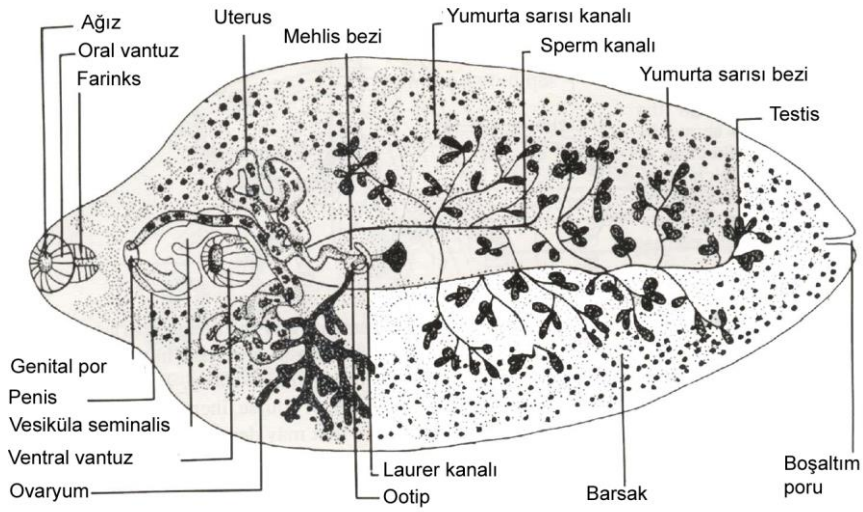
Yumurta - mirasidyum - sporosist - redia - serkaria - metaserkaria - ergin'dir (Şek. 8.20). Sporosist ve redia hareketsiz embriyonik safhalar olup eşeysiz üremeyle larval populasyonu arttırırlar. Bu tür larval çoğalma **polyembriyoni** olarak adlandırılır. Poliembriyoni bu parazitlerin konaklarını tekrar bulmaya gereksinim duyduklarını gösterir. Ana konağa giden yolculuğun tamamlanabilmesi için her bir



mirasidyum 200.000 serkaria meydana getirir.

Şekil 8. 20. İnsan karaciğer kelebeği *Opistorchis sinensis*'te tipik digenetik trematod'un yaşam döngüsü.

Çin karaciğer kelebeği *Opisthorchis sinensis* tipik bir digeneid'tir (Şek. 8.20). Ergin halde insanda (ana konak) yaşar. Larval safha (ara konak) salyangoz ve balıkta geçirilir. Koyun karaciğer kelebeği *Facsiola hepatica* (Şek. 8.21)'nın sadece bir ara konağı vardır. O da tatlısu salyangozudur. Serkarya safhasında salyangozu terkeder ve su kenarındaki vejetasyona tutunur. Burada vejetasyonun



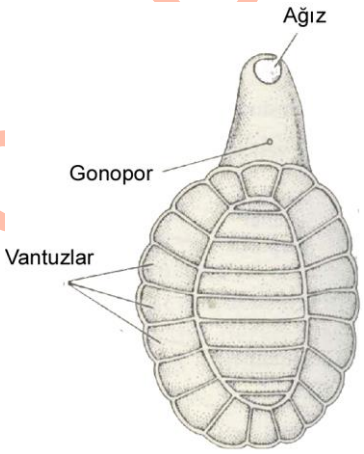
üzerinde

Şekil 8. 21. Koyun karaciğer kelebeği *Fasciola hepatica*'nın anatomik yapısı (Şematik).

kistleşir. Bu vejetasyon koyun veya sığır tarafından yenince, yenmeyi takiben ergin hale dönüşmek üzere metamorfozunu tamamlar ve ergin kelebek ana konağın safra kanalına gider, yerleşir.

Kan kelebeği olan *Schistoma* cinsi insanlar için çok zararlı bir parazittir. Bu parazit Schistosomiasis hastalığına neden olur. Bu hastalık akciğer, karaciğer, ince barsak ve safra kesesini tahrip ederek zayıflamaya neden olur.

Fasciola, Opistorchis, Zeucochloridium, Schistostoma tipik örneklerdir.



Ordo : *Aspidobothrea*

Monogen ve digen trematod özelliklerini paylaşır. Daha çok balık, kaplumbağa ve mollusk'larda parazittir. Bu ordo'nun ayırıcı özelliği vücudun ventral yüzeyinde opisthaptor olarak adlandırılan ve ventral yüzeyin büyük bir kısmını kapsayan vantuzunun bulunmasıdır. *Cotylaspis* (Şek. 8.22).

Şekil 8. 22. Aspidobothrea – *Cotylaspis*.

Klasis : *Cestoda*

Tanımlanmış 4000 tür içerirler. Kompleks yaşam döngülerinde bir veya iki ara konak vardır. Larval konakları omurgasız ve omurgalılardır.

Sestod'lar şeritlerdir. İnsan dahil omurgalılarda parazit olarak yaşayan hayvanlardır. Görünümleri tüm diğer yassı kurtlardan farklıdır. Vücutları baş ve kısa bir boyundan oluşan **skolex** ile **proglottid** olarak adlandırılan bölmeleri içeren **strobila**'dan ibarettir (Şek. 8.23). Sestod'larda yeni proglottidler boyun bölgesinin sürekli olarak enine bölünmesiyle meydana gelirler ve proglottidlerin olgunlaşma ve büyümeleri posteriöre doğru olur. Böylece en eski ve en büyük proglottid hayvanın en arkasında yer alır.

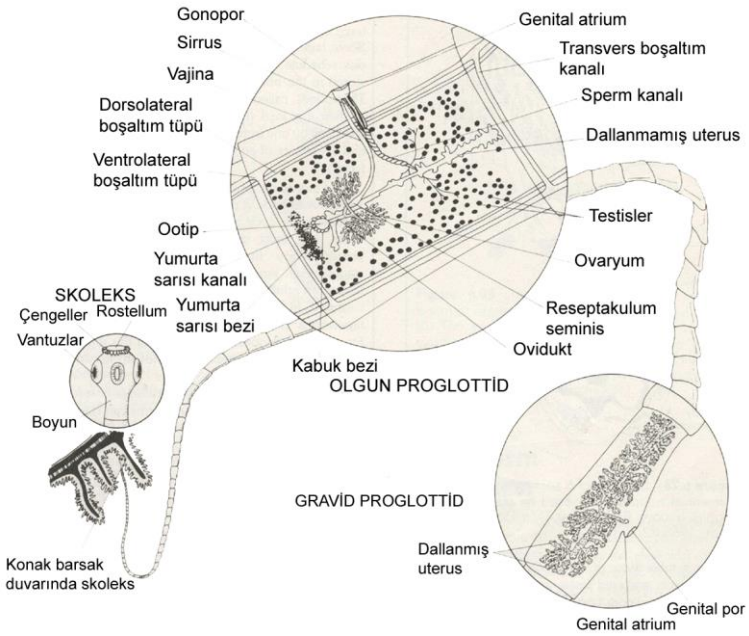
Skolex, tutunma organları taşır (Şek. 8.23). Çengel veya vantuz şeklindeki bu yapılar parazitin, konağın ince barsağına tutunmasını sağlarlar. Skolex'in tamamı konak dokusuna gömülebilir. Konağa güçlü bir şekilde tutunmaları derileri (tegüment)'ndeki "**Mikrotrichia**" adı verilen çıkıntıların konak omurgalı barsağındaki mikrovilluslarla kenetlenmesi sonucudur. Mikrotrikhialar aynı zamanda yüzeyi arttırırlar. Ağız ve sindirim sisteminin bulunmaması halinde sestod'lar besin gereksinimlerini vücut yüzeyinin emilimine bağlı olarak karşılarlar. Aktif taşıma ve/veya pinositoz yeteneği gösterirler.

Şeritler geçici anaerob olan birçok endoparazite benzerler. Oksidatif enzimler bulunmakla beraber oksijen yokluğunda anaerobik metabolizma gösterirler. Trematod'larda olduğu gibi sestod'larda da sinir, kas ve protonefridial sistemler turbellar'lardaki özellikleri gösterirler.

Sinir sistemlerinde skoleks'ten iki longitudinal sinir şeriti strobila'ya doğru uzanır. Halka sinirler bu şeritleri her proglottidte birleştirir ve skolexte küçük bir beyin oluşur.

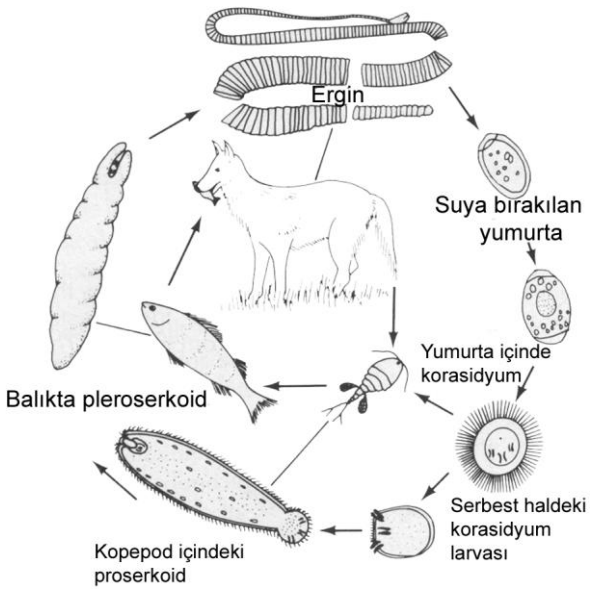
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Sestod'larda özel duygu organları yoktur. Ancak sinir uçları vücut yüzeyinde sonlanır. Deri altı ve paranşimal kaslar iyi gelişmiştir. Protonefridial sistem vücut boyunca uzanan iki çift ana kanal içerir (Şek. 8.23). Alev hücreleri çeşitli yatay



Şekil 8. 23. Domuz şeridi, *Taenia solium.* (Skolex, olgun proglottid ve gravid proglottid büyütülmüştür).

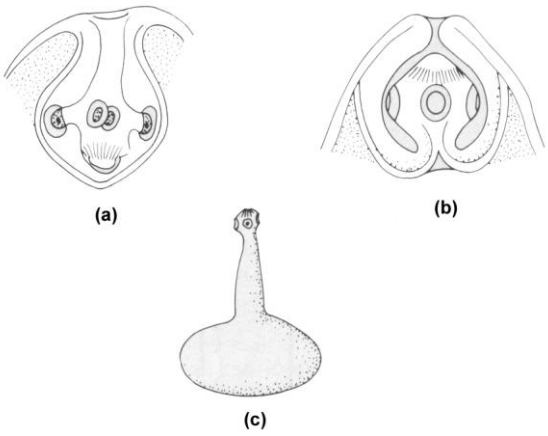
Ergin şerit, enerjisinin büyük bir kısmını yumurta üretimine verir. Her proglottid üreme sistemini tam olarak içerir (Şek. 8.23). Birkaç istisna ile şeritler hermafrodittirler ve eşeysel kanalları trematod'larınkine benzer. Anteriordeki proglottid üreme organlarının taslaklarını içerir. Eşeysel sistem yaşa bağlı gelişim gösterir. En yaşlı ve posteriördeki proglottid tam olgun organları içerir. Bireyler arasında karşılıklı döllenme görülür. Döllenmiş yumurtalar posteriördeki proglottidlerin dallanmış uteruslarında depolanırlar. Bu proglottidlere, **gravid** adı verilir (yumurta yüklü oldukları için) (Şek. 8.23). Gravit'ler strobilanın arka ucundan bir bir koparlar ve yumurta keseleri halinde bu yapılar ana konağı dışkı yoluyla terk ederler. Bazı türler günde 1.000.000 yumurta bırakırlar. Larval safhalar bir sonraki ergin dölü oluşturmak üzere omurgalı konakta kalırlar. Ergin olmayan



formlar ana konağa besin zinciri yoluyla geçerler.

Şeritlerdeki tipik yaşam döngüsü *Dibothriocephalus latus*'ta görülür (Şek. 8.24). Bu parazit, balık yiyen memelilerde yaşar. **Korasidyum** olarak adlandırılan larva yumurtadan çıktıktan sonra birinci ara konak olan *Crustacea* (*Copepoda*) türü tarafından yenir. Bu konak içinde korasidyum larvası **proserkoid** safhası halinde gelişir. Eğer bu kopepod ikinci bir ara konak olan balık tarafından yenirse proserkoid balığın kasları arasında kistleşir ve **pleuroserkoid** larvası haline dönüşür. Pleuroserkoid larvası genç bir şeride benzer, fakat strobilası yoktur. Eğer enfekte edilmiş balık, bir memeli tarafından yenirse strobilasyon meydana gelir ve ergin şerit halinde memeli barsağında gelişir. Bu tek birey burada 4000 proglottid ve 18m. uzunluğa erişebilir.

**Şekil 8. 24. *Dibothri*
balık yiyen meme
siklusu.**



Şekil 8. 25. *Taenia solium*'un sistiserkus larvası: a) Eldiven parmağı gibi içeri çökmüş scolex; b) Kısmen dışa yönelmiş scolex; c) Konağın barsağına tutunmadan önce sistiserkus larvasının tamamen dışarı çıkmış scolex'i.

Domuz şeridi olan *Taenia solium* basit yaşam siklusu olmasına rağmen ileri düzeyde bir parazittir (Şek. 8.23). Yumurtaları insan dışkısı ile atılır. Yumurtaları tek ara konak olan domuz tarafından yenmedikçe açılmazlar ve gelişmezler. Gelişmelerindeki ilk safha **onkosfer** larvasıdır. Bu larva korasidium larvasına benzer ancak silleri yoktur. Onkosfer domuz'un barsak duvarını delerek kan damarlarına geçerler ve buradan da çizgili kaslara aktarılırlar. Burada her bir onkosfer, **sistiserkus** larvasına dönüşür (Şek. 8.25). Sistiserkus'ta skolex eldiven parmağı şeklinde içeri çökmüştür ve domuz kaslarında kistleşmiş haldedir. İyi pişmemiş domuz eti yendiği zaman skolex tekrar ters döner ve şerit erginleşmek üzere gelişimini tamamlayacağı ince barsak duvarına tutunur.

Altklasis : *Eucestoda*

Vücud strobilalı, üreme sistem her proglottidte tam. *Taenia* (Şek. 8.23), *Dibothriocephalus* (Şek. 8.24).

Altklasis : *Cetodaria*

Strobilasız, tek üreme sistemli. *Gyrocotyla*.

Prof. Dr. Murat AKTAÇ

ÖZET

1. **Bilateral simetrili, tribloblastik, asölomat kurtlardır.**
2. **Organizasyonları organ düzeyindedir.**
3. **Sefalizasyon gösteren en primitif grupturlar.**
4. **Anüs'süz, basit sindirim kanalları vardır.**
5. **Protonefridial boşaltım sistemleri vardır.**
6. **Aktif ve saldırgan yaşam şeklinin öncüsü olan metazoon'lardır.**
7. **Oldukça kompleks üreme sistemli hermafrodit hayvanlardır.**

9. FILUM : *NEMERTINI*

Nemertin'ler segmentsiz asölomat hayvanlardır. *Nemertina*, *Nemertea* veya *Rhyncocoelia* olarak da adlandırılırlar. Genellikle hortumlu hayvanlar olarak tanınırlar.

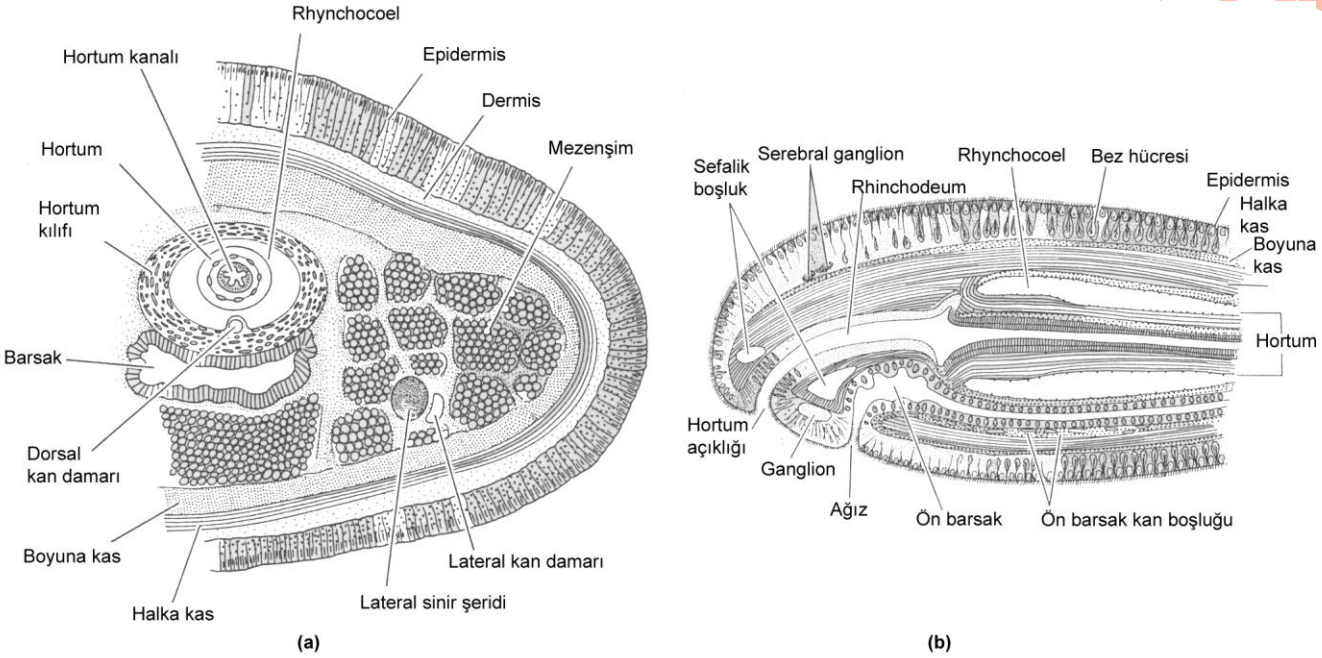
Bu gruptan 600 kadar tür tanımlanmıştır. Yassı kurtlardan daha karmaşık yapılıdırlar ve çoğu, yassı kurttan daha uzundur. Önde ağız, arkada anüs içeren tüp şeklindeki sindirim kanalı ve kapalı kan dolaşım sistemleri nemertin'leri platyhelmint'lerden farklı kılar. Nemertin'ler ayrıca özel bir boşluk (**rinkosöl**) içinde uzun ve dışarı uzatılabilen bir hortum cihazı içermeleri ile de karakteristiktirler.

Birkaç türü tatlısuda ve karada yaşamakla beraber nemertin'lerin çoğu denizde intertidal zonda yaşarlar. Bütün okyanuslarda bulunurlar. Kaya altlarında, deniz yosunları altlarında veya çamurlu kumda açtıkları oyuklarda yaşarlar. Birkaçı pelajiktir. Yassı kurtlarda olduğu gibi vücutları silindirik, yassı, şerit halinde ve ince uzundur. Yuvarlak ve kalp şeklinde olan anterior kısımları belirgin bir baş oluşturmaz. Çünkü bu bölge beyin içermez. Karakteristik olarak yassı kurtlardan uzun olan nemertinler 2m. uzunluğa kadar ulaşabilirler.

Genel morfoloji

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

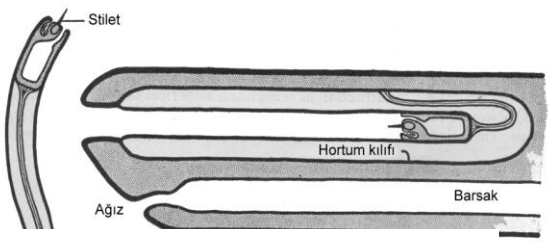
Nemertin'ler yassı kurtlara benzerler fakat daha ileri düzeyde organize olmuşlardır. Silli bir epidermisleri vardır (Şek. 9.1a,b,c). Epidermisleri çok sayıda mukus bezi hücreleri içerir ve dışarı açılan bu bezler vücut yüzeyini kaygan hale getirir. Derinin altında boyuna ve halka kas tabakaları vardır. Bu kaslar yassı kurtlarınkinden daha büyük, daha güçlü ve



Şekil 9. 1. Nemertini vücut duvarının organizasyonu: a) Anteriör'den enine kesit; b) Anteriör'den boyuna kesit;

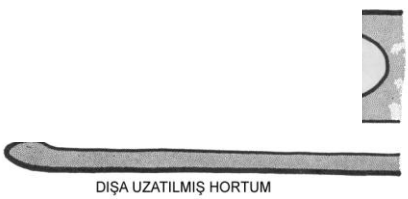
daha düzenli bir yapı gösterirler.

Nemertin'lerin en dikkate değer yapıları hortum cihazlarıdır (Şek. 9.1b, 9.2a,b). Bu çok amaçlı organ, barsaktan tamamen ayrı, bir ucu kapalı bir tüpten ibaret olup rinkosöl içinde yer alır. Bu hortum ağızın önünde ve üzerinde yer alan bir delikle dışarı açılır. Rinkosöl duvarı kaslıdır. Bu duvarın kasılması rinkosöl içinde bulunan sıvı üzerine bir basınç yapar. Bu basınç hortumun dışarı uzatılmasına neden olur (Şek. 9.2b). Hortum fırlatılmadan önce boşluk içinde katlı halde durur ve fırlatıldığında hayvanın uzunluğundan daha uzun olabilir. Uç kısımda bir delme dikeni bulunabilir. Hortum dışarı fırlatıldıktan sonra, rinkosölün arka kısmına bağlantılı özel kaslar vasıtasıyla geri çekilir (Şek. 9.2a).



Şekil 9.1. c) Nemertin'lerde epidermal hücreler.

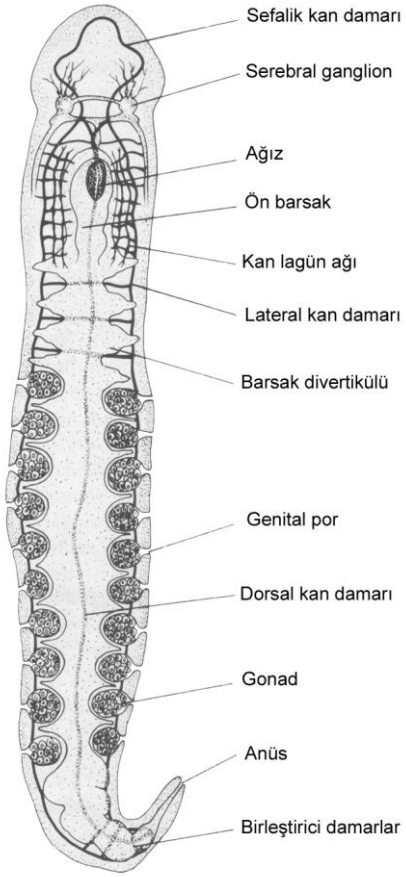
Tamamen mezoderm içinde yer alan bu vücut boşluğu gerçek sölomun bazı özelliklerini göstermekle beraber endodermal dokuları çevrelemediği gibi



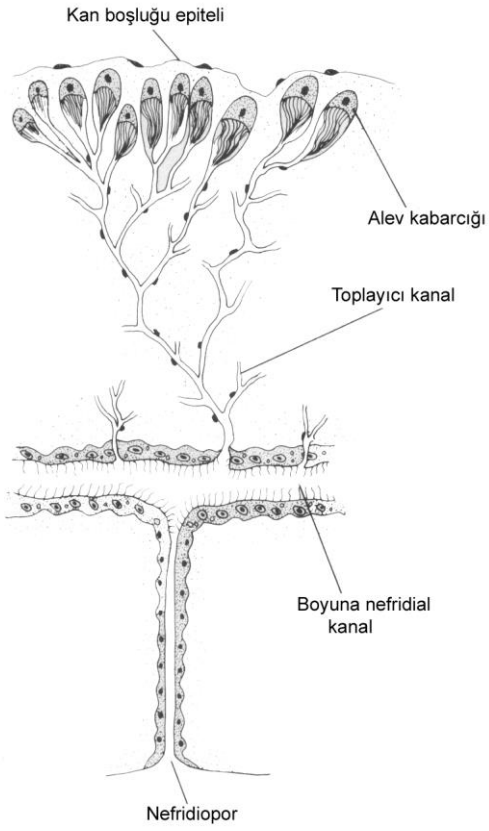
mezodermal organ sistemlerinin çalışması için de bir zemin oluşturmaz. Bu bakımdan hiçbir şekilde sölomlu hayvanların ikinci vücut boşlukları ile homolog olarak kabul edilmez. Rinkosöl sadece hortum cihazının yardımcısı niteliğindedir. Hortum, korumada, harekette ve oymada kullanılabilir. Fakat temel fonksiyonu av yakalamaktır.

Sindirim ve Beslenme

Nemertin'ler karnivordurlar ve leş yiyicidirler. Annelid'ler ve küçük krustase' lerle beslenirler. Avlarını hortumlarıyla yakalarlar. Delme dikeni içerenler bu dikeni avlarına batırırken çeşitli toksik maddeleri de enjekte ederler. Avlarını yakaladıktan sonra tamamen yutarlar.



Şekil 9. 3. Genelleştirilmiş bir Nemertin'in anatomik yapısı (şematik).



Şekil 9.4. Nemertinlerde kompleks protonefridyum. Dolaşım sistemi ile yakın ilişkilidir ve artıklar nefridial kanala boşaltılır.

Nemertin'lerin sindirim sistemleri yapısal olarak yassı kurtlarınkinden daha ileri düzeydedir. Sistem; ağız, ön barsak, uzun bir ince barsak ve anüs içerir (Şek. 9.3). Sindirim barsakta gerçekleşir.

Nemertin'lerin sindirim sistemlerinin en önemli özelliği anüsün bulunmasıdır. Bu ikinci açıklıkla besin barsaktan tek yönlü olarak dışarı çıkar. Böylece daha düzenli ve etkin bir sindirim gerçekleşmiş olur.

Dolaşım ve Solunum

Nemertin'ler gerçek dolaşım sistemleri bulunan ilk gruptur. Sistem kapalıdır. Barsağın yanlarında birer damar yer alır. Bu damarlar baş bölgesinde ve anüs çevresinde bir seri enine damarlarla birbirleriyle bağlanmıştır (Şek. 9.3). Kanın düzenli bir akış yönü yoktur. Kan, lokal kasılmalarla çırpılır. Nemertin'lerin çoğunun kanı renksizdir. Bazı türlerin kan pigmentleri vardır.

Gaz alış-verişi genelde basit diffüzyon ile olur.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

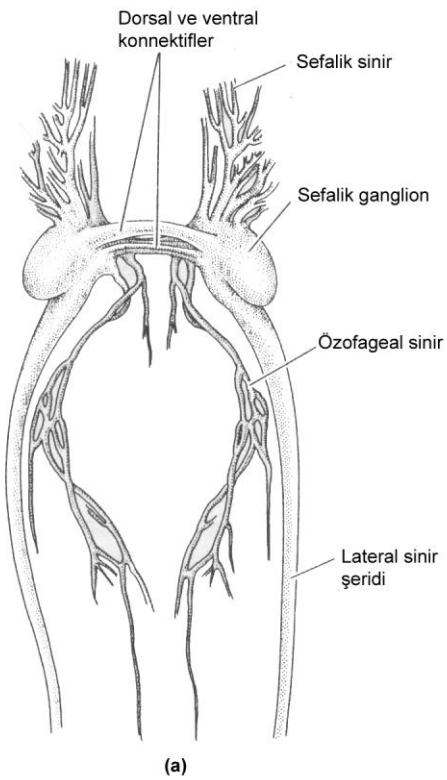
Yassı kurtlarda olduğu gibi nemertin'lerde de bu protonefridial sistem vardır. Sistemi alev hücreleri, tubüller ile nefridioporlar oluşturur. Primitif olarak ön barsağın yan taraflarında çift haldedirler. Bu sistem turbellar'larınkinden daha kompleks olup dolaşım sistemiyle de ilişkilidir. Alev hücreleri doğrudan doğruya kana gömülü olabilirler (Şek. 9.4). Bu durum gerçek bir boşaltım fonksiyonuna sahip olduklarını gösterir.

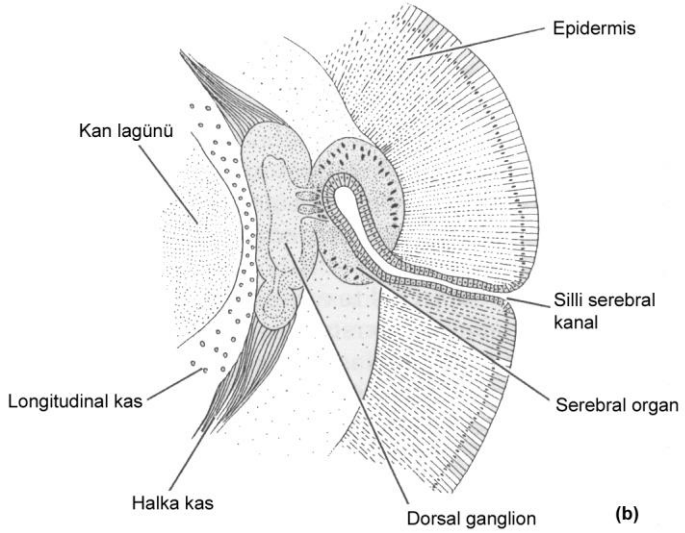
Sinir Sistemi

Sinir sistemleri turbellar'larınkine benzer. Sinirler daha çok yanlarda uzanır. Beyinleri büyüktür ve rinkosöl etrafında dört loblu bir halka şeklindedir (Şek. 9.5).

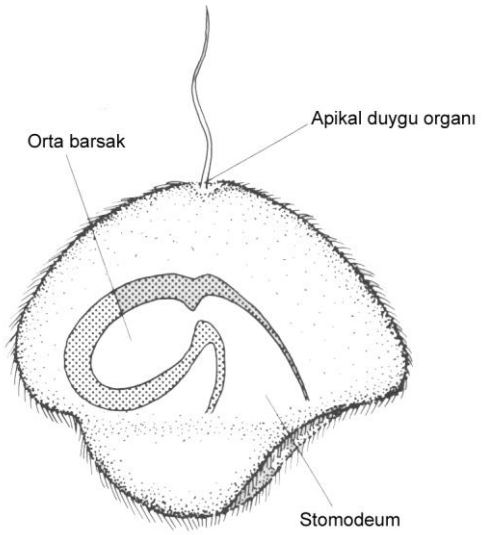
Epidermislerinde duygu kılları yer alır. Önde ise gözleri vardır. Filum
al **cerebral organlar**'ı vardır (Şek. 9.5). Bu organlar
dir.

Küçük formlar kayma hareketi yaparlar. Hortumları
ileri doğru da çekebilirler. Nemertin'lerin çoğu ışığı
ok duyarlıdırlar. Besinlerini büyük ölçüde kimyasal





Prof. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 9. 5. Nemertin'lerde sinir sistemi ve duygu organları: a) *Tubulanus*'da sinir sisteminin anteriör bölgesi; b) *Tubulanus*'da dorsal-serebral organ (enine kesit).

Üreme ve Gelişme

Hortumlu kurtlar dioktürler. Eşler dıştan ayırt edilemezler. Gelişmeleri doğrudan doğruya olabildiği gibi silli kalkan şeklinde bir **pilidium** larvası da içerebilirler (Şek. 9.6). Bu larva turbellar'ların Müller larvasına benzer. Larva serbest halde yüzer ve kompleks bir metamorfozdan sonra genç bir nemertin'e dönüşür.

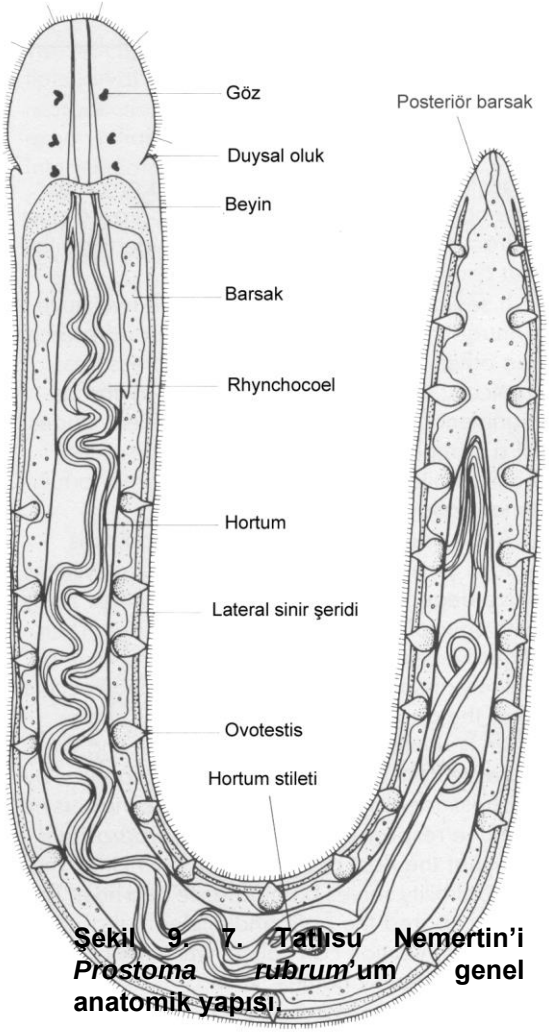
Şekil 9. 6. Nemertini pilidium larvası. (*Cerebratulus*)

Rejenerasyon ve Eşeysiz Üreme

Yassı kurtlarda olduğu kadar yaygın olarak rejenerasyon ve eşeysiz üreme göstermezler. Çok narin hayvanlardır. Çok dikkatle tutulduklarında bile birkaç parçaya ayrılabilirler. Sadece beyin içeren parça bir bütün nemertin olarak rejenere edilebilir. Birkaç cinste örneğin *Lineus*'ta rejenerasyon posteriorde mümkündür. Bazı *Lineus* türleri düzenli bir şekilde eşeysiz olarak ürer. Her bir küçük parça sonra kardeş nemertin'i oluşturur.

Tatlısuda yaşayan tek cins *Prostoma*'dır (Şek. 9.7). Karada yaşayan cins ise *Geonemertes*'tir

İki klasise ayrılırlar.



Şekil 9. 7. Tatlısu Nemertin'i *Prostoma rubrum*'un genel anatomik yapısı.

Klasis : *Anopla*

Hortumları dikensiz, denizlerde yaşarlar ve pilidium larvaları vardır (*Tubulanus, Cephalothrix, Cerebratulus, Lineus*).

Klasis: *Enopla*

Hortumları dikenli, tatlısuda (*Prostoma*), denizlerde (*Amphiphorus*) ve karada (*Geonemertes*) yaşarlar.

M. Nihat AKTAÇ

PSEUDOCOELOMATA

Bu hayvanların vücut boşluğu, asölomat vücut yapısında görülen problemlerin çözümü için metabolik bir adaptasyona sahiptir. Yer yer içi sıvı ile dolu olan boşluklar, yerlerini tüp - tüp içinde bir yapıya bırakmıştır. Dış tüp veya vücut duvarı, sindirim kanalı ve diğer iç organ sistemlerini içeren iç tüpe zarar vermeden hareket edebilir. Bu iki tüp arasındaki vücut boşluğu, osmotik bakımdan uygun bir sıvı ile dolu olup çeşitli fonksiyonları yüklenmiştir. Boşluk sayesinde metabolik mataryeller dolaşım için bir ortam bulurlar. Sindirim kanalı ve diğer organ sistemleri, çevrelerindeki dokulardan çok az etkilenerek boyca büyüme imkanı bulurlar ve sıvı dolu boşluk aynı zamanda bir hidrostatik iskelet olarak görev yapar. Vücut boşluğunun adaptif değeri, tüm yüksek organizasyonlu hayvanların tüp - tüp içinde bir vücut planı ile organize olmalarından kaynaklanmaktadır.

Vücut boşluğunun iki temel tipi vardır : Bunlar gerçek sölom ve pseudosöl'dür. En başarılı olanı, gerçek sölomdur. Gerçek sölom, tamamen mezoderm içinde yer alan boşluktur ve periton adı verilen özel bir mezodermal doku ile çevrilidir. Pseudosöl, tam olarak mezodermal bir boşluk değildir. Ektodermal ve mezodermal dokular ile endodermal barsak arasında yer alan bir boşluk halindedir.

Pseudosölomat'lar, çoğunlukla küçük ve kurt şeklinde hayvanlar olup aquatik ve parazitik habitatlarda yaşarlar. En yaygın pseudosölomat'lar *Nematoda* ve *Rotifera*'dır. Bunlar dışında birkaç grup daha vardır. Bu gruplar : *Gastrotricha, Kinorincha, Nematomorpha, Acanthocephala* ve *Gnathostomulida*'dır. Akantosefal'ler ve gnatostomulid'ler belirgin filum'lar olarak tanımlanmışlardır. Diğer filum'lar arasındaki genetik akrabalıklar ise hala tartışma konusudur.

10. ASCHELMINTHES

Nematod'lar, rotifer'ler, gastrotrih'ler, kinorinh'ler ve nematomorf'lar bazı ortak özelliklere sahiptirler ve topluca "Aschelminthes" olarak adlandırılırlar. Pseudosölomat olmaları dışında hepsi uzun ve kurt şeklinde olup küçük bir başları vardır veya başsızdırlar. Askelmint'ler, dışta dayanıklı bir kutikula içerirler. Subkutikular hipodermisleri genelde sinsisyum halindedir ve vücut duvarı kaslarını birbirleriyle bağlantılı kılar. Çünkü kasları tabakalar halinde değildir ve enine lifleri noksandır. Yapışıcı bezler, çoğu türü için karakteristiktir. Grupta solunum ve dolaşım organları yoktur fakat boşaltım sistemleri daima protonefridial yapılar halinde

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

bulunur. Sinir sistemleri basittir. Sindirim kanalı etrafında birbiriyle bağlantılı ganglionlar ile bu ganglionlardan uzanan birkaç büyük uzun sinir şeridi halindedir. Sindirim sistemleri, düz ve tüp şeklindeki barsak, belirgin bir yutak ve alt uçta anüs içerir.

Askelmint'lerin çoğu diöktür. Basit yapıdaki üreme sitemleri, sindirim kanalı ile birlikte ortak bir açıklık halinde kloak'a açılır. **Partenogenetik üreme**, bu hayvanlarda oldukça yaygın bir üreme tarzıdır. Hücrelerinin ve nuklear mataryellerinin sabit oluşu, bazı askelmint'lerin ilginç özelliklerindendir. Gelişmelerinin bazı dönemlerinde mitoz durur ve bu organizmalarda hücre sayısı sınırlı kalır.

Askelmint'lerin sınıflandırılması hala tartışmalıdır. Bazı araştırıcılar grup arasındaki yakın akrabalığa dayanarak bunları tek bir filum'un 5 klasisi olarak kabul ederler. Bazıları ise her birini ayrı bir filum olarak değerlendirir. Diğer bazıları ise askelmint'leri 2-3 temel gruba ayırmaktadır ve bu grupları filum belirlemeden geçici klasisler olarak dikkate almaktadır. Bu son varsayımın bazı yararları vardır. Ancak buradaki sınıflandırmada grup düzeyleri, geçici olarak filum bazında dikkate alınmıştır. Bu yaklaşımlara göre askelmintes, geçerli bir taksonomik terim değildir ancak 5 ayrı fakat akraba filum'u geçici olarak da olsa bir arada ifade etmektedir.

FILUM : *NEMATODA*

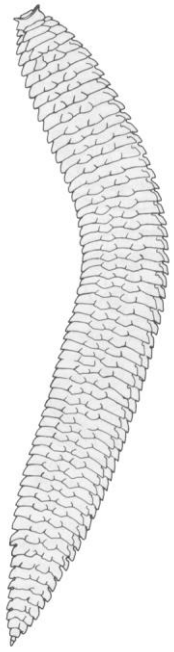
Askelmint'lerin en gelişmiş filumu'nu temsil ederler. Yaklaşık 10000 tanımlanmış tür ile tüm diğer pseudosölomat'ların toplamından daha çok sayıdadırlar. Her türlü çevrede bulunmalarıyla ekolojik olarak çok çeşitlilik gösteren omurgasızlar arasında yer alırlar. Geniş dağılım göstermelerine rağmen esas olarak aquatik hayvanlardır. Okyanuslarda, tatlısularda, diğer organizmaların vücutlarında veya karada su kenarlarındaki nemli topraklarda yaşarlar. Nematod'lar son derece bol bulunurlar. Büyük bir olasılıkla, okyanus tabanının en kalabalık metazoon grubudurlar. Hektar başına sayıları milyarları aşar. Köklü bir elma ağacında birkaç türe ait 90000 birey bulunabilir. Elverişli bir kültür ortamında hektar başına 3-9 milyar arasında bulunabilirler.

Genel morfoloji

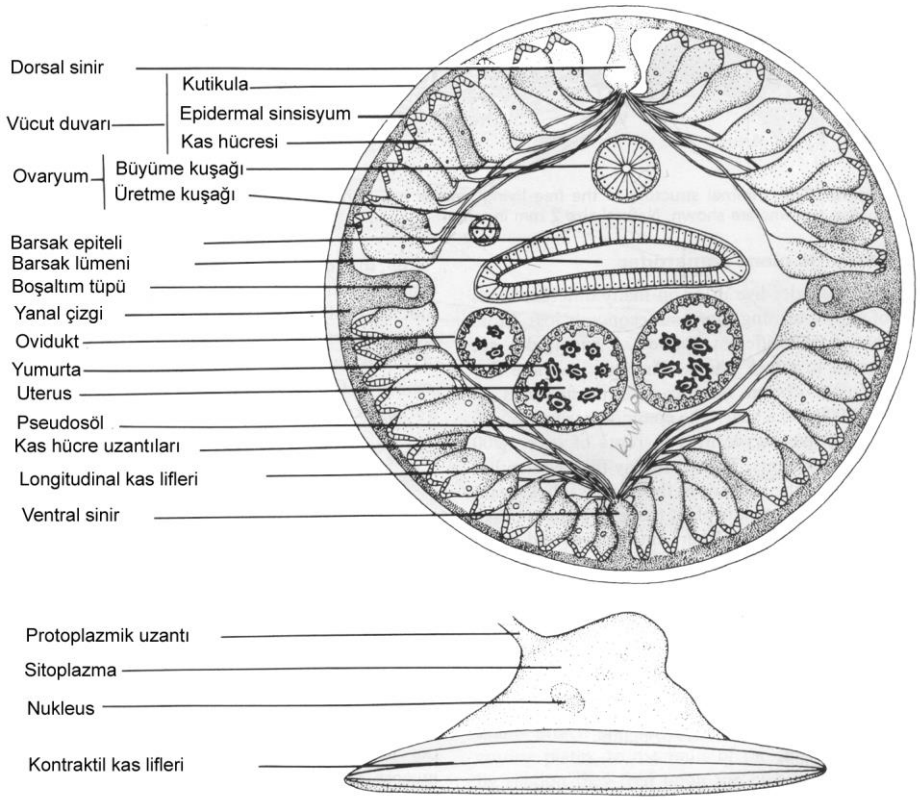
Morfolojik olarak basit hayvanlardır. Tüp-tüp içinde bir vücut yapısına sahiptirler. Dış tüp vücut duvarıdır, kutikula, hipodermis ve boyuna kaslar içerir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Sinirsel yapılar ve boşaltım ile ilgili yapılar bu tüp içinde gömülü halde bulunur. Pseudosöl'ü çevreleyen iç tüp, sindirim kanalı ve nispeten basit haldeki üreme sistemini içerir.



Şekil 10. 1. Nematod'larda kutikular yapılanma. Kuti-kular halkalar yalancı bir segmentasyon görünü-mündedir.



Şekil 10. 2. Dişi bir nematod (*Ascaris*)'tan enine kesit.

Nematod kutikulası sert protein (kollagen) ile organik ve inorganik lifler içerir, 3 tabaka halindedir. Bu sert ve koruyucu kılıf, dikenler ve halka şeklinde yapılarla desenlenmiş olup yalancı bir segmentasyon görüntüsü de verir (Şek. 10.1). Nematod kutikulası hareketsiz değildir. Suya, çeşitli iyonlara ve solunum gazlarına karşı geçirgendir Kutikuladaki çapraz lifler (kollagen lifler) kutikulaya esneklik sağlar.

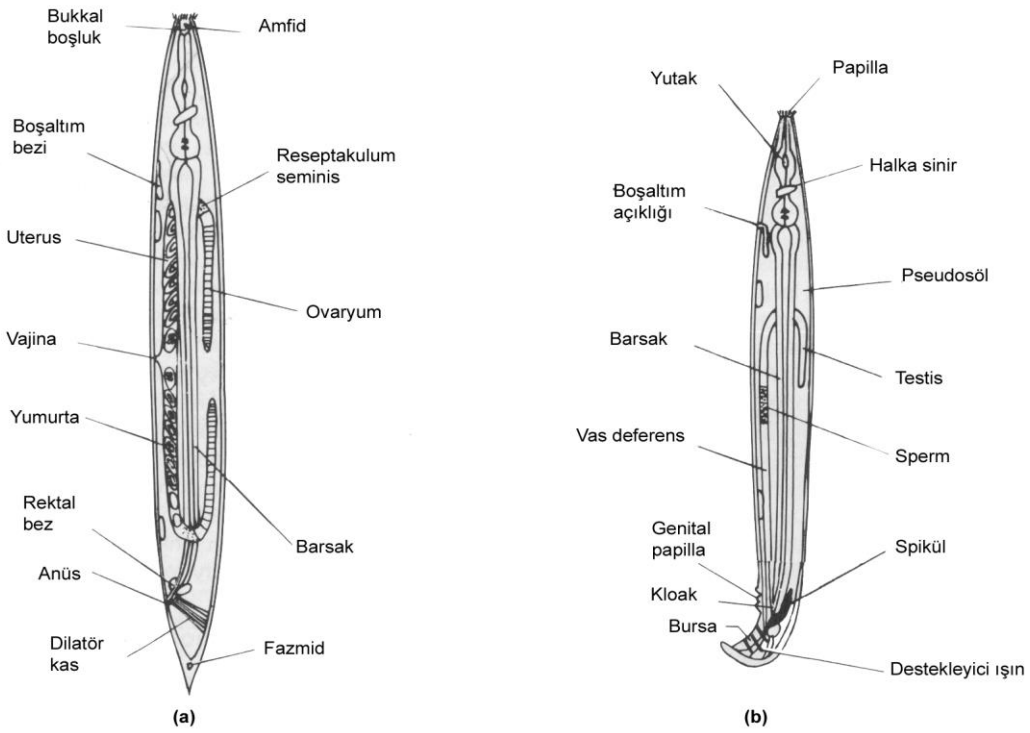
Hipodermis, kutikulanın altında yer alır. Bu tabaka dorsalde, ventralde ve yanlarda orta kısımlarda olmak üzere dört boyuna kalınlaşma içerir (Şek. 10.2). Hipodermis hücreleri büyük türlerde sinsisyum halindedir. Boyuna sinirler dorsal ve ventral kalınlaşmalarda yer alırken yan kalınlaşmalarda boşaltım kanalları yer alır. Serbest halde yaşayan nematod'ların çoğunda hipodermisten vücudun posterior ucuna doğru yapışıcı madde salgılayan bir bez açılır.

Hipodermal kalınlıklar vücut duvarı kaslarını 4 ayrı bölgeye ayırır. Bu kaslar sadece boyuna lifler içerirler. Nematod kasları tek tabaka halindedir ve katlı yapı

Prof. Dr. M. Ç

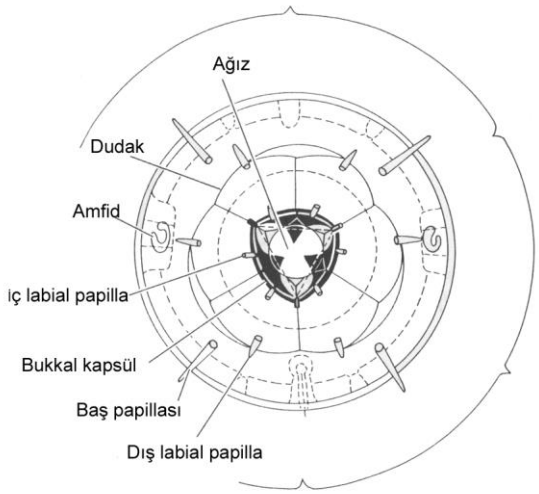
göstermez. Her bir kas hücresi uzantısını kendisine en yakın dorsal veya ventral sinir şeridine gönderir.

Nematod'larda pseudosöl geniştir ve sıvı ile doludur. Serbest halde pseudosöl'de yüzen hücreler bulunmamakla beraber boşluk duvarında fonksiyonu bilinmeyen hücreler yer alabilir. Sindirim kanalı pseudosöl içinde asılı halde durur. Nematod'larda sindirim sistemi anteriorde ağız, kısa bir ağız boşluğu, kaslı ve bezli

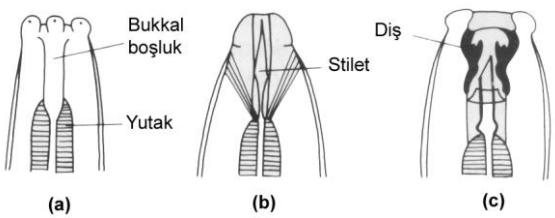


Şekil 10. 3. Genelleştirilmiş bir nematod morfolojisi (yandan görünüş): a) Dişi; b) Erkek.

yutak, ince barsak, rektum ve anüs içerir (Şek. 10.3a). Ağız, ağız boşluğu (bukkal



Şekil 10. 4. Genelleştirilmiş bir nematod'un anteriör ucunda dudakların ve sefalik duysal yapıların radial dizilişi.



Şekil 10. 5. Üç farklı beslenme tarzı gösteren üç nematodun anteriör uç bölgesinin şematik yapısı: a) *Rhabditis*, mikroorganizmalarla beslenmekte; b) *Tylanchus*, bitki paraziti; c) *Actinolaimus*, predatör.

boşluk) ve yutak kutikula ile astarlıdır. Ağızın etrafında yer alan dış dudaklar ve duysal uzantılar ağız cihazını oluştururlar. Ağız cihazında 6 kutikular dudak vardır (Şek. 10.4). Dudaklar radial dizilidir ve her biri bir iç ve bir dış papilla içerir. Nematod dudakları çeşitli varyasyonlar gösterir. Bu varyasyonlar diş oluşumu, dudak sayılarında azalma ve papilla sayılarında artış şeklindedir.

Sindirim ve Beslenme

Ekolojik çeşitliliklerine uygun olarak nematod'lar değişik besinlerle beslenirler. Bitki ve hayvanlarla hem predatör hem de parazit olarak beslenirler. Nematod'ların bir çoğu leş yiyici olmakla beraber bir kısmı tamamen dışkı ve çamurdaki mikroorganizmalarla da beslenirler. Bu filum'da, genelde çeşitli beslenme teknikleri kullanılırken, her bir türün çok sınırlı bir diyeti vardır.

Nematod'ların ağızları bukkal boşluğa açılır. Burada uzun ve oyuk bir stilet (delme dikeni) bulunabilir (Şek. 10.5). Bu stilet ağızdan dışarı uzatılarak bitki ve hayvan ısırılabilir. Isırma esnasında besinin emilmesi için bir tüp oluşturulabilir. Emmeyi gerçekleştiren organ yutaktır (Şek. 10.3, 5). Yutak çok kaslı ve bezli yapıdadır. Besinlerin barsağa geçişini kontrol eder. Yutak ile barsak arasında bir kapakçık vardır. Nematod barsakları basit bir tüp şeklindedir. Sindirim ve emilim yapan hücreler içerir. Pseudosöl sıvısının turgor basıncı nedeniyle daima basık haldedir. Barsak ile rektum arasında ikinci bir kapak vardır. Bu kapak, besinlerin emilim işlemi tamamlanmadan önce sıkıştırılıp atılışını önler. Rektum, ventral konumlu anüse açılır (Şek. 10.3). Sindirilmiş besinler pseudosöle geçerler ve buradan vücut boyunca dağılırlar.

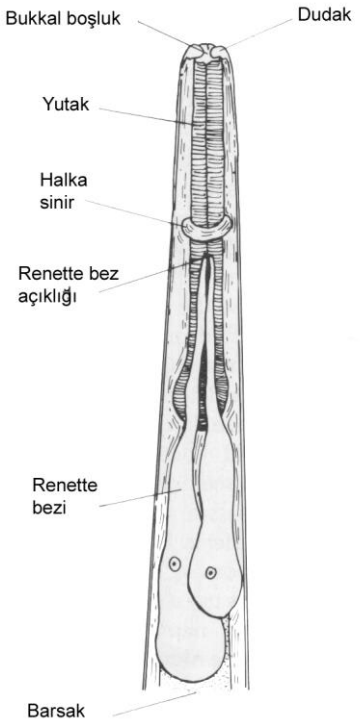
Beslenme davranışı nematod'ların sindirim sisteminde özelleşmelere neden olur. Bakterilerle beslenen nematod'larda ağızdaki sert yapılar ve bukkal boşluk indirgenmiştir. Küçük herbivorlar da bitki hücresinden besinleri elde etmek üzere oyuk bir stilet'e sahiptirler. Bazı karnivor türler bukkal boşlukta değişik sayıda diş içerir. Kanla beslenen nematod'lar kan akışını sürekli kılmak üzere antikoagulant bir madde salgılayabilir.

Solunum ve Dolaşım

Nematod'ların gaz alış-verişi için veya materyallerin vücuda dağıtımı için özel yapıları yoktur. Pseudosöl sıvısı iç taşımayı sağlar. Bu kurtların küçük olanları basit diffüzyon ile gaz alış-verişi yaparlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Nematod'ların çoğu çamurlu topraklarda, buzla kaplı göllerde, omurgalıların sindirim kanallarında veya oksijen miktarının az olduğu başka yerlerde de yaşarlar. Bu durum bu hayvanların anaerobik metabolizma yetenekleri olduğunu gösterir. Nematod'ların bir kısmı geçici olarak anaerob'turlar. Düşük oksijen koşullarında yaşarlar fakat oksijen miktarı arttığında çabucak oksidatif metabolizmaya dönerler.



Şekil 10. 6. Nematod (*Rhabdias*)'un anteriör uç bölgesinde, tek hücreli iki renette bezi.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

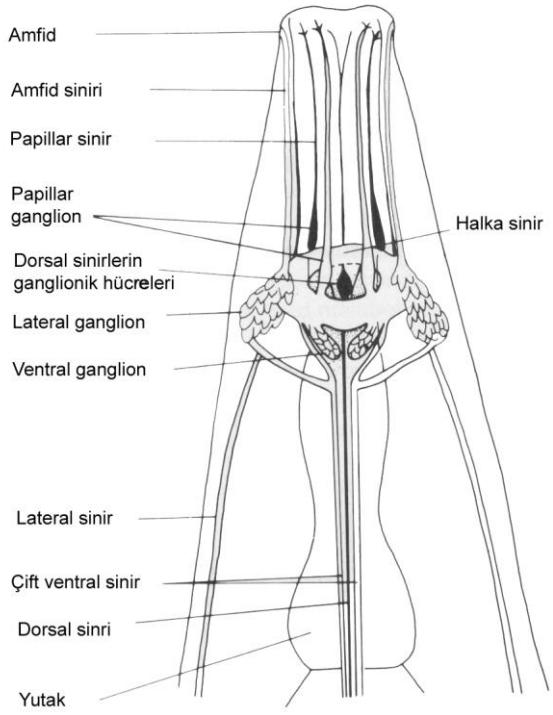
Nematod'lar, askelmintes filumları arasında protonefridial sistemlerinin bulunmayışı nedeniyle istisna oluştururlar. Boşaltım ve osmoregülasyon organları bir veya iki sayıda tek hücreli yapılar halindeki **renette bezleri'**dir. Primitif nematod'lar pseudosölde asılı halde duran bir veya iki renette bezi içerir. Bu bezler kısa bir kanalla birleştikten sonra anteriörde ventraldeki bir pora açılırlar (Şek. 10.6). Primitif formlarda renette bezlerinin kesin olarak fonksiyonları bilinmemektedir. Yüksek organizasyonlu nematod'larda ise boşaltım kanalı sistem halinde hipodermisin yan taraflarındaki kalınlıklarında uzunlamasına olarak yer alır.

Organizmanın osmoregülasyon gereksinimi, bulunduğu çevreye bağlıdır. Böylece denizel nematod'larda pseudosölomik sıvı deniz suyundakine benzer olduğu için basit bir osmoregülasyon sistemi vardır. Diğer taraftan tatlısu nematod'larının iyi gelişmiş boşaltım kanalları vardır ve fazla suyu pseudosölden atarlar. Nemli topraklarda yaşayanların ise özellikle etkin bir osmoregülasyon sistemine sahip olmaları gerekir. Çünkü her yağmur yağışında ve çok sıcak günlerde osmotik çevreleri çok ani olarak değişir. Nematod'lar nispeten toleranslı hayvanlardır. Birçok tür osmotik basınç değişikliklerine tolerans gösterir. Örneğin böceklerin hemosölünde yaşayan çoğu parazit nematod konağın deri değiştirmesi esnasında büyük osmotik dalgalanmalarla karşı karşıyadır. Toprakta, yosunlar arasında veya diğer bazı bitkilerde yaşayan nematod'lar metabolik aktivitelerini büyük ölçüde azaltabilirler ve kurumuş hale geçebilirler. Bu durum **kriptobiosis** (gizli canlılık) olarak bilinir. Bu nematod'larda pseudosöldeki sabit koşulların saptanmasında bazı yardımcı kontrol

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

sistemleri etkili olur. Kutikula suyun vücuda girişinde geçirgen olmasına karşı suyun vücuttan çıkışına imkan vermez. Çeşitli iyonlara karşı değişik geçirgenliğe sahip olması dış ortamdan belirli elementlerin vücut içine girişini de engeller. Nematod barsakları aynı zamanda iyonları ve fazla suyu da anüs yoluyla dışarı atabilir.

Boşaltım ürünlerinin belli başlı olanları amonyak, üre ve organik asitlerdir ve bu maddeler anaerobik metabolizma sonucu oluşurlar. İnsan barsağında parazit olarak yaşayan *Ascaris*, azotlu artıklarının %69'unu amonyak, %7'sini ise üre olarak atar. Bu parazitler susuzlukla karşı karşıya bırakılırlarsa %52 üre, %27 amonyak boşaltarak vücut sıvısını korurlar.



Şekil 10. 7. Nematod (*Cephalobellus*) da sinir sisteminin anteriör kısmının şematik yapısı.

Hareket sistemi

Nematod'lar, yassı kurtlara oranla biraz daha hızlı hareket ederler. Ancak çok aktif hayvanlar değildirler ve davranışları asölomat filum'larda olduğu gibi sınırlıdır. Nematod'lar özel kaslara sahiptirler. Deniz gülleri, yassı kurtlar, nemertin'ler ve annelid'lerin vücut duvarlarında enine ve boyuna kas tabakaları bulunmasına rağmen, nematod kasları tabakalar halinde organize olmadığı gibi halka kasları da bulunmaz. Vücut duvarında kaslar uzunlamasına şeritler oluşturacak şekilde dizilmişlerdir. Her kas hücresi dorsal ve ventral sinir şeridi ile sitoplazmik bağlantı oluşturur. Kas ve sinir arasındaki ilişkide, kastan sinire uzantı göndermeleriyle istisna oluştururlar.

Nematod'ların sinir sistemi yapısal olarak gelişmiş turbellar'larınkine benzer. Yutak bölgesindeki sinir halkası beyin olarak adlandırılabilir (Şek. 10.7). Bu halkada 4 ganglion (dorsal, ventral, lateral - sağ ve sol konumlu) yer alır. Dorsal ve ventral ganglionlar uzunlamasına sinir şeritlerini oluştururlar. Lateral ganglionlardan dudaklara ve oral duygu organlarına çeşitli kısa sinirler uzanır. Ventral sinir şeridi çift halde olabilir. Anal ganglionla sonlanır. Hem duysal hem motor lifler içerir. Lateral ganglionlardan ayrıca iki küçük boyuna şerit uzanır. Bu lateral şeritler duysaldır. Nematod sinir sistemi asölomat'larınkindan daha fazla gelişmiş değildir ancak

Prof. Dr. Nevinat AKTAÇ

bipolar neuronları oluştururlar. Morfolojik olarak akson ve dendrit içeren en primitif askelmint'lerdir.

Duygu organları

Belli başlı duygu organları, dudaklardan uzanan çıkıntılar ve **amfid**'lerdir. Dudaktaki duysal çıkıntılar dokunum reseptörleri halindedir. Amfidler dudak kompleksinin üzerinde yer alan bir çift çukurluk halinde yapılardır (Şek. 10.4). Amfidler serbest halde yüzen denizel türlerde çok iyi gelişmişlerdir. Parazit formlarda ise indirgenmiş ve değişikliğe uğramışlardır. Serbest halde yaşayan nematod'larda kutikuladan orijinlenmiş ve göz olarak kabul edilen mercekli bir çift pigmentli kapsül vardır. Diğer duygu organları bazı nematod'ların kuyruk bölgesinde yer alan ve **fasmid** olarak adlandırılan bir çift tek hücreli bezlerdir (Şek. 10.3). Kesin fonksiyonları bilinmemektedir. Fakat kimyasal algılayıcılar olarak anteriorde yer alan amfidlere eşdeğer yapılar oldukları düşünülebilir. Fasmid'ler zooparazit formlarda iyi gelişmiştir.

Amfid ve fasmidlerin, nematod'ların osmotik basınç altında kalmaları halinde şiştikleri o nedenle de bu organların pseudosöl sıvısındaki iyon yoğunluğunu kontrol ettikleri de ileri sürülmektedir.

Üreme ve Gelişme

Nematod türlerinin çoğu dioktür. Eşeyler birbirinden kolaylıkla ayırd edilebilirler. Erkekler tipik olarak dişilerden daha küçüktür. Erkeklerde kuyruk bölgesi kıvrıktır ve kopulasyonla ilgili yapıları daima dıştan belirgindir (Şek. 10.3). Bazı nematod'lar ise hermafrodittir. Partenogenetik üreme gösterenler de vardır.

Nematod'larda gonadlar benzerdir. Erkeklerde testislerden ameboid benzeri spermler oluşur. Testislerin kaidesinde vesikula seminalisler yer alır ve kısa bir fışkırtma kanalı ile rektumla birleşirler. Bu kaslı kanalda prostatik bezler, spermlerin canlılığını koruması için sıvı salgılarlar. Erkek nematod'larda rektum, kloak olarak adlandırılır. Çünkü kloak bir taraftan sindirim kanalının bir kısmını oluştururken diğer taraftan üreme sisteminin bir kısmını yapar. Kloak keseleri, anüs yoluyla uzatılabilen kutikular spiküller tarafından çevrilirler.

Erkek üreme sisteminde sadece bir testis bulunurken dişide daima iki ovaryum vardır. Her dişi gonadı, testise benzer ovaryumdan oluşan yumurtaları, basit bir yumurta kanalı (ovidukt) yoluyla çift haldeki uteruslara aktarır (Şek. 10.3). Uteruslar kısa bir vagina ile birleşir. Vagina vücudun orta kısmında ventral taraftaki

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

gonopora açılır. Böylece dişi üreme sistemi sindirim sisteminden tamamen bağımsız bir açıklığa sahiptir ve dişi nematod'larda kloak yoktur.

Kopulasyon esnasında erkek, kloaktaki spikülü yardımıyla dişi gonoporunu açar ve fışkırtma kanalı yoluyla spermlerini dişinin uterusuna fışkırtır. Her uterusun distal ucu reseptakulum seminis olarak değişir ve döllenme burada olur. Gelişme uterusta tamamlanabilir ve böylece yavru, ana nematod'tan canlı olarak çıkar. Fakat genelde embriyonik gelişme döllenmiş yumurta yumurtlandıktan sonra meydana gelir.

Segmentasyon belirleyici, gastrulayon ise epiboli tarzındadır. Embriyonik gelişme tamamlandıktan sonra hücre bölünmesi bütün mitotik hücrelerde durur ve tekrar devam etmez. Sonuç olarak üreme sistemi dışında her organdaki hücre sayısı sınırlı kalır. Ayrıca hücre sayıları her tür için spesifiktir.

Karasal nematod'lar hermafroditik ve partenogenetik tarzdaki üremeye karşı oldukça yatkındırlar. Hermafrodit türler dişilere benzer ve gonadları tipik olarak önce sperm sonra yumurta hücresi meydana getirir. Spermler depo edilir ve kendi kendilerini döllerler. Partenogenetik populasyonlar erkek içerir.

Nematodlar'da eşeysiz üreme ve rejenerasyon bilinmemektedir. Erginleri yeni somatik hücreler meydana getirme özelliğini kaybettiği için bu durum doğaldır.

Nematod'lar yumurtadan genç bireyler halinde çıkarlar. Genç birey ergin yapıları içerir ancak üreme sistemi olgunlaşmamıştır. Nematod'larda somatik hücreler sabit sayıda oldukları için postembriyonik gelişme hücre bölünmesi ile sınırlanmıştır. Ancak boyları dikkate değer derecede uzayabilir. Kutikulaları yaşam boyunca dört defa atılır. Kutikula atılması arthropod'larda olduğu gibi hormonal kontrol altındadır.

Nematod'lar morfolojik olarak çok farklı türler içeren bir grup değildir. Ancak yarım milyon kadar tür içerdikleri tahmin edilmektedir. Bu sayı sadece serbest yaşayan türlere göre tahmin edilmiştir. Buna rağmen araştırılan her omurgalı konak hiç olmazsa bir ya da daha çok nematod içerir. Örneğin insanda 30 parazit tür yaşamaktadır.

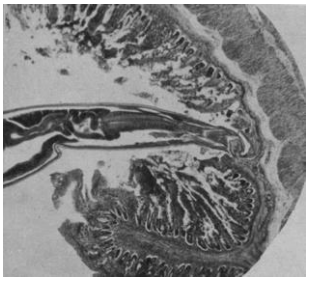


Şekil 10. 8. İnsan karaciğer dokusunda *Ascaris*.

Ascaris lumbricoides insan barsağında endoparazit olarak yaşayan ve en iyi bilinen Nematod'tur. Büyük bir tür olup 30cm. kadar uzunlukta olabilir. Binlerce yumurtayı

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

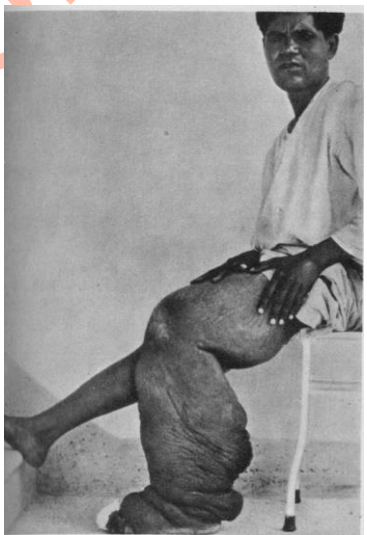
dışkı yoluyla dışarı bırakır. Enfeksiyonun olması için yumurtaların mutlaka ağız yoluyla alınmaları gerekir. İnsan sindirim kanalında yumurtadan çıkan genç bireyler barsak duvarını delerler ve hepatik-portal sisteme geçerler. Kan yoluyla akciğere taşınırlar (Şek. 10.8) ve burada hava keselerine geçerek öksürüldüğünde tekrar yutulurlar. Barsağa döndükten sonra kurtlar erginleşir ve barsak duvarına tutunurlar böylece büyük zararlara sebep olurlar. Çok sayıda olduklarında barsak boşluğunu tıkarlar. *Ascaris*'ler, insanın sindirim enzimlerinden korunmak üzere enzim inhibitörü salgılarlar. Bu durum yani koruma mekanizması barsak parazitlerinde yaygındır. Lağım pisliklerinin çok oluşu ve yumurtalarının da dayanıklı olması nedeniyle *Ascaris* türleri bütün dünyada çok yaygındır. 1947 yılındaki tahminlere göre insan populasyonunun %30'unu parazitlemişlerdi.



Şekil 10. 9. Barsak duvarına tutunmuş çengel kurdu (*Ancylostoma*)–kesit.

Çengel kurdu olarak bilinen *Ancylostoma,* insanda en çok zarar yapan parazit olduğu gibi diğer omurgalı gruplarda da dikkate değer hasarlara neden olur. *Ascaris*'te olduğu gibi *Ancylostoma'* da barsakta yaşar ve yumurtaları da konak dışkısında bulunur. Fakat genç bireyleri konak vücudunu terk ettikten sonra yumurtadan çıkarlar. Eğer uygun bir konak, ayağı ile ergin birey içeren dışkıya basarsa, konağın derisi ile temas imkanı bulan birey konak derisini delerek kana geçer ve oradan da akciğere gider. Sonra öksürülüp tekrar yutulur. Sindirim kanalına geçen çengel kurdunun ağzında keskin dişler vardır. Bu dişlerle barsak duvarını ısırır ve oraya tutunurlar (Şek. 10.9). Çengel kurdu *Ascaris* gibi barsaktaki maddelerle beslenmez. Daha çok kan yiyicidirler ve bu parazitler yoğun enfeksiyon halinde ciddi anemiye neden olurlar.





Trichinella spiralis, trişinoz hastalığı etmenidir. İnce ergin kurt barsak duvarında yaşar ve ovovivipardır. Larva kan yoluyla çizgili kaslarla taşınır. Burada kireçleşmiş kist oluştururlar (Şek. 10.10). Eğer çok sayıda kurt oluşursa kas dokusu bozulmaya başlar ve sonucunda acı duyulur ve katılık meydana gelir. Diğer bir konağa geçiş, kistli kurt içeren kasın, potansiyel konak tarafından yenmesi ile mümkün olur. Fare ve domuzda tek konaklı bir yaşam

Prof. M. Nihat AKTAÇ

döngüsü vardır. İnsanda iki konaklı yaşam döngüsü vardır. Çünkü insana iyi pişmemiş domuz etlerinden geçer.

Flaria cinsine ait kurtlar elefantiasis (fil hastalığı)'e neden olurlar. Erginleri omurgalıların lenf bezlerinde yaşarlar ve ovovivipar olarak meydana gelen genç yavrular kana bırakılırlar. Bunlara **mikrofilaria** denir. Bu genç namatod'lar derinin altına göç ederler ve buradan kan emici sineklerle (çoğunlukla sivrisineklerle) alınırlar. Büyüme ara konakta devam eder ve tekrar ana konağa, sivrisineğin beslenmesi ile geçerler. Enfeksiyon sonucu lenf damarlarını tıkar ve belirli vücut dokularında şişkinliklere neden olurlar. Bu durum elefantiasis olarak bilinmektedir (Şek. 10.11).

Şekil 10. 11. Elefanthiasis. Lenf damarlarının tıkanması sonucu bacakta oluşan deformasyon.

Klasis : *Aphasmida (Adenophorea)*

Fasmidler bulunmaz, çoğunlukla serbest yaşarlar. Örnek :*Trichosomoides Trichinella, Enoplus*.

Klasis *: Phasmida (Secernenta)*

Fasmidler bulunur, çoğunlukla parazit. Örnek : *Ascaris, Mesorhabditis, Rhabditis, Ancylostoma, Criconema, Tylenchus, Camallanus, Cephabellus, Aphelenchoides*.

ÖZET

1. **Pseudosöl olarak bilinen vücut boşluğu tipine sahip en büyük hayvan grubudurlar.**
2. **Silindirik kurtlardır. Tüp-tüp içinde vücut yapısına sahiptirler.**
3. **Ağızdan anüse kadar uzanan basit tüp şeklinde sindirim sistemleri vardır. Sistem yutağın çok kaslı olması ile tipiktir.**
4. **Renette hücreleri ve kanallarına dayalı tipik boşaltım sistemleri içerirler.**
5. **Kastan sinire uzantı gönderirler ve sinir hücrelerinde morfolojik olarak akson ve dendrit içeren en primitif hayvanlardır.**
6. **Hidrostatik iskeletleri iyi gelişmiş, halka kasları olmadığı için hareket güçleri sınırlı kalmıştır.**
7. **Eşeysel üreme gösteren diök hayvanlardır. Üreme organları dışındaki organlarında hücre sayısı sabittir.**

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

8. **Genel özellikleri ile çeşitli habitatlara uyum sağlamışlardır.**

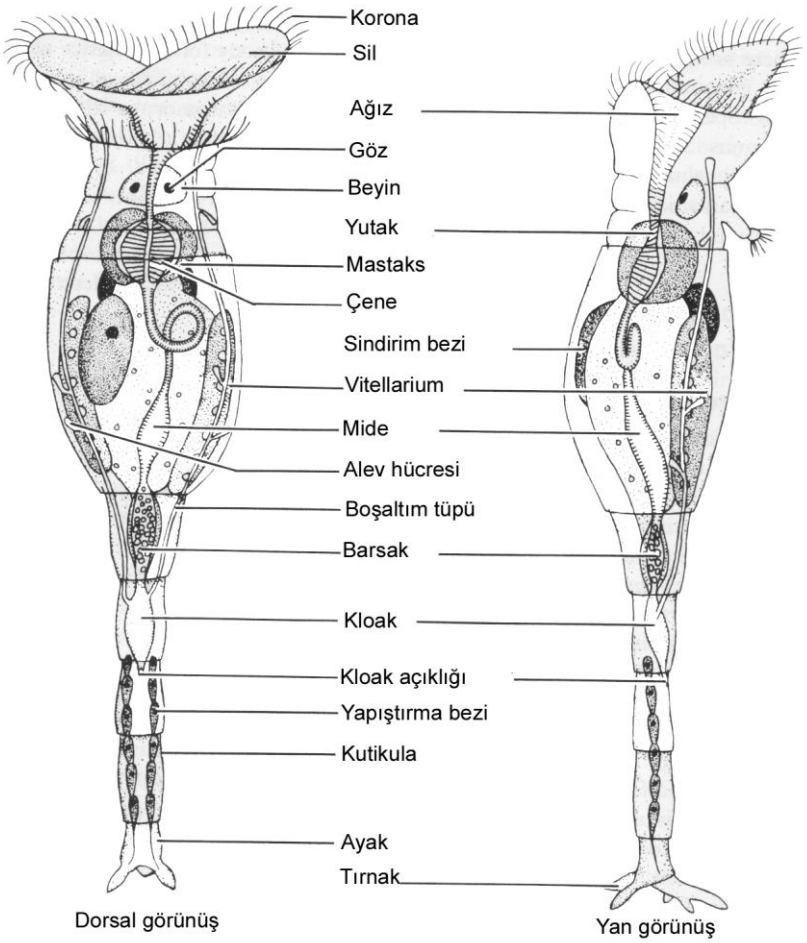
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

FILUM : *ROTIFERA*

Rotifer'ler, askelmin'tlerin ikinci büyük filumu olup aquatik ve çok küçük pseudosölomat'lardır. Dünyanın her yerindeki tatlısu'da bol miktarda bulunurlar ve tekerlekli hayvanlar olarak adlandırılırlar. Bu isim çoğu türün vücudunun anteriöründe yer alan bir sil çelenginden dolayı verilmiştir. Sillerin titreşimi dönen bir tekerleği andırmaktadır. Genel olarak rofiter'ler 0.5 mm'den daha kısa boydadırlar. Bu özellikleri nedeniyle yani boyca porotozoon'lara yakın oluşları ve anteriördeki belirgin sillerinden dolayı önceleri siliofor (*Ciliophora*) olarak tanımlanmışlardır. Yaklaşık 2000 tür içermektedirler.

Genel morfoloji

Uzun ve silindir şeklindeki tipik bir rotifer (Şek. 10.12a,b) vücudu, 3 büyük bölgeye ayrılır: Tepesi kesik şekilde anteriör uç bölgesi, büyük merkezi gövde ve terminal ayak. Anteriör uç bölgesi, değişik şekillerde organize olmuş silli bir kompleks içerir. Bu yapı **korona** adını alır. Korona'nın içinde veya kaidesinin ortasında ağız yer alır. Organ sistemlerini barındıran merkezi gövde, kutikula ile örtülüdür. Kutikula kalınlaşmış ve **lorika** adı verilen bir zırh halini almıştır. Kutikulanın altında hipodermis yer alır. Hipodermis hücreleri sin-sisyum halindedir. Hipo-dermis altında yer alan kaslar vücut duvarını oluşturur. Kutikula dar ve gittikçe incelen ayağı da çevreler. Bölmeli haldeki bu bölgede bölmeler bir teleskopun parçaları gibi ayağın gövde içine doğru çekilmesine olanak sağlar



Şekil 10. 12. Dişi bir rotifer' in genel yapısı: a) Dorsalden görünüm; b) Yandan görünüm.

Pr Yrd. Dr. Murat AKTAÇ

(Şek. 10.12a,b). Ayağın kaidesinde 1-4 arasında olan ve tırnak adı verilen çıkıntılar vardır.

Korona bu filum'un en belirgin özelliğidir. Bu bölge ağızı çevreleyen silli bir alan içerir. Siller, altlı üstlü iki sıra halinde dizilebildikleri gibi bazen sir, membranel ve diğer özelleşmiş yapılar halini de alırlar.



Şekil 10. 13. Rotiferlerde iki tip trophi'nin anteriörden görünümü: a) *Epiphanes senta* türünde öğütmek üzere özelleşmiş şekli; b) *Asplancha*'da koparmak üzere özelleşmiş şekli.

Sindirim ve Beslenme

Rotifer'ler sindirim kanalını tam olarak içerirler (Şek. 10.12a,b). Ağız, **mastaks** adı verilen büyük ve özelleşmiş bir yutağa açılır. Mastaks, **trophi** olarak adlandırılan güçlü çenelerle donanmıştır. Trophi tipleri filum taksonomisinde anahtar rolü oynadığı gibi beslenme tarzı hakkında da bilgi verir (Şek. 10.13a,b). Mastaks bölgesinde ayrıca yer alan mastaks bezleri, besinin mideye geçerken ufalanmasını ve kaygan hale gelmesini sağlayan tükrük benzeri madde salgılar. Mide ile yemek borusunun birleşme yerinde gastrik bezler sindirim enzimlerini salgılarlar. Mide sindirimin ve emilimin yapıldığı yerdir. Posteriörde silli bir barsak vardır ve kloaka açılır. Sindirim sistemi gövde ile ayak arasında yer alan dorsal anüsle sonlanır.

Rotifer'ler küçük hayvanlar oldukları için besinleri protozoon karakterindedir. Suda asılı halde duran protozoon'larla beslenenler bulunduğu gibi karnivor olanları da vardır. Birinci grup, suyu koronalarına doğru hareketlendirerek küçük mikroorganizmaları ve organik partikülleri elde ederler. Rotifer'lerin iki sıra halindeki sil çelenkleri ters yönde dönerek besinlerin ağıza doğru gelmesini sağlar. Yutaklar öğütme organı görevi yapar.

Solunum ve Dolaşım

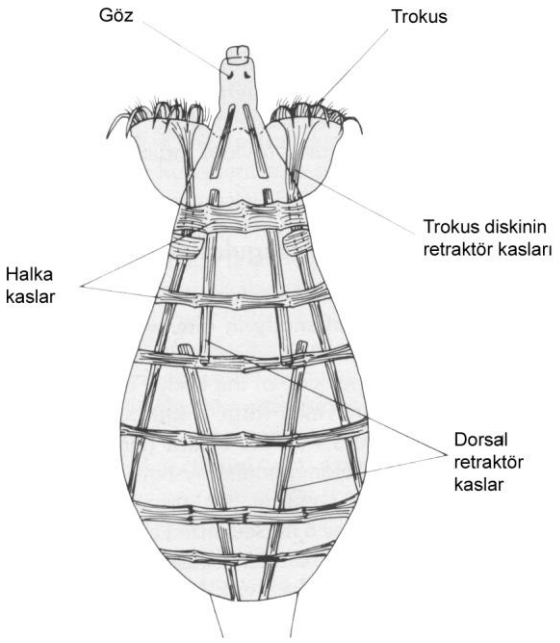
Özelleşmiş solunum ve dolaşım organları yoktur. Küçük hayvanlar olduklarından basit diffüzyon; pseudosölomik sıvı yardımıyla iç taşıma görevini yapar.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Rotifer'ler basit protonefridial sisteme sahiptirler (Şek. 10.12a). Sistemde önde bir veya birkaç alev kabarcığı vücudun her iki yanında yer alan iki uzun toplama kanalı ile pseudosöl'e doğru uzanır. Bu kanallar posteriörde birleşirler ve kaslı bir idrar kesesi oluşturarak kloaka açılırlar (Şek. 10.12a). Buna alternatif olarak protonefridial sistem sindirim kanalında mide ile barsağın birleşme yerine dökülür. Bu durumda da kaslı kloak idrar kesesi görevi yapar. Rotifer'lerin idrar kesesi düzenli olarak protonefridial sistemden su pompalar. Rotifer'ler küçük oldukları için boşaltım gereksinimlerini diffüzyonla karşılayabilirler. Osmoregülasyon görevini ise protonefridial sistemleri yüklenmiştir.

Bazı rotifer'ler kurumaya karşı inanılmaz derecede dayanıklılık gösterirler. Bu durum **kriptobiosis**'e örnek oluşturur. Çoğu, geçici göllerde veya yosunlar gibi nemli bitkiler arasında yaşadığından bazı kurak mevsimlerde kuruyabilirler. Bu tür çevrelere uyum sağlayan türler uzun süre kuraklığa karşı dayanırlar ve su normal düzeyine ulaştığında tekrar aktif yaşamlarına dönerler. Bir araştırıcıya göre kurumuş bir rotifer, kurutulmuş bir yosundan 60 yıl sonra bile tekrar yaşama dönebilmiştir. Bu tür uyku halinde bile bazı metabolik aktivitelerini devam ettirirler. Çünkü oksijensizlikle öldürülebilirler. Ancak kurumuş rotifer'lerin nasıl canlı kalabildikleri bilinmemektedir.



Şekil 10. 14. Rotaria'da vücut duvarı kaslarının dizilişi (Dorsalden görünümü).

Hareket sistemi

Rotifer'lerdeki sinir, kas ve duygu organları askelmint'lerdeki temel plana uygundur. Rotifer'leri, nematod'lardan farklı kılan; hareket esnasında anteriör sillerini kullanmalarıdır.

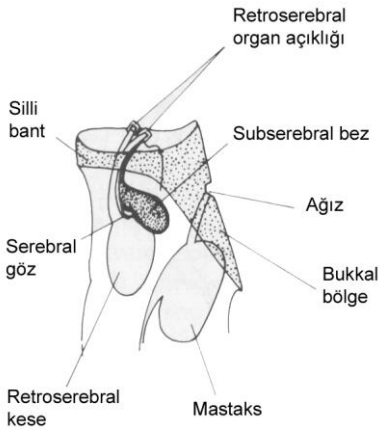
Vücut duvarlarında hem halka hem de boyuna kas içerirler. Nematod'larda olduğu gibi bu kaslar da çizgili değildir. Fakat belirgin lif bantları oluştururlar (Şek. 10.14). Bazılarında bu lifler vücut duvarlarını barsakla bağlantılı kılar.

Sinir sisteminde mastaks'ın üzerinde serebral ganglion veya beyin yer alır. Buradan vücut sinirleri uzanır. Bu sinirlerden de ayak ve diğer vücut yapıları ile bağlantı oluşturan ganglionlar ve yardımcı sinirler uzanır.

Pro Nihat AKTAÇ

Motor ve duysal sinirler belirgindir. Mastaks ve anteriör uçtaki duyu organları iyi bir şekilde sinirlerle donanmıştır.

Duygu organları

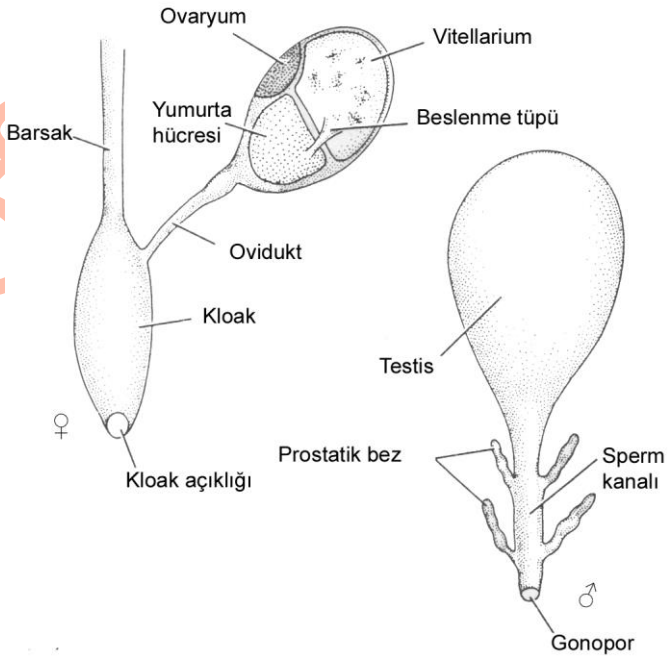


Şekil 10. 15. Primitif rotifer'lerde retroserebral organ yapısı.

Aşağı organizasyonlu omurgalılardaki gibi duysal kıllar ve silli çukurlar içerirler. Bu yapılar özellikle korona bölgesinde iyi gelişmiştir. Bazı rotifer'lerde 1-5 arasında değişen osellus'lar da bulunur. Bu yapılar beyinin üst tarafındaki gözü oluştururlar. Beynin üst tarafında aynı zamanda **retroserebral organ** yer alır. Bu yapı bir çift bez ile ortada bir kese içerir ve silli bölgeye açılır (Şek. 10.15). Kesin fonksiyonu bilinmemektedir.

Davranışları

Rotifer'lerin çoğu nematod'lardan daha aktiftirler. Bazı türleri yüzer, bazıları sürünür bazıları ise her iki hareketi de yapar. Tipik bir rotifer yüzerken ayak bölgesini çeker ve korona bölgesindeki sillerin gücüyle de kendisini ileri doğru iter. Rotifer'ler yüzerken siliofor protozoon'lar gibi spiral şeklinde dönerler. Sürünme, tırnaklar yardımıyla küçük adımlar şeklinde olur veya sülüğün hareket tarzında olur. Bu yöntemle vücutlarını uzatarak önce ön taraflarıyla bulundukları zemine tutunurlar, sonra tırnaklarını bırakarak ilerlerler. Sürünme aynı zamanda pedal bezlerin (ayak bezleri) yapışma salgıları ile de desteklenir. Bazı rotifer grupları ise sesildir.



Üreme ve Gelişme

Rotifer'ler eşeyli hayvanlardır fakat dişi, üreme aktivitesinin büyük bir kısmını yüklenmiştir (Şek. 10.16). Gerçekten de erkek rotiferler daima ince ve bir dereceye kadar dejenere olmuş yaratıklardır. Bazı türlerde ise erkekler henüz kaydedilmemişlerdir. Bu filum'da

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

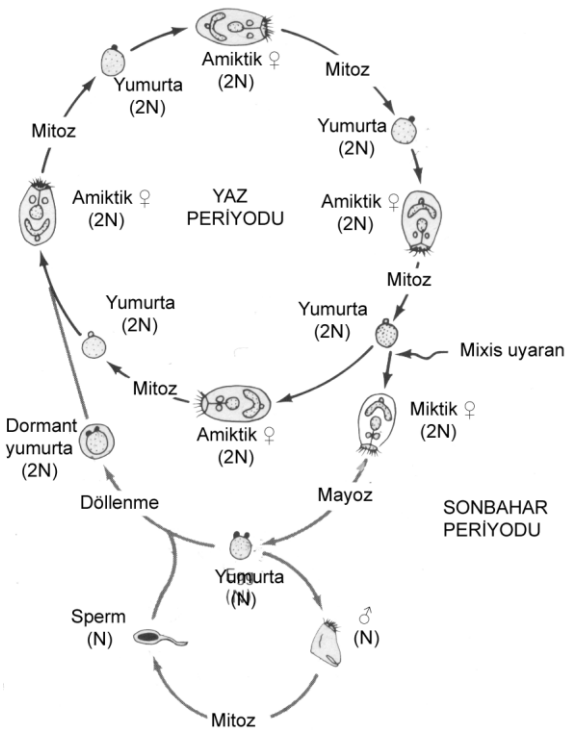
ayrıca partenogenez çok yaygın olarak görülür.

Dişi üreme kanalları bir veya iki **germovitellarium** içerir. Germo-vitellaryum, yumurta sarısı bezi ile birleşmiş ovaryum demektir. Ovaryumdaki nukleuslar küçük ve az sayıda olup her biri bir tek yumurta hücresi oluşturur. Yumurtalar kısa ovidukt yolu ile kloaka geçerler (Şek. 10.16). Erkekte üreme sistemi bir testis ve silli bir sperm kanalı içerir. Rotifer erkeklerinde sindirim kanalı dejenere olmuştur ve kloak yoktur (Şek. 10.16). Dolayısıyla sperm kanalının ayrı bir açıklığı vardır. Prostat bezleri, salgıladıkları sperm sıvısını genital açıklık duvarında oluşan kopulasyon organına verirler ve bu sıvı ile spermleri beslerler. Kopulasyon genelde hipodermik enjeksiyonla olur. Spermler iki tipte olabilir. Bir tipi dişi kutikulasından girmek üzere özelleşmişken diğeri döllenmeye özelleşmiştir.

Şekil 10. 16. Monogonant bir rotiferde erkek ve dişi üreme sistemi.

Gelişen yumurtalar kendi koruyucu zarlarını ve kabuklarını salgılarlar. Yumurtadan çıkmadan önce çeşitli objelere veya dişinin vücuduna tutunmuş halde dururlar. Birkaç rotifer'de kuluçka dönemi içte geçirilir. Segmentasyon belirleyicidir. Belirleyici segmentasyonla embriyogenezin çok erken safhalarında üreme sistemini oluşturan hücreler ayrılırlar. Daha sonraki gelişme esnasında diğer askelmint gruplarında olduğu gibi hücre bölünmesi durur ve ergin rotifer her organ sisteminde türe özgü hücre sayısına sahip olur.

Erkekler olgun organizmalar halinde yumurtadan çıkarken dişiler üreme olgunluğuna ve tam ergin boya ulaşmaları için birkaç güne gereksinimleri vardır. Çabuk olgun hale gelmeleri kısa yaşamları olduklarını gösterir. Kalın kabuklu kış yumurtaları ve uzun süre kuraklığa karşı durabilen formları dışında ancak birkaç hafta yaşayabilirler.



Rotifer'lerde partenogenetik üreme çok yaygındır ve birkaç grupta da büyük bir olasılıkla tek üreme şeklidir. Bazı türler sabit olmayan çevresel koşullara uyum sağlamak açısından hem eşeyli üremeyi hem de partenogenetik üremeyi bir arada gösterir. Bu tarz üremede (Şek. 10.17) uygun yaz aylarında tüm üreme partenogenetiktir ve ince kabuklu

Prof. Dr. M. Ninat AKTAÇ

yumurtalardan sadece diploid veya **amiktik** dişiler meydana gelir (mitoz bölünme). Kış şartlarına girildiğinde, bu şartlar bir uyaran (mixis) olarak rol oynar ve dişiler diploid **miktik** dişilere dönüşürler ve bu kez kalın kabuklu haploid (n) yumurtaları meydana getirirler (mayoz bölünme). Bu yumurtalar döllenmeden gelişir ve bunlardan erkek bireyler meydana gelir. Populasyonda erkeklerin oluşmasıyla döllenme şartları yerine gelir ve bu kez n sayılı haploid kalın kabuklu yumurtalar spermle döllenerek 2n sayılı ve kalın kabuklu döllenmiş miktik yumurtalar haline geçerler. Kalın kabuklu bu yumurtalar bir sonraki mevsim yani bahar ve yazda tekrar amiktik dişiler oluştururlar. Kalın kabuklu yumurtalar birkaç gün içinde açılmazlar ve birkaç ay genellikle ilkbahara kadar uykuda kalırlar. Rotifer'lere özgü olan bu üreme stratejisi geçici göllerde ve derelerde yaşayan türlerde görülür. Çeşitli çevresel koşullar miktik yumurta yumurtlanmasını başlatır. Bu faktörler yüksek populasyon yoğunluğu, besin yetmezliği ve fotoperyod'taki değişikliklerdir. Bu faktörlerin etkinlik derecesi türlere göre değişir.

Rotifer'ler korona ve mastax'larındaki modifikasyonlar, çeşitli üreme şekilleri ve hareket davranışlarına göre sınıflandırılırlar. Bu filumda ektoparazitism'e doğru bir eğilim vardır.

Tanımlanmış üç klasisleri vardır : *Monogononta, Bdelloidea, Seisonacea.*

Şekil 10. 18. Sesil rotifer (*Collotheca*)'de huni şeklindeki korona bukkal alandan gelişmiş.

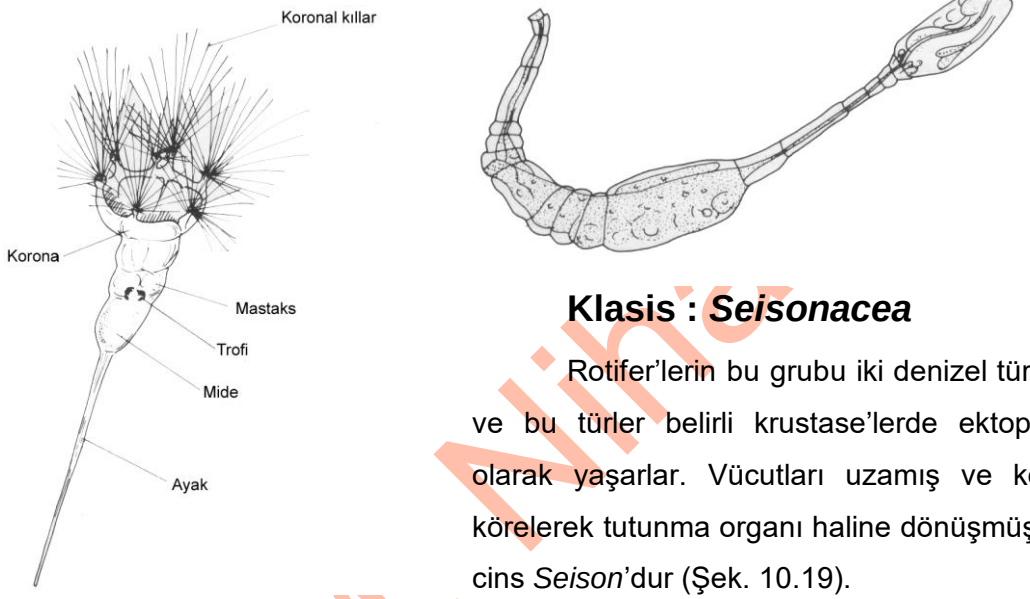
Klasis : *Monogononta*

Sesil türlerle birkaç yüzücü tür içerirler. Çoğunlukla predatördürler. Erkekler küçüktür ve dejenere olmuştur. Dişilerde tek germovitellarium bulunur. Üreme şekillerinden amiktik ve miktik yumurtaları dönüşümlü olarak oluştururlar.Yaygın cinsleri*Collotheca* (Şek. 10.18)*, Euchlanis* ve *Asplanchna*'dır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Klasis : *Bdelloidea*

Rotifera filumunun en iyi bilinen klasisidir. Anteriör uçları retraktildir ve tekerlek benzeri korona taşır. Korona iki disklidir vardır. Esas olarak suda asılı duran organizmalarla beslenirler. Mastakslar öğütme yapmak üzere adaptasyon gösterir. Partenogenez yaygındır. Erkekleri hiç tanımlanmamıştır. Dişiler iki germovitellaryum içerir (Şek. 10.16). En yaygın cinsleri: *Philodina* ve *Rotaria*'dır.



Şekil 10. 19. Seisonacea klasisi temsilcisi *Seison annulatus*.

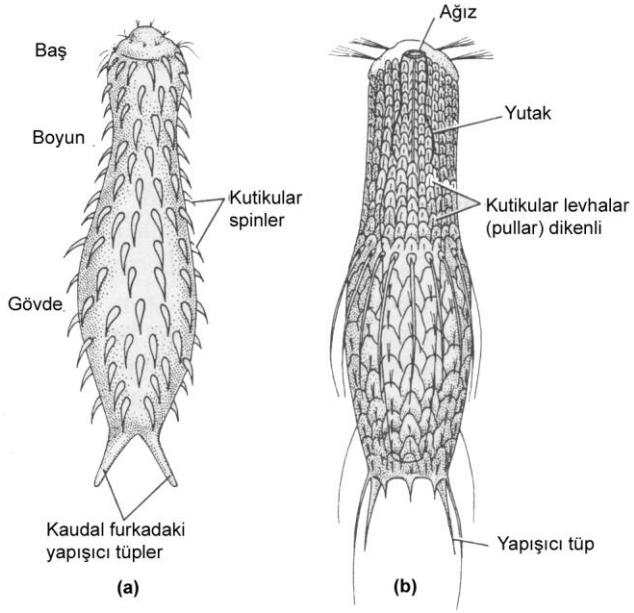
Klasis : *Seisonacea*

Rotifer'lerin bu grubu iki denizel tür içerir ve bu türler belirli krustase'lerde ektoparazit olarak yaşarlar. Vücutları uzamış ve korona körelerek tutunma organı haline dönüşmüş. Tek cins *Seison*'dur (Şek. 10.19).

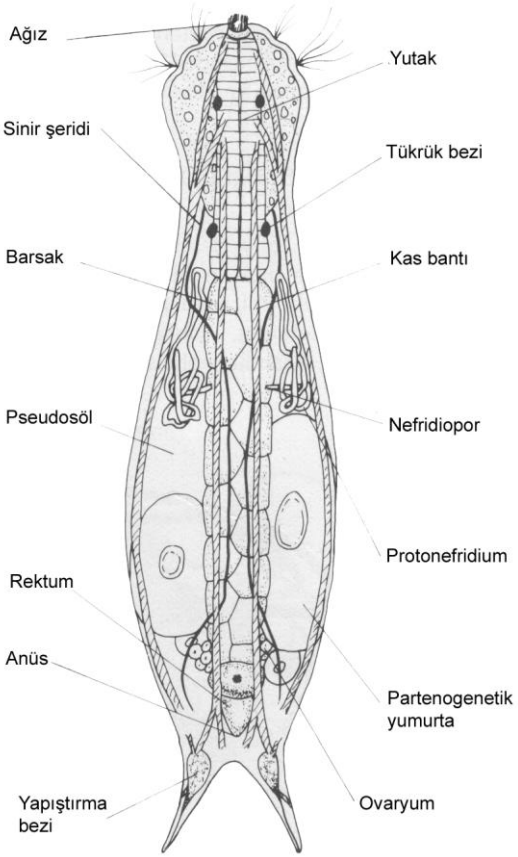
FILUM : *GASTROTRICHA*

Gastrotrih'ler küçük; aquatik ve kutikula ile örtülü askelmint'ler olup rotifer'lere benzerler. Ancak gastrotrih'lerde korona veya mastaks yoktur ve kutikula çoğunlukla desenlenmiş olup, üst üste dam kiremiti tarzında dizili pulsu yapıda ve uzun spinlidir (Şek. 10.20). Bu siller grubun kayma hareketinde kullanılır. Kutikulanın altında, rotifer'lerde olduğu gibi sinsisyum halinde hypodermis ve onun da altında subepidermal kaslar yer alır. Bu yapılar dar haldeki pseudosöl'ü çevreler.

Prof. Dr. M. Niha AÇ



Şekil 10. 20. Gastrotricha temsilcileri: a) *Chaetonotus*, kutikula pul ve çeşitli boyda spin içermekte; b) *Lepidodermella*, kutikula spinsiz ancak pul içermekte.



Şekil 10. 21. Tipik bir Gastrotrich'in anatomik yapısı–ventralden görünümü.

Prof. Dr. M. Nil AKTAÇ

Sindirim sistemlerinde kaslı fakat çenesiz bir yutakları vardır. Yutak, küçük organizmaları ve organik yapıları ağıza doğru emer. Ağızı siller çevreler ve bu siller besinin yakalanmasına yardımcı olurlar. Tatlısu gastrotrih'lerinde boşaltım organı olarak protonefridial sistem vardır fakat denizel türlerin çoğunda bu sistem bulunmaz. Sistemde çift haldeki kanalların her biri tek bir alev hücresinden artık suyu alır ve ventro-lateralde yer alan nefridioporla dışarı atar (Şek. 10.21).

Sinir sistemlerinde yutak bölgesinde yer alan iki gangliondan ventral sinir şeridi uzanır (Şek. 10.21). Ventral sinir şeridi de ayrıca ganglion içerir. Diğer bazı kısa sinirler tipik askelmint'lerdeki duysal kompleks olan anteriör kıllar, silli çukurlar ve göz beneklerini sinirlendirir.

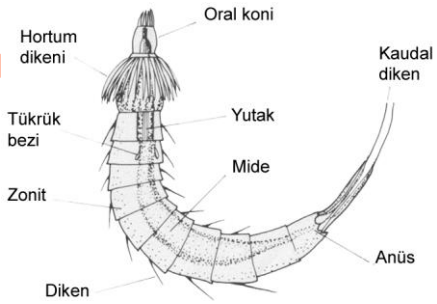
Çoğu pseudosölomat'a zıt olarak, gastrotrih'ler hermafrodittir fakat tatlısu'da yaşayan çoğu türde erkek üreme sistemi o denli indirgenmiştir ki tekrar partenogenetik üremeye yönelmek zorunda kalırlar. Ovaryum ve testisleri basit keseler halinde olup aynı anda gonoporlara açılırlar. Yumurtadan ergine benzer bir şekilde çıkarlar. Birkaç haftadan fazla yaşamazlar. Populasyonları, rotifer'lerde olduğu gibi uyku halinde kalabilen kalın kabuklu yumurtalar oluşturabilirler.

Hem tatlısu hem de denizel türler içerirler. Türlerin çoğu detritus ve dip sedimenti arasındaki boşluklarda yaşarlar. Bazıları ise suda tamamen gömülü halde olmayan bitki ve hayvanların üzerinde görülür. Rotifer'ler kadar olmasa bile tatlı suda oldukça yaygındırlar.

Belirgin cinsleri *Chaetonotus ve Lepidodermella*'dır.

FILUM : *KINORHYNCHA*

Denizel bir filum olup türleri çamurlu zemindeki oyuklarda yaşarlar. 1 mm boyları ile rotifer'lerden ve gastrotrih'lerden biraz daha büyüktürler. En önemli özellikleri kutikulalarının **zonites** olarak adlandırılan 13 bölmeye ayrılmasıdır (Şek. 10.22). Birinci zonit, retraktil olan baş bölgesi, ikinci ise boyun bölgesidir. Geri kalan 11 bölme ise gövdeyi temsil eder. Her zoniti çevreleyen kutikula dorsalde spin taşıyan bir plak ile 2 veya 3 ventral plak taşır. Bu plaklar elastiki bir kutikula ile birbiriyle eklenmiştir. Vücutlarında eksternal



Şekil 10. 22. Ergin bir Kinorinh'in temel anatomik yapısı.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

siller bulunmaz. Kutikular bölgeleşmeler vücut duvarında da görülür ve sinsisyum halindeki hipodermis ile boyuna kaslar bloklar halindedir.

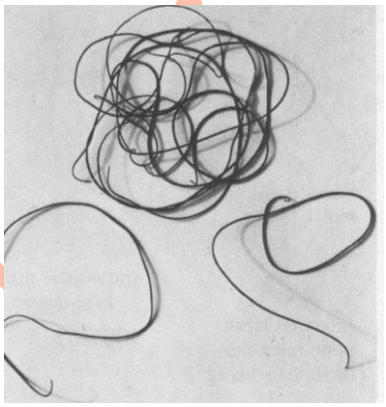
Kinorinh'ler çoğunlukla döküntü yiyicidirler ve sindirim sistemleri nematod'larınkine benzer (Şek. 10.22). Nematod'lardan en önemli farkları ileri uzatılabilen spinli ağız konisi içermeleridir. Ağız konisi hortum şeklindedir (*Kinorhycha,* hareketli burun anlamındadır).

Boşaltım organları olan protonefridial kompleksleri gastrotrih'lerinkine benzer. Sinir sistemleri hipodermisle ilişkilidir ve bloklar halinde organizasyon gösterir. Yutak etrafında yer alan beyinden, ventral sinir şeridi uzanır ve her bir zonitteki ganglionları birbiriyle bağlantılı kılar.

Kinorinh'ler dioktürler fakat eşeyler boy bakımından ve genel vücut şekli bakımından benzerdirler. Her eşeyin bir çift basit gonadı ve gonoporları vardır. Yumurtadan çıkana kadar genç kinorinh'ler oldukça küçüktürler, bu durum askelmint filumlarında karakteristik olmayan bir özelliktir. Zonitlerin hepsi belirginleşinceye kadar ve organ sistemlerinin çoğu tam gelişim gösterene kadar birkaç kez deri değiştirirler. En iyi bilinen cins *Echinoderes'tir*.

FILUM : *NEMATOMORPHA*

Nematomorf'lar ince uzun vücutlu olmaları nedeniyle at kılı kurtları olarak tanınırlar (Şek. 10.23). Uzunlukları 1m'ye kadar ulaşmakla beraber genişlikleri 1mm. civarındadır. Ergin at kılı kurtları denizde, tatlısu'da ve nemli topraklarda yaşarlar. Larvaları ise arthropod'larda parazit yaşar.



Şekil 10. 23. Tipik bir Nematomorf. (*Gordius* – At kılı kurdu)

Vücut duvarları tipik olarak askelmint'lerdekine benzer. Kalın bir dış kutikula hücresel hipodermis, boyuna liflerden ibaret subhipodermal kaslar içerir. Çoğunda hücresel elemanlar nedeniyle pseudosöl oldukça indirgenmiştir. Sindirim kanalı bu filum'da dejenere olmuştur. Erginler beslenmezler, parazitik gelişme safhalarında vücut yüzeyleriyle besin absorbe ederler. Protonefridyumlar tamamen kaybolmuştur. Sinir sistemleri kinorinh'lerinkine benzer. Hipodermis içinde ventral sinir şeritleri vardır. Nematomorf'lar diök'türler ve kloakla sonlanan basit bir üreme sistemleri vardır. Döllenme suda olur.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Genç kıl kurdu böcek veya diğer arthropod'ları parazitlemeden önce kısa bir süre serbest yüzer. Konaklarının hemosöl'ünde birkaç kez deri değiştirerek büyürler. Olgun hale gelince ergin nematomorf halinde konaktan çıkarlar. Ancak beslenmezler, sadece erkekler aktif olarak yüzer ve sürünürler. Bilinen tipik cins *Gordius'tur.*

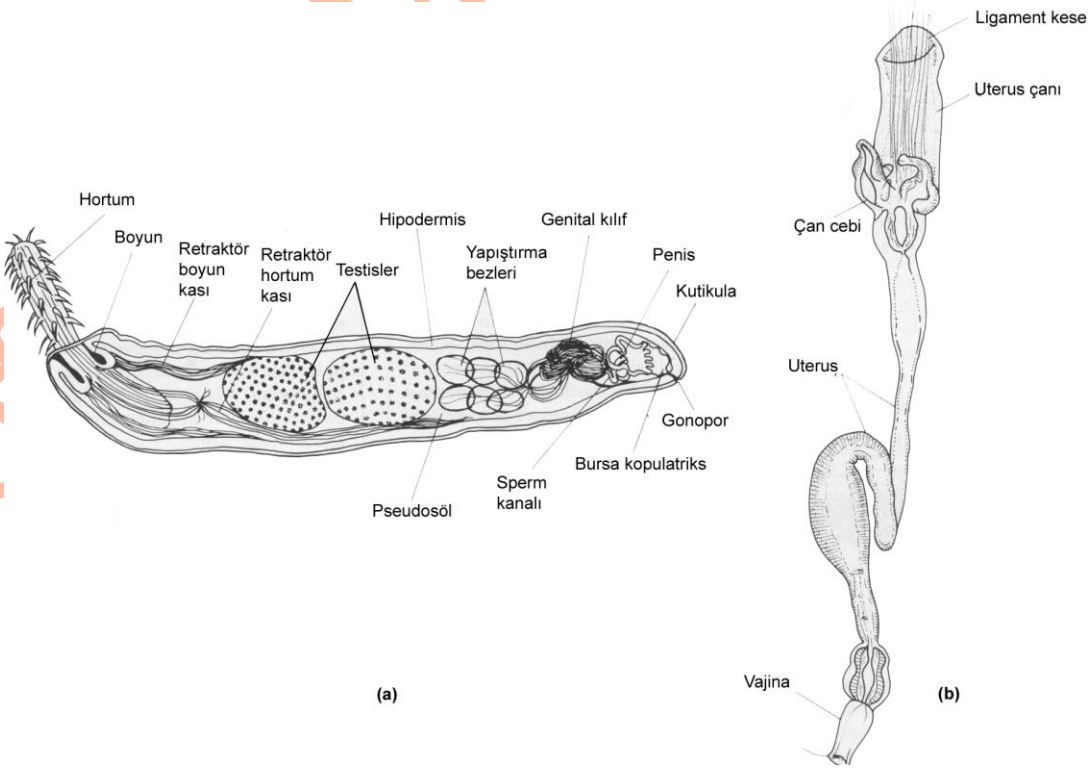
Diğer Pseudocoelomata

Bu filumlar askelminthes grubu olarak kabul edilmeyen ancak pseudosölomat olan gruplardır. Bu gruplar *Acanthocephala* ve *Gnathostomulida'* dır.

FILUM : *ACANTHOCEPHALA*

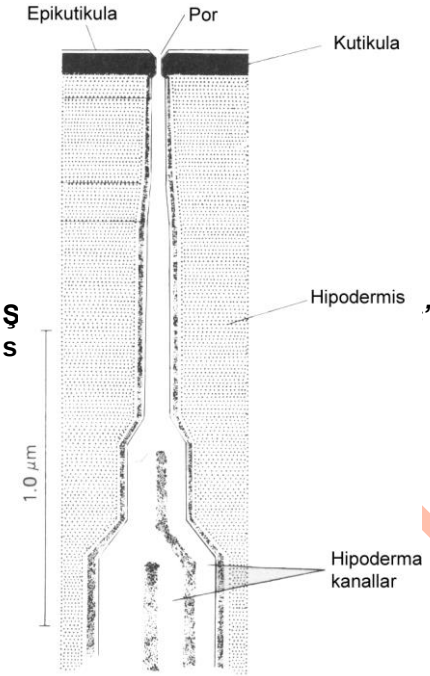
650 tanımlanmış tür ile, pseudosölomat filumları arasında III. sırayı alırlar. Türün ergin üyeleri omurgalılarda endoparazit iken, larval safhaları Arthropod'ları parazitler. Genelde kurt benzeri hayvanlardır. Vücutları spinli olup ön tarafta bir hortum, kısa bir boyun ve büyük bir gövde içerir (Şek. 10.24a). Türlerinin çoğu sadece 1-2 cm. boydadır, ancak bazı türleri yarım metre uzunlukta olabilir.

Bu filum'un en belirgin özelliği hortumlarının bulunuşudur. Anteriörde yer alan bu organ keskin spinler ve çengeller içerir ve bu sayede konaklarına tutunurlar.

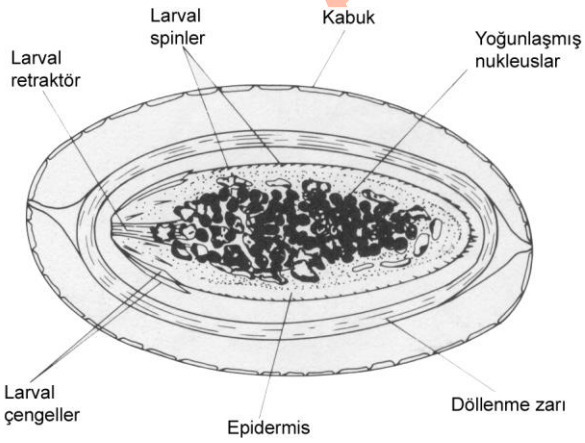


Hortum gövdeye doğru, retraktör kaslarla çekilir. Hortumun dışarı uzatılması ise pseudosölom'daki sıvının hidrostatik basıncı ile olur.

Vücud duvarı pseudosölomat'lar arasında özel bir yere sahiptir. Dışta ince bir epikutikulaları vardır. Epikutikula porlu kutikulayı ve kalın fibrilli hipodermisi örter. Hipodermis sinsisyum halindedir ve dışarı doğru uzanan sıvı ile dolu hipodermal kanalları içerir (Şek. 10.25). Bu kanallar vücut duvarı boyunca dışa doğru ilerler ve küçük kutikular porlarla vücut yüzeyine açılırlar. Hipodermis altında yer alan basal zar hipodermisi halka ve boyuna lifler içeren kas tabakasından ayırır.



Şekil 10. 25. Akantosefal – *Polymorphus minitus*'ta vücut duvarının bir kısmının şematik görünümü.



Şekil 10. 26. Akantosefal'lerde ilk larval safha (Akantor).

u filum'da sindirim kanalı yoktur. Besinlerini vücut duvarında yer alan bir sıvı ile dolu kanallar yoluyla emerler. Bu kanallar emilen besini vücuda dağıtma görevini yaparlar. Protonefridial sistem sadece bir ordolarında tanımlanmıştır. Fakat filum'un çoğu türünde bulunmaz.

Sinir sistemlerinde ön tarafta yer alan bir ganglionları vardır. Bu ganglion beyin görevi yapar ve buradan sinirler uzanır. Duygu organları enderdir. Parazit gruplarda genelde birkaç duyarlı alan ve kimyasal algılayıcılar bulunabilir.

Akantosefal'ler dioktürler (Şek. 10.24a,b). Genellikle erkekler dişilerden küçüktür. Her iki eşey de eşit sayıda bulunur. Erkek üreme sisteminde bir çift testis, sperm kanalı ve penis bulunur. Penis gövdenin sonunda yer alan bursa kopulatriks'in içinden uzatılır. Akantosefal erkeği dişiyi gonoporu yoluyla kavrar,

Prof. Dr. . . AKTAÇ

fışkırtma işlemini tamamladıktan sonra dişi açıklığını yapışıcı bez salgıları ile tıkar. Spermler dişinin vaginasına ve uterusuna oradan da **uterus çanı** denilen yapıya doğru ilerler. Burada yumurtalar döllenmeyi beklemektedir. Bu yapı pseudosöl'e girişi kontrol eder. Döllenmiş yumurtalar pseudosöl'e geçerler. Pseudosöl'de gelişme ilerler ve I. larval safha oluşur. Buna **akantor** denir (Şek. 10.26). Bu olgun olmayan formun erken gelişmiş anteriör çengelleri vardır. Bu larva, etrafında 3-4 koruyucu membran ve kabuk oluşturarak uterus çanına doğru geçer. Uterus çanı sadece olgun, kabuklu akantorların uterusa geçişine müsaade eder. Akantor hayvanın vücudunu terkeder ve ebeveynin konağından, konak dışkısı yoluyla çıkar. Çevresel koşullara karşı çok dayanıklı olan akantorlar belli bir böcek veya krustase tarafından yenene kadar uykuda kalırlar. Gelişmeleri ana konağın hemosölünde yeniden başlar ve ergin hale gelebilmek için, gelişimlerini daima parazit kistleşmeden önce tamamlarlar. I. ana konak olan omurgalı tarafından yutulduklarında eşeysel olgunluğa erişirler ve sindirim kanalına geçerek buraya sipinli hortumları ile tutunurlar.

Bu parazitler çok sayıda yumurta bırakırlar. Her ergin dişi milyonlarca yumurta yumurtlar ve bunlardan ancak bir ikisi bu uzun yaşam siklusunu tamamlar.

Akantosefal'ler bütün omurgalı klasislerinde başarılı bir şekilde parazit olarak yaşarlar. Türlerinin çoğu balıklarda parazittir. Ancak kuşlar ve memeliler sık görülen konaklardandır. Bir tek deniz kuşunun barsağında 500 akantosefal sayılmıştır. *Macrocanthorhnchus hirudinaceus* evcil domuzda yaygın parazit türdür. Diğer cinsler, *Acantocephalus ve Polymorphus'tur.*

FILUM : *GNATHOSTOMULIDA*

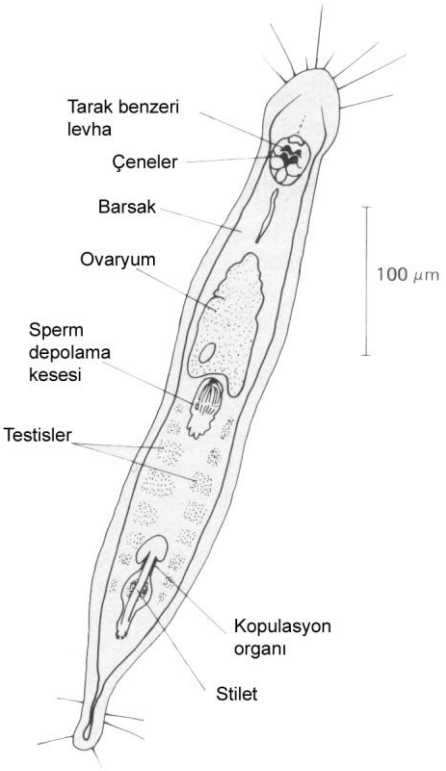
Gnothostomulid'ler göze çarpıcı hayvanlar olmadıkları için 1956 yılına kadar tanımlanamamışlardır. Bugün ise bu filuma ait tanımlanmış 80 kadar tür vardır. Gnathostomulid'ler küçük kurtlar olup deniz kumu içinde yaşarlar ve bazı türleri oldukça da bol bulunur.

Silindirik hayvanlardır. Boyları 1mm'den kısadır. Önde baş bölgesi, gövde ve ince bir arka bölge içerirler (Şek. 10.27). Epidermal hücreleri birer sil taşır. Sil etkisi ile kayma hareketi yaparlar. Boyuna ve enine kas grupları da vücut hareketlerine katılır.

Sindirim sistemi anüs içeren basit bir tüp şeklindeki olup küçük yassı kurtlarınkine benzer. Ağız başın arkasında ventralde yer alır. Tarak şeklinde

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

dudakları ve bir çift dişli yan çeneleri vardır. Bakteriler ve mantarlar temel besinleridir. Bulundukları çevrenin çok az oksijen içermesi veya oksijensiz olması nedeniyle gnathostomulid'leri zorunlu olmayan anaerob hayvanlar grubuna dahil edebiliriz.



Şekil 10. 27. Gnathostomulida (*Gnathostomula jennesi*)'nın anatomik yapısı.

Basit bir epidermal sinir sistemleri vardır. Duygu organları duysal kıllar ve silli çukurlar olarak sınırlanmıştır.

Gnathostomulid'lerin çoğu hermafrodittir. Dişi üreme sistemi tek bir ovaryum ile sperm depolayan kese içerir. Erkek üreme sistemlerinde bir çift testis ve posteriördeki gonopordan uzatılabilen nematod'larınkine benzer kopulasyon organı bulunur. Karşılıklı döllenme olur ve yumurtalar vücut duvarında bırakılırlar. Gelişme doğrudandır. Spiral segmentasyon görülür. Bazı gnathostomulid'lerin yaşam döngülerinde, beslenen ve eşeysel olmayan dönem ile beslenmeyen ve eşeysel olan dönemleri vardır.

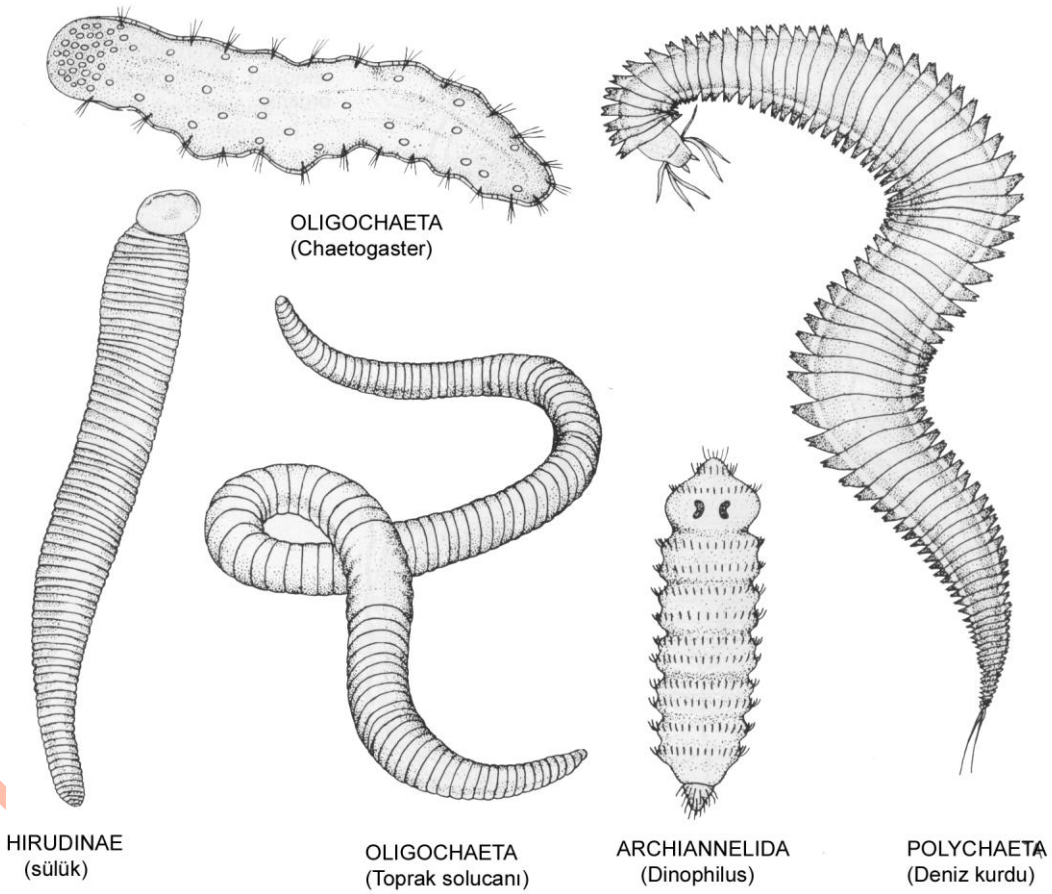
Filogenetik olarak gnathostomulid'ler bilmece halindedirler. Birkaç basit özellikleri bakımından yassı kurtlara benzerler. Ancak özellikle çene içermeleri ile bazı askelmint'leri hatırlatırlar. *Gnathostomula* ve *Austrognatha* bilinen cinslerdendir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

11. EUCOELOMATA

FILUM : *ANNELIDA*

Omurgasızlar dünyasında organizasyon düzeyi en yüksek olan kurtlar Annelida filum'undandır. Yassı kurtlar ve yuvarlak kurtlarla karşılaştırıldıklarında annelid'ler genellikle daha büyüktürler ve daha karmaşık yapıdadırlar. 9000'e yakın annelid türü tanımlanmıştır. Annelid'lerin çoğu grubu parazit içermez ve farklı yaşam şekilleri gösteren serbest formlar içerirler. Serbest yaşam gösteren karasal formları olduğu gibi tatlısu'da oyucu ve sürünücü olan, denizsel bentoz'da tüp içinde



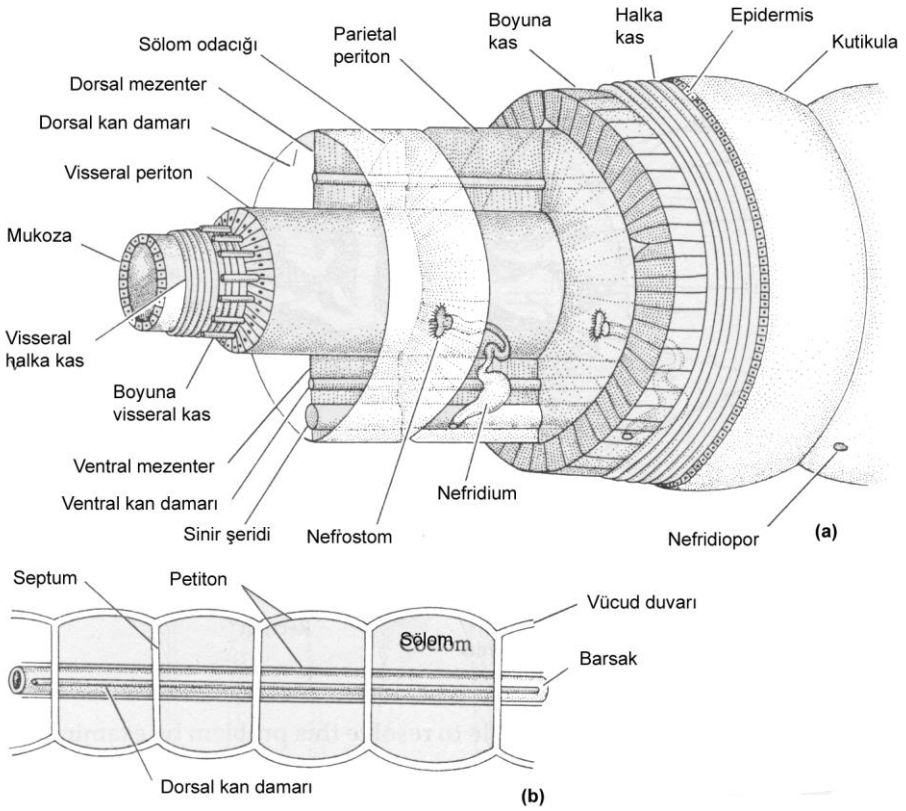
yaşayan hatta pelajik olan formları da vardır (Şek. 11.1).

Şekil 11. 1. Segmentli kurtlar (Annelida)'ın tipik temsilcileri.

Annelid'lerin bu değişik ortamlarda yaşamaları genelde hareket yeteneklerine bağlıdır. Hareketlerini de iki yapısal karakterleri ile sağlarlar. Bunlardan biri gerçek

Prof + AKTAÇ

sölom, diğeri **metamerizm**'dir (Şek. 11.2b). Sölom, tamamen mezoderm içinde yer alır. Dışta vücut duvarı kaslarına bitişik parietal periton, içte barsağa bitişik visseral



peritonla çevrilidir (Şek. 11.2a). Segonder vücut boşluğu olan sölom'un avantajları :

Şekil 11. 2. Annelid vücut organizasyonu: a) Poliket ve Oligoket; b) Metamerik sölomun yapılanması (Poliket) – Dorsal vücut duvarı gösterilmemiştir.

Hidrostatik iskelet olarak görev yapması, iç taşıma sisteminde kullanılması, mezodermal organların büyümelerine imkan sağlaması ve metabolik gereksinimleri azaltması şeklinde sıralanabilir. Bu özellikleri ile sölom, asölomat'ların paranşimine oranla çok büyük avantajlar sağladığı gibi nematod'ların pseudosölom'undan da daha ileri düzeyde yarar sağlar. Annelid sölomlarının tamamen mezoderm içinde yer alması mezodermal organ sistemlerinin maksimum düzeyde yayılıp gelişmesine imkan sağlar. Annelid barsaklarının kasla çevrili oluşu, besinin sindirim kanalı boyunca hareketine yardım eder. Diğer mezodermal sistemler de pseudosölomat'lara göre daha etkili bir şekilde sindirim organlarına hizmet eder. Örneğin peritoneal mezenterler barsağı, sölom içinde daha sağlam bir şekilde asılı tutarak vücut duvarının sarsıntısı ile oluşan hareketlere karşı onu korur. Bu

Prof. Dr. M. KTAÇ

mezenter içinde yer alan sinirler ve kan damarları da vücut duvarının hareketlerine karşı kendilerini korurlar.

Sölomun en belirgin avantajı ise büyük bir olasılıkla hareket potansiyelini arttırmasıdır. Annelid sölomlarının hidrostatik iskelet olarak görev yapması çoğu kez yalancı sölomda olduğu gibidir, ancak annelid'lerin metamerli oluşları, hidrostatik iskeleti çok daha etkili bir hale getirir. Metamerizm (mezodermal vücut kısımlarının segmentasyonu) ile, vücudun anteriör ve posteriör ekseni boyunca bir seri peşpeşe vücut segmenti oluşur. İdeal olarak ardışık gelen her segment mezodermal organlar (kaslar, dolaşım ve solunum sistemine ait yapıları, boşaltım - osmoregülasyon organlarını ve gonatları) bir bütün olarak içerir. Sinir sistemi ve büyük ölçüde ektodermal yapılar da metamerik organizasyon gösterirler.

Komşu segmentler içte **septum** adı verilen çift halde bir peritonla birbirlerinden ayrılırlar (Şek. 11.2b). Septum, sölomu odacıklara ayırır ve her segmentin fiziksel sınırını belirler. Annelid'lerin sölomu böylece bir seri farklı ve kendi kendini kontrol edebilen birimler sayesinde hidrostatik iskelet olarak kapasitesini arttırır. Ayrıca kas güçleri her segmentte ayrı ayrı toplanabildiğinden hareket kapasitesi artar bu sayede annelid'ler aşağı kurtlardan daha çok sayıda habitattan yararlanma imkanına sahip olurlar.

Annelid'lerde 3 büyük klasis tanımlanmıştır. Bu klasisler *: Polychaeta, Oligochaeta ve Hirudinae'dir*. Poliket'ler çoğunlukla denizde yaşarlar. Bentik sürünücü ve oyucudurlar. Tüp içinde yaşayanları da vardır. Birkaçı da yüzücüdür. En primitif klasistir. Oligoket'ler; tatlı suda ve karada yaşamaya uyum sağlamışlardır. Toprak solucanı bu gruptandır. Hirudin'ler; esas olarak tatlı suda yaşarlar, avcı ve parazit olarak özelleşmişlerdir. Sülükler bu gruptandır.

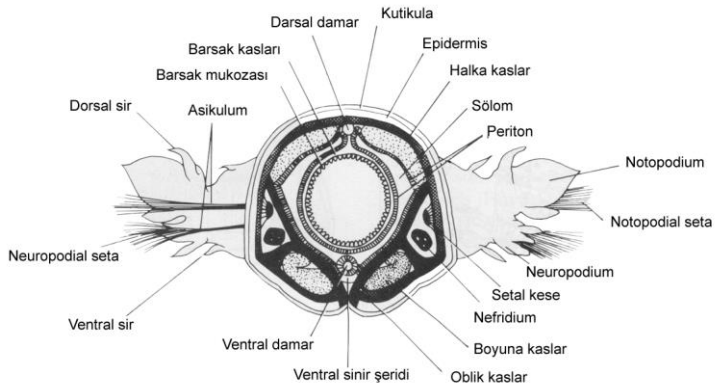
Genel morfoloji

Vücutları uzun ve silindirik olup bir seri eşit segment içerir. Sadece vücudun anteriör ve posterior uçları bu segmentasyona katılmaz. Anteriördeki presegmental uç **prostomium** adını alır ve büyük ölçüde duysal özelliktedir. Posteriördeki postsegmental uç ise **pygidium** adını alır ve anüsü içerir. Ağız, I. anterior segmentin ventralinde yer alır. Değişikliğe uğramış bu segment **peristomium** adını alır. Peristomium genellikle hem prostomium, hem de bir veya birkaç anterior segmentle birleşerek başı oluşturur.

Vücut duvarı dışta ince bir kütikula ve epidermis içerir. Epidermis altında halka ve boyuna kas sıraları yer alırlar. Tüm bu yapılarla annelid vücut duvarı

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

nispeten incedir. Periton (dış zar) silindir şeklindeki bu duvarı sölomdan ayırır. Sıvı ile dolu olan sölom barsağı çevreler. Barsak çift katlı peritondan oluşmuş dorsal ve ventral mezenter vasıtasıyla sölomda asılı tutulur. Barsak tipik olarak düz ve boru şeklindedir. Vücut duvarından farkı, buradaki halka kasların, boyuna olanların altında yer almasıdır (Şek. 11.2a).



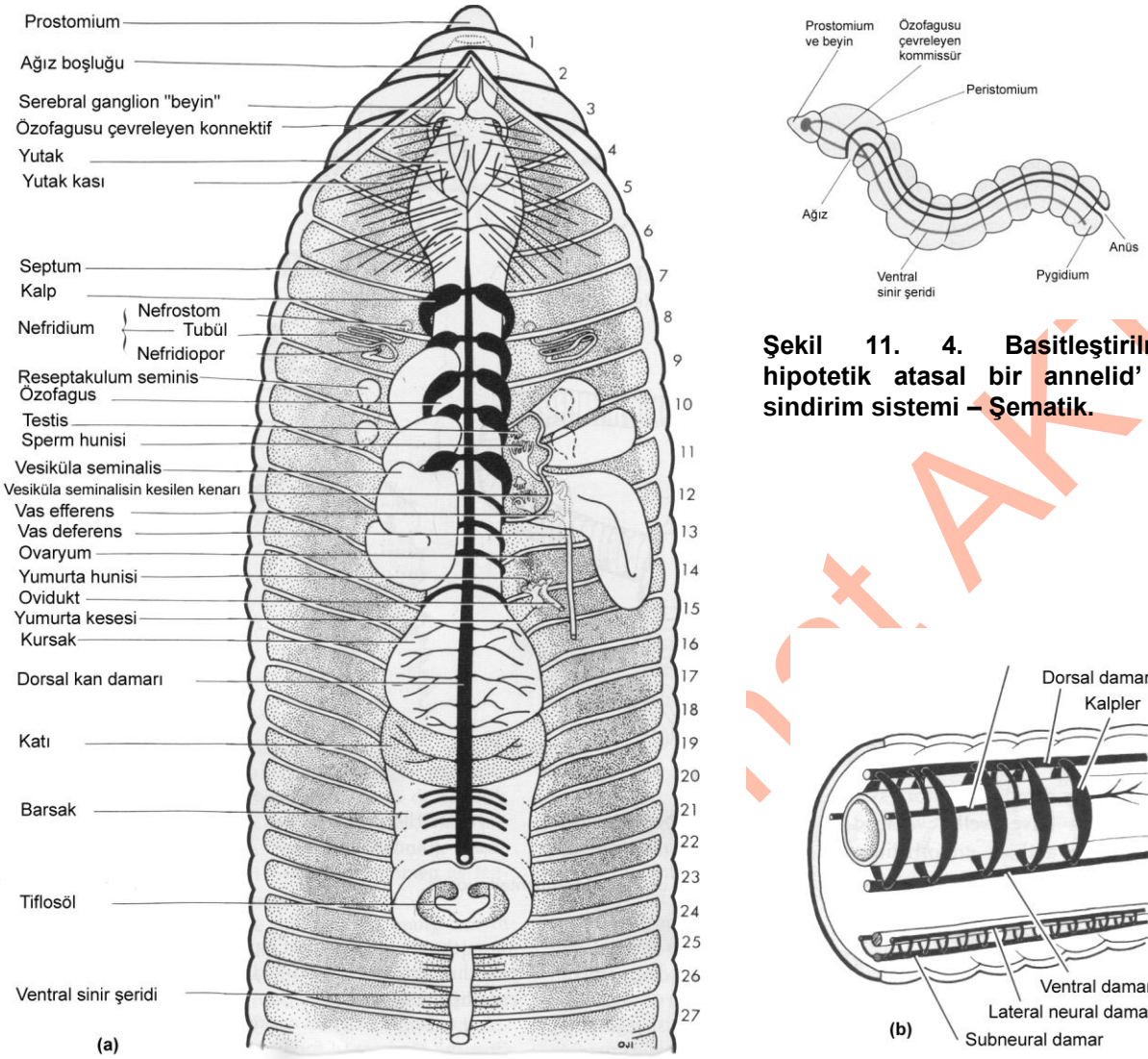
Şekil 11. 3. Poliket (*Nereis*) segmentinde çift haldeki lateral parapodlar (enine kesit).

Modern annelid'ler primitif olanlara göre birçok dış yapısal değişiklik göstermelerine rağmen yine de atasal formlarına sadık kalırlar. Bu değişikliklerin en yaygın olanlarından bir tanesi her segmentte **parapod** olarak adlandırılan bir çift lateral veya ventro-lateral eklentilerdir (Şek. 11.3). Bu eklentiler poliket'lerde çok yaygındır. Parapod'lar hareket esnasında çekme gücü oluştururlar ve segonder olarak solunum organı görevi de yapabilirler. Vücut duvarı kasları bu eklentileri hareket ettirebilmek için çoğu kez değişikliğe uğramıştır. Annelid'lerde segmentler, ya tek tek ya da gruplar halinde ileri düzeyde özelleşmişlerdir. Çok aktif annelid'lerde anteriör segmentler hem çevreyi kontrol etmek hem de duysal özellik kazanmak üzere farklılaşmışlardır. Çoğu annelid'te özellikle denizde süzüntü ile beslenebilen ve tüpte yaşayan denizel türlerde, anteriör bölgede besin elde etmeye yarayan yapılar gelişmiştir. Vücudun orta bölgesine ait bazı segmentler ise üremenin gerçekleştirildiği yerlerdir. Oligoket'ler ile hirudin'lerde, bu segmentlerde üreme organları gelişir. Bazen mezodermal organların dağılımı belirli segmentlerde sınırlanmıştır.

Beslenme ve Sindirim

Genelleştirilmiş Annelid sindirim sistemi düz ve tüp şeklinde bir yapı olup peristomium'da ağız, pygidium'da da anüs içerir (Şek. 11.4). Sistem septumlar aracılığıyla sölom ve vücut duvarı ile ilişkide olmasına rağmen segmentli değildir. Embriyolojik olarak barsak 3 kısıma ayrılır: Ön barsak, orta barsak ve arka barsak. Ön ve arka barsak ektodermin invaginasyonu ile oluştuğundan kutikula ile astarlıdır. Orta barsak ise endodermaldir. Annelid'lerin ön barsağı sindirim sisteminde en çok değişiklik içeren bölgedir. Genellikle bu bölge ağız, ağız boşluğu, kaslı hortum -

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 11. 4. Basitleştirilmiş hipotetik atasal bir annelid' in sindirim sistemi – Şematik.

yutak kompleksi ve özofagusu içerir (Şek. 11.5a). Hortum, ağız içinden dışarı uzatılabilir. Böylece besinleri yakalayıp çekebilirler. Oyucu türlerin bir çoğu yer altındaki yuvalarını kazmada hortumlarını kullanırlar. Hortum dışarı uzatıldığında çeneleri veya dişleri ile besinlerini ısırırlar. Bu tür sert yapılar sertleşmiş kutikuladan oluşur. Vücut duvarının kasılması hortumun bulunduğu segmentteki sıvı basıncını arttırır ve

böylece hortumu dışarı ağıza doğru iter. Retraktör kasların kasılması ile de dışarı uzatılmış hortumu eski yerine geri çeker. Farinks tüp şeklinde kaslı bir yapıdadır. Güçlü halka kaslar içerir. Bu kaslar sayesinde yakalanan besin özofagusa taşınır. Aynı zamanda farinksteki muköz bezler besinleri nemlendirip yumuşatır. Özofagus, genişleyerek besinin depo edildiği **kursak** bölgesi ile bağımsız bir bölme halinde **katı**'ya ayrılabilir (Şek. 11.5a). Katı, duvarları sertleşmiş ve kutikuladan oluşan

Prof. Dr. Murat AKYAÇ

Şekil 11. 5. a) Annelida (Oligoket – Toprak solucanı) anteriör vücut bölge anatomisi; b) Özafageal bölgede kan damarlarının konumu.

çeneler içerir ve besinler mideye geçmeden önce burada öğütülüp lapa haline getirilirler.

Ön barsağın salgıları besini yumuşatıp nemlendirir. Farinks ve özofagus bezlerinden sindirim enzimleri orijinlenebilir. Özofagus ile ilişkili özel **kalker bezleri**, detritus ve toprakla beslenen annelid'lerin kanından kalsiyum ve diğer inorganik iyonları alır. Bu bezlerin kalkerleşmiş salgıları daha sonra sindirim kanalı yoluyla anüsten dışarı atılır.

Annelid'lerin orta barsağı çok farklılaşmamıştır. Besin maddelerinin sindirilip emilimi için uzun bir mide ve barsak içerirler. Sindirim esas olarak ekstraselülerdir. Segmentler arasında septumlar orta barsağın dallanıp katlanmasını engeller.

Barsak uzundur. Bazı türlerde, dorsal duvarda katlanmalar oluşur ve böylece emilim yüzeyi arttırılmış olur. Kısa annelid'ler ise (sülükler dahil) geniş emilim yüzeyli çekumlar içerirler. Bazı annelid'ler küçük parçacıkları orta barsak boyunca yer alan siller vasıtasıyla hareket ettirirken, oyucu türler toprak ve detritus gibi büyük hacimdeki maddeleri barsak kaslarının peristaltik konstraksiyonu ile iterler. İnce barsaktan kalın barsağa geçiş pek fark edilmez. Anüs pygidium'da yer alır.

Dolaşım ve Solunum

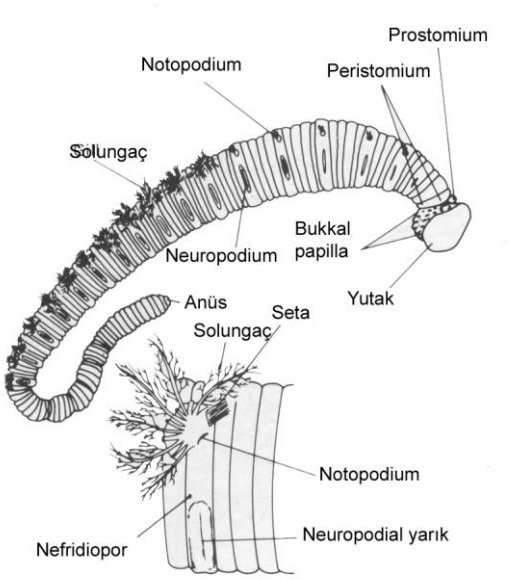
İlk annelid'ler büyük bir olasılıkla taşıma gereksinimlerini sölomları ile sağlayanlardır. Atasal sölom özellikle küçük ve yere bağımlı türlere bu bakımdan iyi hizmet ediyordu ve taşımada başka bir sisteme gerek duyulmadı. Annelid'ler büyümeğe başlayınca sölomik taşıma potansiyeli, artan taşıma gereksinimine cevap veremedi. Diğer taraftan sölomun segmentlerde odalar halinde yer alması annelid'in hareket gücünü arttırırken sölom sıvısının vücut boyunca (uzunlamasına) akışını engelledi. Annelid'ler metamerik sölom ile daha etkin hareket teknikleri geliştirince, daha aktif hale geldiler ve daha fazla oksijen harcayıp boyca da büyüdüler. Bütün bu faktörler özelleşmiş ve daha etkin bir dolaşım sistemini zorunlu kıldı.

Annelid'lerin kan dolaşım sisteminde kanın anteriöre doğru aktığı büyük bir dorsal damar ile kanın posteriöre doğru aktığı küçük bir ventral damar vardır. Bu iki damar her segmentte lateral damarlar ile birbirleriyle birleşmiş haldedir. Dorsal damarın bazı kısımları ve en öndeki bazı yatay damarlar çok kasılgan olabilir ve böylece kalp görevi yaparlar (Şek. 11.2a, 11.5a,b).

Annelid'lerde solunum pigmentleri yaygındır ve hemoglobin içerirler. Birkaç familya ise klorokruorin içerir. Bütün bu moleküller kan plasmasında çözünmüş haldedir. Bazı kurtlarda sölom sıvısı solunum pigmentleri içerir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Annelid'lerde görülen diğer bir solunum organı epidermal solungaçlardır. İnce duvarlı ve çok damarlı bu yapı geniş bir yüzey oluşturur. Çevredeki ortam ile gaz alış-verişi, hava akımı yoluyla sağlanır (Şek. 11.6). Bu tip solungaçlar poliket'ler için karakteristiktir. Bu solungaçlara rağmen annelid'ler esas olarak epidermal yüzeyleri

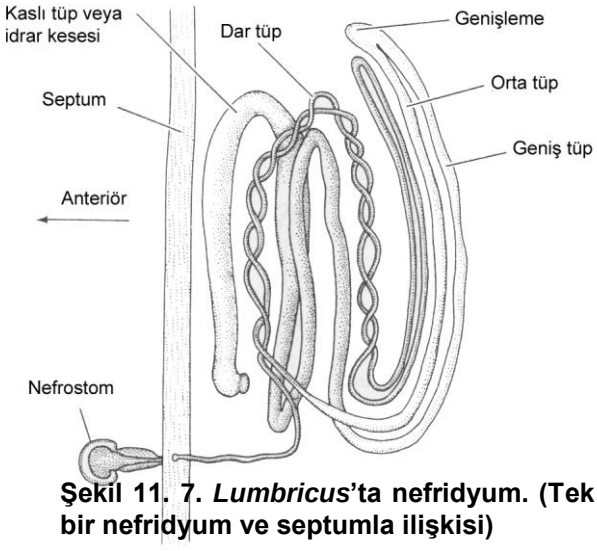


Şekil 11. 6. Arenicola'da epidermal solungaçlar. (Parapod notopodiumunun değişikliğe uğraması sonucu oluşurlar)

ile oksijen alırlar. Bu durumda özellikle karasal ve oyucu türlerde vücut yüzeyinin sürekli ıslak olması gerekir.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Boşaltım ve osmoregülasyonda görevli özelleşmiş organlar, **metanefridyum** (nefridyum)'lardır. Bu organlar sölom ile işbirliği halindedirler. Sölom, vücut duvarı ve barsağın, artıklarını boşalttıkları bir çukur gibi görev yapabilir. Metanefridyumlar sölomdaki bu sıvıyı seçerek boşaltırlar, faydalı maddeler ve suları emerken, azotlu artıklar ve fazla suyu geçirirler.



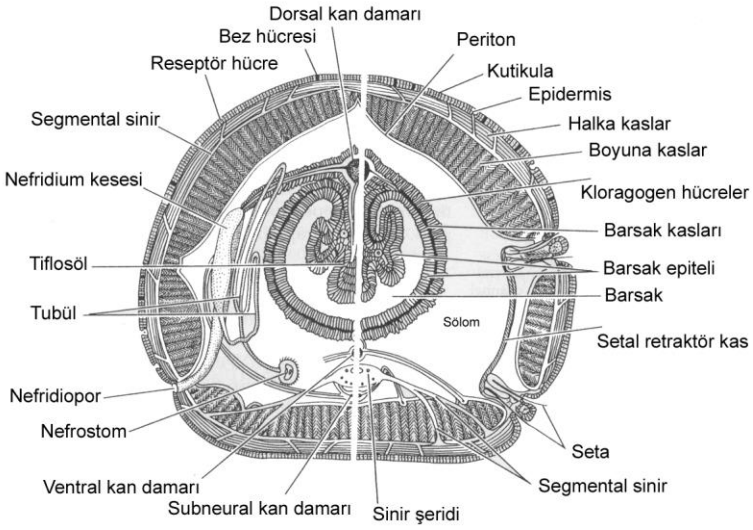
Şekil 11. 7. *Lumbricus*'ta nefridyum. (Tek bir nefridyum ve septumla ilişkisi)

Tek bir nefridyum, silli bir huni (**nefrostom**) ve nefridioporda sonlanan uzun ve katlanmış tubül içerir (Şek. 11.7). Tipik olarak bu organlar her segmentte çiftler halinde dizilmiştir. Çift haldeki nefrostomlar, tubulleri ve nefridioporu içeren odacıkla, komşu odacığı birleştiren septumu delerek komşu odacıkta yer alırlar.

Yüksek organizasyonlu annelidlerde nefridyumlar ince kan kapilerleri ile çevrilidirler. Böylece dolaşım, osmoregülasyon ve boşaltım sistemleri arasında etkili bir şekilde materyal değişimi sağlanmış olur. Metanefridyumlar tatlı suda ve karada yaşayan annelid'lerde iyi gelişmiştir. Bu

M. Nihat AKTAÇ

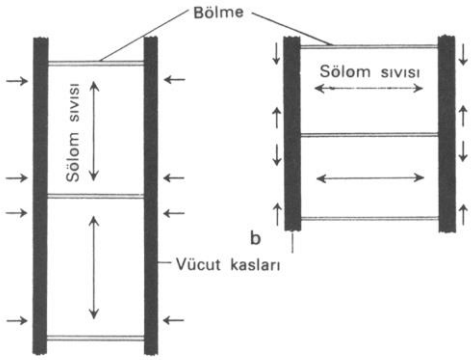
ortamlarda yaşayan türler maksimum derecede osmotik basınç altındadırlar. Osmoregülasyonun düzenli oluşunun yaşamsal önemi vardır. Çoğu annelid'te boşaltım maddelerinin başında amonyak gelir, üre ve diğer azotlu artıklar az miktardadır. Annelidlerin çoğunda barsak duvarıyla ilişkili sarı ve kahverengimsi **klorogogen** doku bulunur (Şek. 11.8). Bu doku büyük bir olasılıkla amonyum ve ürenin oluşmasında, solunum pigmentlerinin sentezinde, yağ ve nişastanın depolanmasında da rol oynar. Bu bakımdan fizyolojik olarak Omurgalı karaciğerine benzer.



Şekil 11. 8. Oligoket vücut duvarı ve

Hareket sistemi

Annelid'lerin başarılı bir grup oluşlarında vücutlarındaki sölomun ve vücut kasları segmentasyonunun büyük rolü vardır. Bu iki yapı hareket etkinliğini arttırdığından, annelid'lerin yeni habitatlar ve genelde daha çok aktif yaşam şekli bulmalarını mümkün kılmıştır. Sölom ve vücut duvarı segmentasyonu meydana gelince bu yapılara paralel olarak sinir sistemi de gelişmiş ve segmentler halinde hidrostatik birimlerin uyumlu hareketleri gerçekleşmiştir. Annelid'lerin aktif yaşam şekline adaptasyonlarında prostomiumdaki duygu organlarının da rolü vardır.



Şekil 11. 9. Annelidlerde peristaltik hareket. Deri kas kılıfı ve sölom sıvısının karşılıklı etkileşim şeması. Dıştaki oklar deri kas

Annelid'lerde hareket, deri-kas kılıfının peristaltik (dalga halinde) kasılması ile sağlanır. Halka kaslar kasıldığında sölom sıvısı üzerinde bir basınç meydana gelir. Bu basınç nedeniyle boyuna kaslar uzarlar ve sonuçta hayvan boyca uzar. Boyuna kasların kasılması, halka kasların gevşemesiyle de hayvan boyca kısalır ve çap

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

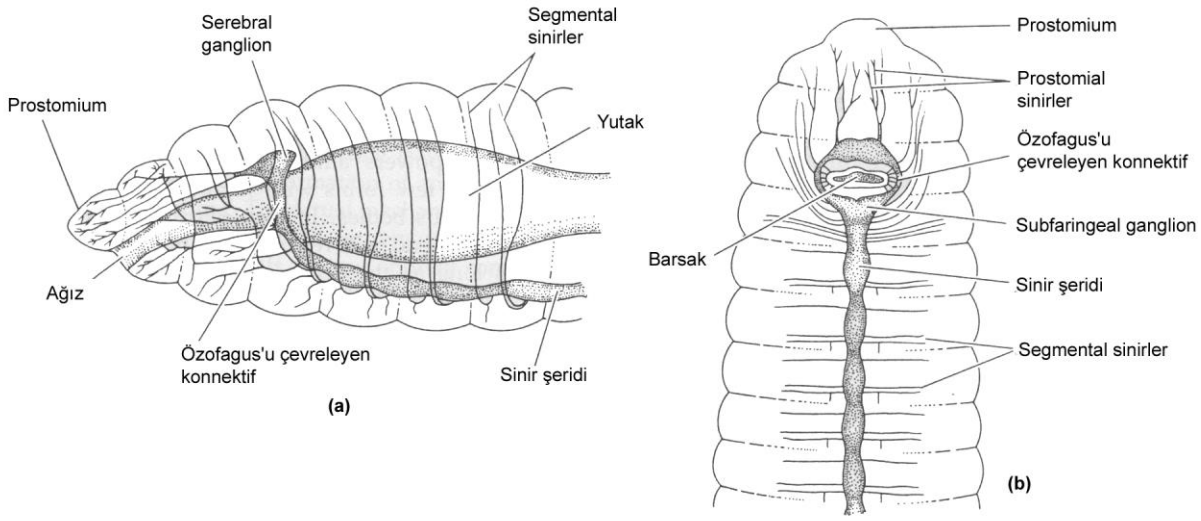
bakımından genişler (Şek. 11.9). Tipik olarak kas kasılması peristomium'un arkasından başlayarak posteriör yönde peristaltik dalgalar halinde devam eder.

Annelid'ler bir başka hareket yeteneğine de sahiptirler. Bazı poliketler'de vücudun karşılıklı taraflarında yer alan boyuna kaslar, antagonist çalışır. Bu kasların almaşlı kasılması vücutta bir seri yan katlanmalara neden olur ve parapod'ların da çekme gücüyle sürekli yanlara doğru kıpırtılar şeklinde hareket sağlanır. Bu tür annelid'lerde halka kaslar yerlerini parapod'larda uzanan yan liflere bırakmışlardır. Bazı diğer poliketler ise tamamen parapod'larla adım atma şeklinde hareket ederler. Diğer bazı poliket'ler, dorsoventral düzlemde dalgalanma şeklinde hareket ederek yüzerler.

Sinir sistemi

Annelid'lerde güçlü kas sisteminin gelişmesine paralel olarak sinir sisteminde de uyumsal bir gelişme olmuştur.

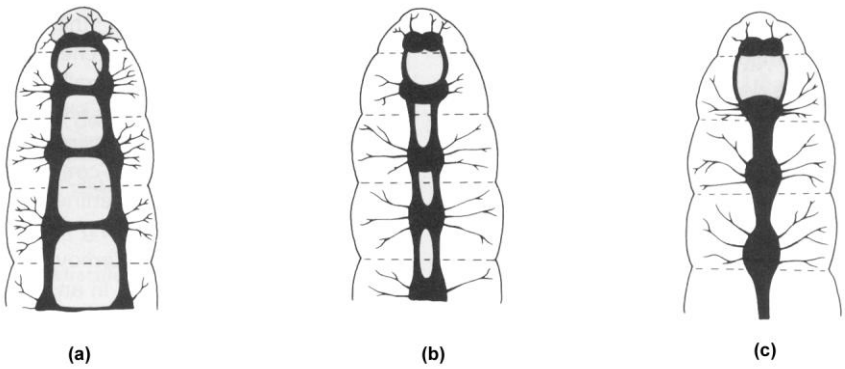
Prostomium'larında veya öndeki birkaç segmentte dorsal serebral ganglion veya beyin yer alır. Beyin baştaki duygu organları ile ilişkili sinirler yoluyla uyaranları alır ve onlara cevap oluşturur. Beyin, bir komissür vasıtasıyla subözofageal veya subfaringeal ganglionla birleşir. Bu ganglionlardan büyük ve ventral konumlu boyuna sinir şeridi uzanır (Şek. 11.10). Primitif olarak iki belirgin sinir şeridi vardır. Her biri, çift haldeki segmental ganglionları birleştirir. Aynı segmentteki ganglionlar lateral komissürler ile birleştirilir ve ip merdiven tarzında bir yapı oluşur (Şek. 11.11a,b). Her gangliondan ikinci bir sinir çıkar. Bu sinir barsak ve vücut duvarından uyartıyı alır ve aynı yerlere uyartıyı götürür. Gelişmiş annelid'lerde segmental ganglionlar birbirleriyle birleşmiştir. Ventral sinir şeridi de birleşerek tek şerit



oluşturur (Şek. 11.11c).

Şekil 11. 10. *Lumbricus*'ta sinir sistemi: a) Lateral görünüm; b) Dorsal görünüm. (Serebral ganglion ve ana sinirler gösterilmiştir.)

Annelid'lerin çoğunda dev boyutta sinir lifleri vardır. Bu lifler tek bir büyük neurona ait olduğu gibi sinsisyum halinde birkaç birime ait de olabilir. Bu büyük neuronlar normal bir neurondan 1000 kat daha hızlı uyartı aktarırlar. Bu dev lifler, tüpte yaşayan ve oyucu olan türlerin herhangi bir tehlikede bu yerlerden kurtulmalarına aracılık ederler.



Şekil 11. 11. Annelidlerde ip merdiven sinir sisteminin evrimi: a) Primitif annelidlerde çift ventral sinir şeridi ve çift segmental ganglion; b) Birleşmiş segmental ganglionlar ve çift ventral sinir şeridi; c) Yüksek organizasyonlu annelidlerde tek ventral şeridi ve tek segmental ganglion.

Annelid'lerin sinir sistemlerinde ventral sinir şeridinde merkezleşme olsa da beyin, tam bir kumanda merkezi halinde çalışamaz. Her segmetteki kas aktivasyonunu, lokal refleksler, koordine eder.

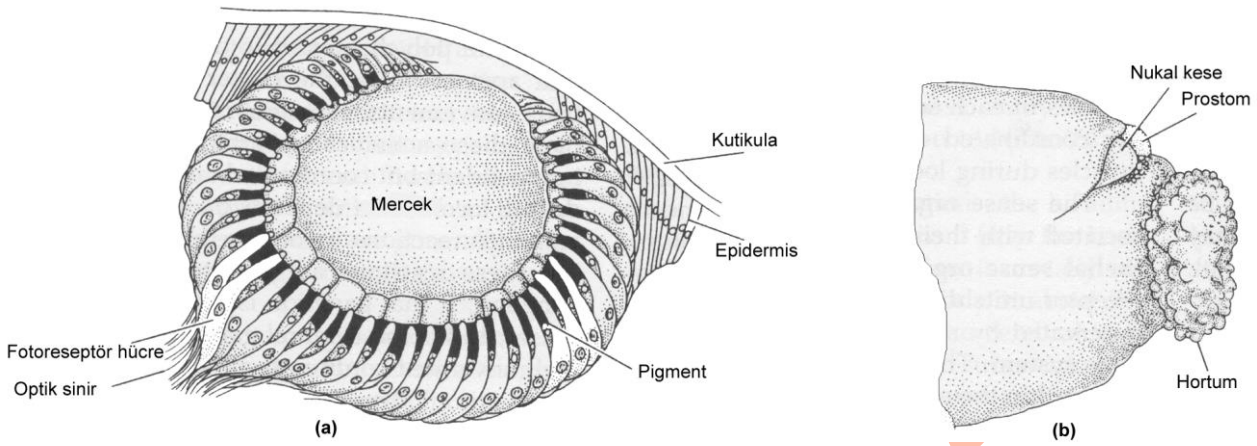
Duygu organları

Annelid duygu organları: Gözler, dokunma reseptörleri, kemoreseptörler, nukal organlar ve statosit'lerdir. Bu yapılar annelid klasislerinde değişik yapıdadırlar. Çünkü annelid'ler farklı yaşam şekillerine adapte olmuşlardır.

Tipik annelid gözleri pigmentler ve kutikular kornea ile desteklenmiştir. Bazı türlerde mercek vardır (Şek. 11.12a). Kas kasılması ve sıvı basıncı ile odaklanan göz, hayal oluşumunu sağlar. Prostomium'daki gözlere ek olarak poliket'lerde bütün vücuda yayılmış fotoreseptif merkezler vardır. Oligoket'lerde görülen dermal gözler

Prof. Dr. M. N. KTAÇ

ise sadece ışığa duyarlıdırlar. Sülüklerin gözleri de oligoket'lerdeki gibi dermal gözlerdir. Bir pigment tabakasıyla çevrili ışığa duyarlı hücreler halindedirler.



Şekil 11. 12. a) Bir Annelid'te pigment çanağı şeklindeki gözün yapısı; b) Poliket (Arenicola)'te nukal organ.

Dokunum duyusu ile ilgili vücuda yayılmış halde çok sayıda hücre vardır. Ancak bu hücreler özellikle ağızın etrafında ve peristomium ile prostomium'daki tentaküllerde ve palplerde yağunlaşmışlardır. Ağızın etrafında dokunum duyusu hücrelerine benzer yapılar da vardır. Bu hücreler kimyasal duyuları da algılayabilirler. En belirgin kimyasal algılayıcılar nukal organlardır (Şek. 11.12b). Bu yapılar peristomium'un yan taraflarına yerleşmiş çift halde silli çukurlardır. Her nukal organın kaidesinde neuronlar ve bez hücreleri toplanmıştır.

Statositler, çoğu oyucu türde oryantasyonu sağlarlar. Bu türlerde statositlerin çıkartılması halinde uygun yere oyuk açamadıkları görülmüştür.

Davranışları

Annelid'ler sürünürler, yüzerler, oyuklar açarlar ve tüp içinde yaşarlar. Süngerler, sölenterat'lar ve aşağı organizasyonlu kurtlara göre aktiftirler. Ancak yine çoğu arthropod ve omurgasıza göre oldukça yavaş hareketlidirler. Bu bakımdan annelid'ler, aşağı ve yüksek omurgasız filumları arasında orta düzeyde yer alırlar.

Annelid'ler zayıf ışıklarda atak olmakla beraber güçlü ışıkta rahatsız olurlar. Dermal reseptörleri uyarması bakımından ışık başlı başına cezbedicidir. Prostomial gözler, ışığa karşı negatif reaksiyon gösterirler. Tüpte yaşayan annelid'lerin ışıkla karşı karşıya olan ön uçları ışık değişimlerine karşı duyarlıdır. Ani ışık yetmezliğinde hemen tüp içine çekilirler. Birkaç yüzücü form dışında annelid'ler dokunmaya karşı duyarlıdırlar.

Prof. Dr. M. Nihat Ç

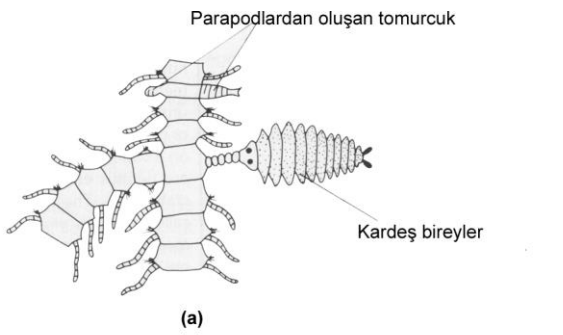
Üreme ve Gelişme

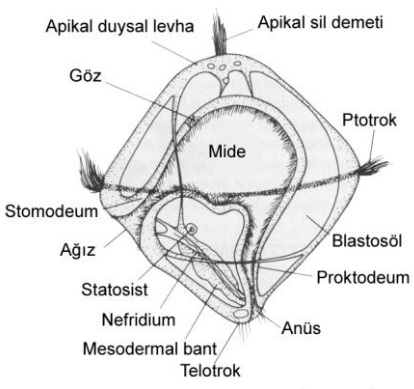
Annelid'ler; eşeyli üreme, hermafroditlik, eşeysiz üreme ve rejenerasyon gösterirler. Annelid'ler tipik protostom embriyogenezi gösterirler. Gelişmelerinde **trokofora** larvası (Şek. 11.13) bulunmasıyla da ayırd edilirler. Trokofora larvası hem annelid'lerde hem de mollusk'larda yaygındır ve bu bakımdan annelid'lerle mollusk'ların ve diğer omurgasız grupların evrimsel akrabalıklarının tartışılmasında dikkatleri üzerine çeker.

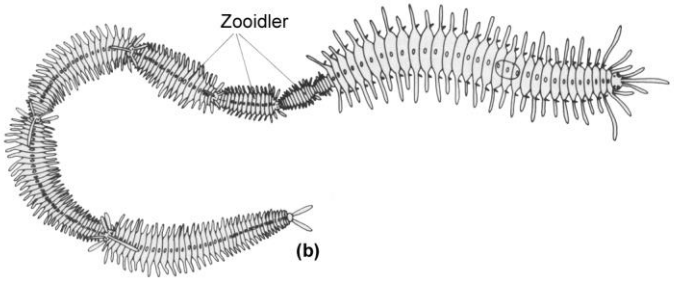
Ata annelid'ler dioktürler ve her vücut segmentinde bir çift gonadları vardır. Gametler sölom sıvısına bırakılır ve burada olgunlaşırlar. Olgun gametler özel kanallarla dışarı bırakılır ve döllenme denizde gerçekleşir.

Günümüzde primitif annelid'ler, "spiral belirleyici segmentasyon" gösterirler ve gastrulasyon sonucu meydana gelen embriyo, trokofora larvasına dönüşür. Modern trokofora planktoniktir. Küresel şekilli olup **prototrok** adı verilen ekvatorial bir sil halkası içerir. Apikal tarafta da ilave bir sil demeti vardır. Protrok'un hemen altında, orijinal blastopor bölgesinde ağız ve stomodeum oluşur. Proktodeumdan oluşan anüs **teletrok** olarak adlandırılan küçük bir sil halkası ile çevrilidir ve anüs larvanın en alt bölgesinden dışarı açılır. U şeklindeki endodermal barsak ağız ve stomodeumu anüs ile birleştirir (Şek. 11.13), sonra protrok ve telotrok arasında bir büyüme kuşağı ve orijinal blastosölü dolduracak olan mezodermal doku farklılaşması meydana gelir ve çift haldeki mezodermal somitler gelişir. Bu somitler genç kurdun gelişecek olan segmentlerini temsil ederler. Ağız bölgesi protrok'u, apikal levha ise presegmental prostomium'u temsil eder. Merkezi sinir sistemi apikal levhadan oluşur. Telotrok'un çevrelediği alan ise pygidium'u temsi eder. Boyca büyüme olduğundan post larval safha zemine oturur ve burada segmentli kurt olarak yaşamına başlar.

Poliket'ler primitif siste
ayrı eşeyliliği sürdürürler ve
Bununla birlikte özelleşmiş b
yeteneği olan sadece bir kaç
ile birleşerek her segmentte te







Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Oligoket'ler ve sülüklerin üreme sistemi çok özelleşmiş olup atasal yapıya oldukça az benzer. Tatlısu ve karasal çevrenin baskısı altına giren bu gruplarda gametlerin ve embriyonun koruma zorunluluğu hermafroditizme, kopulasyona, kokon oluşumuna ve trokofora larvasının tamamen gerilemesine ve kaybolmasına neden olur. Bu özelleşmeler ve poliket'lerin eşeyselliğindeki bazı özellikler her üç klasiste ayrı ayrı izah edilecektir.

Sülükler hariç annelid'lerin dikkate değer derecede rejenerasyon güçleri vardır. Kaybettikleri vücut parçalarını yeniden oluşturabilmekle beraber vücudun ön segmentleri gövde segmentlerinden daha çabuk rejenere edilir. Eşeysiz üreme bazı poliket'lerde ve oligoket'lerde tomurcuklanma ve parçalanma şeklinde görülür.

Şekil 11. 13. Poliket' te trokofora larvası.

Şekil 11. 14. Annelidlerde eşeysiz üreme: a) Polliket (*Syllis*)'da üreme bireylerinin parapodlardan to-murcuklanması; b) *Autolytus purpureomaculatus*'ta posterior uçtan tomurcuk-lanmış bireyler (Zooid'-ler)'in uzunlamasına tomurcuk zinciri oluşturması.

Tomurcuklanma, vücut boyunca yanlarda ve enine bölünmeler şeklinde olur (Şek. 11.14a). Bölünme yerlerinde meydana gelen kardeş bireyler farklılaşarak ana kurttan ayrılır. Bazı türlerde tomurcuklanmış bireyler (zooid) uzun bir zincir oluşturur (Şek. 11.14b).

Annelidler arasında sülükler, rejenerasyon ve eşeysiz üreme yeteneği göstermeyen gruplardır.

Klasis : *Polychaeta*

Poliket'ler, annelid'lerin en büyük ve en çok çeşitlilik gösteren grubudur. 5300 tür içerirler. Denizde yaşarlar. Diğer annelid'lerden parapod adı verilen çift haldeki lateral eklentilere sahip olmaları ile ayırt edilirler. Poliket vücudunun temel metamerizm'ine uygunluk gösteren bu etsi yapılar **setae** (chaeta) olarak adlandırılan kitinimsi diken benzeri uzantılar taşırlar (Şek. 11. 3). Poliket'lerde baş iyi gelişmiştir. Türlerinin çoğu dioktür ve birçok fertil segmentleri vardır. Yaşam evrelerinde trokofora larvası vardır. Grubu karakterize eden yukarıdaki özelliklere rağmen bu sınıf dikkate değer derecede çeşitlilik gösterir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Poliket'ler taksonomik olmayan iki grup halinde ayırdedilebilirler: Bu gruplar Errentia ve Sedentaria'dır. Errentia, aktif poliketleri, sedentaria ise daha az aktif ve belli bir yerde sabit yaşayan poliketleri içerir.

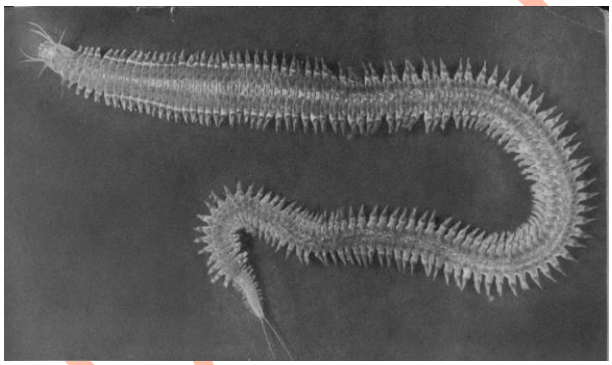
Errentia

Bu grupta çok aktif olan yüzücü, sürünücü, oyucu ve tüpte yaşayan poliketler yer alır. Bu kurtlar sabit bir metamerizm ve belirgin sefalizasyon gösterirler. Prostomium; palpleri, tentakülleri ve gözleri taşır. İyi gelişmiş haldeki parapodlar **asikulum** adı verilen iskelet çubukları ile güçlendirilmiştir. Hortum ve farinksleri dışarı uzatılabilir ve çenelidirler. En tipik temsilcileri *Nereis, Platynereis, Aphrodita, Glycera, Alciopa, Syllis* ve *Autolytus*'dır.

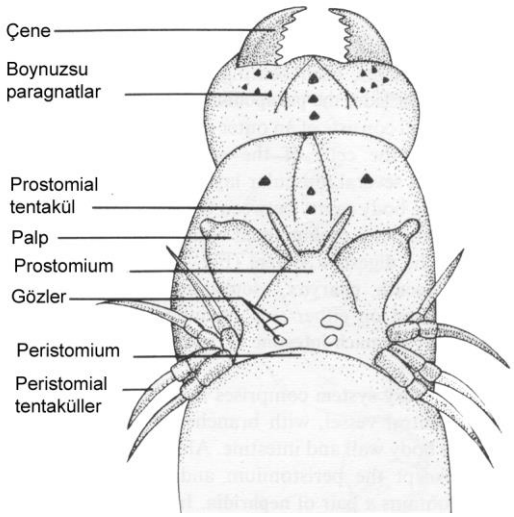
Nereis (Şek. 11.15), primitif polikettir. Atasal karakterler içerir. Metamerizm çok belirgindir. Baş iyi gelişmiştir ve değişikliğe uğramamış parapodlar çok belirgindir. Bu kurtlar kum ve çamuru oyarak içinde yaşarlar. Akşamları, çeşitli bitki

ve hayvanlarla beslenmek üzere oyuklarından çıkarlar. Birkaç türü detritus yiyicidir. Başları prostomium ve peristomium'la temsil edilir (Şek. 11.16).

Prostomial duygu organları bir çift tentakül, küt şekilli iki palp ve dört dorsal



Şekil 11. 15. Poliket (*Nereis*) çamur veya kum oyuklarında yaşar. Çiftleşme zamanı aktif olarak yüzeye doğru yüzer.



Şekil 11. 16. *Nereis*'te baş bölgesinin yapısı.

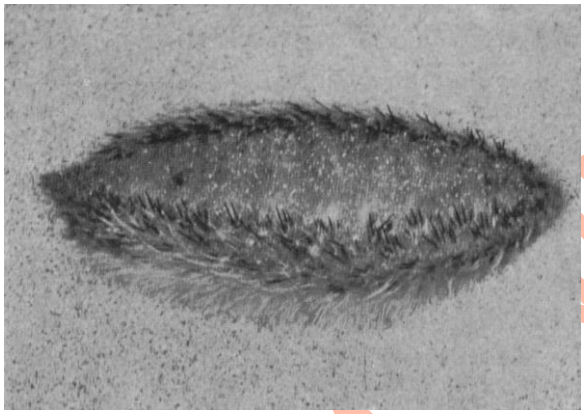
göz içerir. Peristomial parapod değişikliğe uğrayarak dört çift uzun dorsal tentakül oluşturmuştur. Güçlü, çeneli hortum ağızdan dışarı uzatılabilir. Parapodlar tipik olarak dorsalde **notopodium**, ventralde **neuropodium** olmak üzere iki lob halindedir (Şek. 11.3). Her lob bir veya iki asikulum ile desteklenmiştir. Her lobun distalinde birçok kitinimsi yapıda seta uzanır. Parapodial lobların en uç kısımlarından da **sir** olarak adlandırılan parmak şeklinde duysal yapılar uzanır.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Nereis'ler parapodlarını esas olarak yürümede kullanırlar. Parapodların geniş yüzeyleri son derece damarlanmıştır ve solunum merkezleri halindedir. Birçok poliket'te ise parapodlar gerçek solungaçları da oluştururlar. Bu tür solungaçlar dorsal sirlerden meydana gelirler.

Nereis'lerin sindirim sistemi ağız, dışarı uzatılabilen hortum, yutak ve bir çift sindirim bezi ile ilişkili özofagus'u içerir. Sistem nispeten düz ve farklılaşmamış mide - barsak ile devam edip anüsle sonlanır.

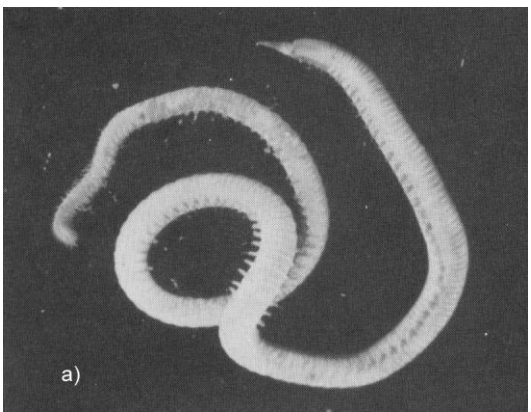
Peristomium hariç, her segment metanefridyum içerir. Bu osmoregülasyon ve boşaltım organları, gametler sölomda olgunlaştıktan sonra gametleri de taşırlar. Gonadları çok belirgin değildir. Gametler septal peritondan farklılaşırlar. Cinsiyetleri ayrıdır. Eşeysel olgunluğa belirli periyotlarda ulaşırlar.



Şekil 11. 17. *Aphrodita aculeata* – Deniz faresi. (Dorsalden)

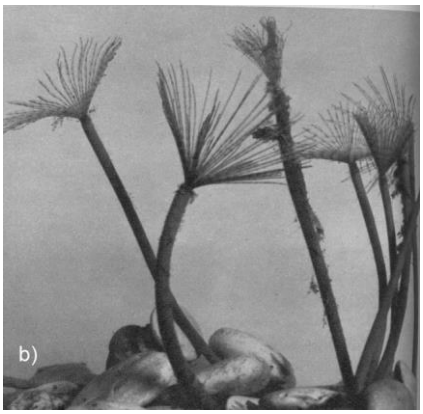
Aphrodita (Şek. 11.17), deniz faresi olarak bilinir. Parapodlar son derece gelişmiştir. Neuropodyum büyük ve kaslı olup harekette adım atma sırasında bütün vücudu kaldırır. Notopodyum ise küçülmüş ve son derece değişikliğe uğramıştır. Notopodyumdaki sirler segmentlerde özelleşmiş yassı plaklar halini almıştır. Bu plaklar elytra adını alırlar ve hayvanın üzerinde sığ solunum kanalları oluşturarak hayvan oyuk içinde girdiği zaman bile dorsal yüzeyin solunum yapmasını sağlarlar. Çeşitli setaları sayesinde çok ilginç görünüm kazanmışlardır.

Grycera (Şek. 11.18) ise aktif oyucu türdür, yeraltı tünellerinde galeriler açar ve avlanmak üzere bu galerilere girer. Parapodları boyca küçülmüştür ve baş bölgesi oymaya everişli hale gelmiştir. Uzun ve koni şeklindeki prostomiumları basınç algılayıcıları içerir. Oyukları üzerinde meydana gelebilecek su basıncındaki değişiklikler, hayvana beslenebilme durumu hakkında bilgi verir. Avlarını küçük krustase'ler ve diğer küçük omurgasızlar oluşturur. Hortumları çok gelişmiştir. Vücudun ilk 20 segmentini işgal eder. Bu bölgelerde segmentler arası septum bulunmaz. O nedenle tek hidrostatik odacık içerirler. Vücut duvarı kaslarının kasılması ile oluşan sıvı basıncı, hortumun ağızdan dışarı uzatılmasını



Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

sağlar. Hortumları 4 çene içerir. Bu çenelerin her biri zehir bezi ile donanmıştır, o nedenle *Glycera* bu filum içinde en önemli öldürücü avcı olma özelliğini kazanmıştır.



Şekil 11. 18. a) *Glycera americana* – Oyucu poliket, b) *Sabella* (Yelpaze kurdu) kayalar arasındaki kumluk alanlarda oluşturdukları uzun tüplerde yaşarlar.



Şekil 11. 19. *Nereis irrorata* – Erkek epitoki

Errant poliket'lerin bir diğer önemli özellikleri de göstermeleridir. Bu olayda eşeysiz sayıda birey (oğul) meydana bu bireyler eşeyli üreyebilme yeteneğindedirler. Epitoki gösteren yaşamlarının büyük bir kısmını sığ tabanında geçirirler. Beslenip eşeysel olgunluğa ulaşmazlar. Bu **atok** denir. Eşeysel olgunluk **epitoki** üremeyle çok getirilir. Ancak poliket'ler sularda deniz büyürler ancak tür bireylere atok'un tomurcuklanması veya doğrudan değişimi sonucu **epitok** meydana getirilmesi ile sağlanır. Eşeysel potansiyele sahip epitoklar, atoklardan çeşitli segonder karakterlerle ayrılırlar. Daha iyi fotoreseptörlere sahiptirler, posterior segmentleri daha büyüktür ve gametleri içerirler (Şek. 11.19). Sindirim organları dejenere olmuştur. Daha çok yüzücüdürler ve segmental kasları ile parapodları bu duruma elverişli yapı kazanmıştır. Setaları kürek şeklini almıştır.

Sedentaria

Bu denizel poliket'ler sürekli olarak oyuklarda veya tüplerde yaşarlar ve buraları çok seyrek terk ederler. Bu yaşam tarzları ile ilişkili olarak vücutlarında bölgesel özelleşmeler meydana gelmiştir. Filum'a özgü atasal metamerizasyon azalmıştır; besinin alınması osmoregülasyon - boşaltım, solunum ve üreme ile ilgili olarak süper segmental bölgeler oluşmuştur. Parapodları küçülmüştür ve asikulumları bulunmaz. Dışarı fırlatılabilen hortum çok seyrek olarak bulunabilir. Baş küçülmüştür. Prostomial duygu organı halindedir fakat tentakülleri oldukça

Prof. Dr. M. AKTAÇ

gelişmiştir ve besin toplamada kullanılırlar. Epidermal solungaçlar yaygındır. Metanefridyumlar ve gonadlar vücudun belirgin bir bölgesinde toplanmıştır. Bu grubun temsilcileri, *Arenicola, Amphitrita, Sabella*, *Chaetopterus, Serpula* ve *Polygordius*'tur.

Arenicola (Şek. 11.6), sığ deniz sularında yaşayan tipik sedenter poliket'tir. Sürekli olarak **L** şeklindeki oyukta yaşar ve baş bölgesi oyuğun kapalı olan tarafındadır. Baş dikkate değer derecede küçülmüştür. Parapodları vücudun ön ve orta bölgesindeki birkaç notopodial solungaçtan ibarettir. Vücut kaslarını peristaltik kasarak su ve besin akımı oluşturur. Su, oyuğun açık ucundan girer ve vücudun üzerinden kuyruk bölgesinden başa doğru gider. Daha sonra su kapalı uçtan vertikal olarak süzülerek kuma veya çamura geçer. Bu su akımı esnasında besin partikülleri, ağızın önünde toplanırken solungaçlar da solunumu gerçekleştirirler. Sindirim kanallarında mide çok bezlidir. Barsak emilim için özelleşmiştir. Osmotik basınç dalgalanmalarına karşı toleranslıdırlar. O nedenle de kıyılarda yaşamaya uyum sağlamışlardır.

Üreme sistemleri, çoğu sedenter poliket'lerdeki gibi tipiktir. Gametler 6 segmentte sınırlanmıştır. Bu segmentlerdeki nefridyumlar gametlerin dışarı atılmasında rol oynarlar.

Arenicola, kıyısal kesimlerin dip kısımlarının etkin türlerindendir. Bunlar da toprak solucanları gibi deniz dibindeki yapıyı karıştırırlar.

Aphitrita, daha az aktif deniz poliket'idir ve sağlam yapıdaki oyuğunda pek hareket etmez. Bu tür yaşam şekline adaptasyon ile tipik bir sedenter özelliği gösterir. Parapodları ve prostomial duygu organları küçülmüştür ve vücudu, bölgesel özelleşmeler gösterir. Prostomiumlar uzun kontraktil tentaküller taşır ve tentaküller hem besin toplar hem de solunum yüzeyi oluştururlar. Gaz alış-verişi ayrıca anteriördeki üç segmentte yer alan solungaçlarla da sağlanır. Vücut duvarının peristaltik hareketi kuyruktan başa doğru bir su akımı oluşturur ve böylece solunum yüzeylerine de su sağlamış olurlar. Sindirim kanalları küçük olup dışarı uzatılamayan farinks, özofagus, mide ve uzun barsak içerir. Peristaltik kasılmalarla besin sindirim kanalının ön bölgesine gelir. Barsağa doğru hareket ise peristomial dudaklarındaki sillerin sayesinde gerçekleşir.

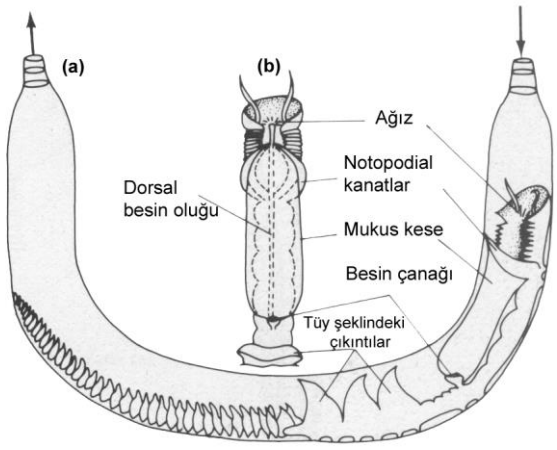
Sabella (Şek. 11.18b), yelpaze kurdu olup, mukus salgısı ile kum taneciklerinin birleştirilmesi sonucu oluşturulan tüp içinde yaşar. Diğer yelpaze kurtları gibi renkli prostomial tentakül çelengi içerir. Tentaküller, kurdun kumlu tüpünün açık ucundan dışarı doğru uzanırlar ve hem besin toplarlar hem de tüp

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

oluşturma materyali toplarlar. Tentaküller yüzeylerindeki siller ile su akımı oluştururlar. Bu esnada besin partikülleri ağıza doğru toplanır. Besinle gelen kum tanecikleri de tüp oluşumunda kullanılırlar. Tüp, kum tanecikleri ile kum depolayan keselerin duvarından salgılanan mukus ile oluşturulur. Kum keseleri hemen ağızın altında ventralde yer alırlar.

Sabella'da başka mukus bezleri de vardır. Bu bezlerin en belirgin olanları ventraldedir. Salgıları olan mukus, tüp boyunca depo edilir ve bu sayede vücudu kum iritasyonundan korurlar. Metanefridyum'lar, anteriör uçta tek ve büyük bir çift kese ile sınırlanmışlardır. Fertil segmentlerde nefridyumlar gamet transferi için de özelleşmişlerdir. Sabella, artık maddelerin dışarı atılması problemine karşı iyi bir çözüm bulmuştur. Poliket'lerin çoğu bu işlem için tüpten dışarı çıktıklarında çeşitli risklerle karşı karşıya kalırken *Sabella* artık ve sindirilmemiş maddeleri dışarı atarken tübünden ayrılmaz. Anüsten, vücudun orta bölgesine doğru ventralde bir silli oluk uzanır. Bu oluk tübün açık ucunda sonlanır. Artık maddeler mukus salgısı ile paketlenerek oluk yoluyla dışarı atılır.

Yelpaze kurtları olarak bilinen diğer annelid'ler *Sabella*'ya çok yakın akrabadırlar ve çeşitli tiplerdeki $CaCO_3$'tan oluşan tüplerde yaşarlar. Bu gruba Serpulid'ler denir. Peristomial yakalarının altında iki büyük kalker bezi içerirler. Bu bezler $CaCO_3$ salgılarlar. Serpulid tüpleri kayalara, kabuklara ve diğer sert zeminlere tutunurlar böylece bu yelpaze kurtları bulundukları habitatları tahrip ederler. Tüysü tentakül çelenkleri içeri çekildiğinde tüpün açık ucunu kapatan bir operkulumları vardır.



Şekil 11. 20. *Chaetopterus variopedatus*. U şeklindeki oyuklarda yaşar. a) Tüpü içinde beslenen kurt. (Oklar tüp boyunca su akım yönünü gös- termektedir; b) Kurt'un anteriör bölgesi (Dorsalden).

Chaetopterus (Şek. 11.20), dipte yaşayan denizel annelid olup çamur zemindeki düzlüklerde at nalı benzeri tüplerde yaşar. Tüpün her iki ucu da açıktır. Vücudu oldukça değişikliğe uğramıştır. 14.15. ve 16. segmentlerdeki notopodium dalgalı yarım ay şeklindeki bir yelpazeye dönüşmüştür. Yelpazenin hareketi ile su vücudun üzerinden anteriörden posteriöre doğru akar. 12. segment notopodial "kanat"lar

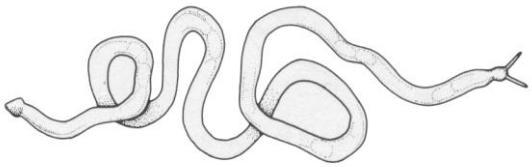
Prof. M. Nihat AKTAÇ

taşır. Buradaki epitel sillidir ve mukus bezi bakımından çok zengindir. Bu geniş kanatlar besinin geçişini kontrol eder. Besin 12. segmentten geçerken notopodial kanatlardan çok miktarda mukus salgılanır. Aynı zamanda kanatlardan posteriore doğru uzanan mukus keseleri vardır. Bu keseler, sudaki yenilebilecek besin partiküllerini süzerler. Kanatlar ve yarımay şeklindeki yelpaze arasında kurdun dorsal yüzeyinde bir besin bardağı vardır. Bu bardak mukus keselerinden süzülen besini toplayarak tıkız besin paketleri haline dönüştürür.

Chaetopterus ileri düzeyde rejenerasyon yeteneğine sahiptir. Denemelere göre ilk 14 segmentinden birini tamamen rejenere edebilir.

Diğer Poliketler

Pelajik olan *Alcipa*, serbest halde yüzen diğer poliketleri temsil eder. Bu kurtlarda mercekli büyük gözler vardır. Diğer poliketler mollusk kabuklarını oyarak içlerinde yaşarlar.

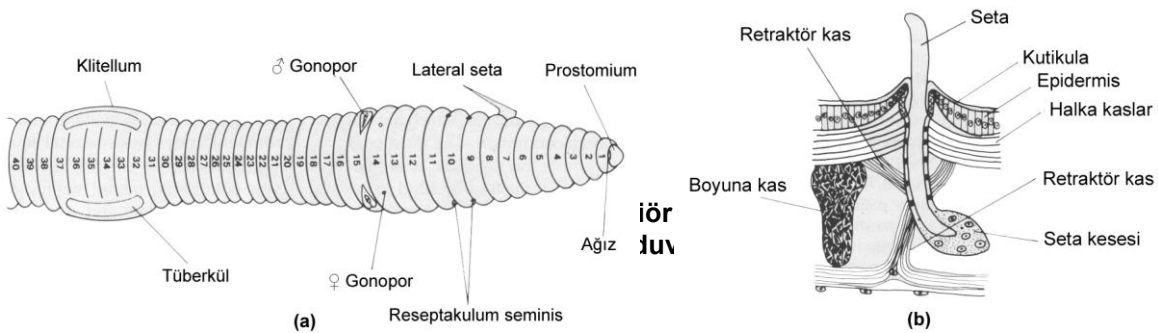


Şekil 11. 21. Arkiannelid (*Polypordius neapolitonus*)

Bazı küçük poliketler kum tanecikleri ile diğer dip partikülleri arasında yaşar. Bunlar *Archiannelid*'lerdir. İndirgenmiş poliket'lerdir. Parapodları ve setaları yoktur, segmentasyonları da belirgin değildir (Şek. 11.21). Epidermisleri silli olabilir. Arkiannelid'lerin atasal annelid tipini temsil ettiği düşünülebilir.

Klasis : *Oligochaeta*

Oligoket'ler, karasal ve tatlısu ortamında yaşamaya adapte olmuş segmentli kurtlardır. 3100 civarında tür içerirler. Bunlar arasında yakından tanıdığımız toprak solucanları da vardır. Karasal ortamda yaşam, annelid'ler için büyük bir problem oluşturur ve karasal adaptasyon sonucu filum düzeyindeki atasal karakterlerin çoğu değişikliğe uğramıştır. Hayatsal problemler karasal ortamda ancak sınırlı yerlerde yaşamayı mümkün kılmıştır. Oligoket'lerin çoğu; nem, besin ve oksijen bakımından zengin yerlerde yaşarlar. Buna ilave olarak oyuk açabilme yetenekleri de karasal ortamdaki başarılarında etken olmuştur. Ergin



oligoket'ler, karasal çevre istemlerine cevap verebilmelerine karşın gametleri ve gelişim safhaları bu ortamda oldukça zarar görür. O nedenle de atasal özelliklerinden olan dış döllenme, korunmasız embriyo ve serbest halde yüzen larva oligoket'ler içi söz konusu olamaz. Bu durum karşısında oligoket'ler gametik transfer ve gelişim safhalarının çevresel izolasyonu için korunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bu korunma mekanizmaları bütün türlerde hermafroditliği, çiftleşme tekniklerini ve **klitellum** olarak adlandırılan şişkin bölgesel yapıyı ve kokon oluşturmayı içerir (Şek. 11.22a).

Oligoket'lerin parapodları yoktur. Setalar, dorso-lateral ve ventro-lateralde bulunmakla beraber pek belirgin değildirler. Prostomiumda duysal eklentiler azalmıştır ve baş oldukça indirgenmiştir. Başın körelmesi ve parapodların indirgenmesi oyucu poliket'lerde yaygın bir özelliktir. Bu iki özelliğin oligoket'lerde de görülmesi oyukta yaşam modeline uygun bir adaptasyondur.

Oligoket'ler dış görünüşleriyle poliket'lerden daha az farklılık gösterirler. Eklentilerinin ve solungaçlarının kaybolması, gövde segmentasyonunun iyi korunması, grupta tek düze bir vücut şekli oluşturmuştur. Sadece vücudun ön yarısındaki birkaç segment üzerinde çeşitli şekillerde yerleşmiş bezsi klitellum bu grubun dıştan gözüken monoton yapısını bozar. İçte ise kapalı dolaşım sistemi, metanefridyumlar, sinir ve kas yapıları güçlü metamerik özellikler gösterir. Ön barsak bazı özelleşmelere sahiptir ancak en çarpıcı değişiklik oligoket'lerin üreme sistemlerinde gözükür. Oligoket'lerde hem ovaryum hem de testisler bir veya birden fazla segmette yer alırlar. Bu çift haldeki gonadları erkek ve dişi genital açıklıklarla birleştiren karmaşık bir üreme kanal sistemleri vardır.

Birçok oligoket ordosu tanımlanmıştır. Ancak poliket'lerde olduğu gibi oligoket'leri de karasal ve tatlısu formları olarak inceleyebileceğiz.

Karasal Oligoket'ler

Karasal oligoket'ler omurgasızlar dünyasında en iyi tanıdığımız kurtlardır. Organik bakımdan zengin ve nemli toprakları oyarak yaşarlar. Poliket'lerden daha büyüktürler. Güney Amerika'da 6.78m. uzunlukta ve 8cm. çapta olanları tanımlanmıştır. Çoğu türü ortalama olarak 10-30cm. uzunluktadır.

En yaygın toprak solucanı *Lumbricus*'tur (Şek. 11.22). Uzun ve silindirik vücutlu olup 100'den fazla segment içerir. Metamerizm çok belirgindir ve dıştan belirgin birkaç yapı içerir. Baş küçülmüştür. Peristomium'un üzerinde prostomial dudak benzeri bir yapı yer alır. Duysal eklentileri yoktur. Peristomium'un arkasından

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

itibaren her segmentte dört çift seta vardır. Bu çiftler tüp şeklindeki vücudun her iki tarafında dorso-lateral ve ventro-lateral olarak konumlanmıştır (Şek. 11.8). Bu kitinimsi kıllara protraktor ve retraktor kaslar eklemlenmiş olup hareket esnasında vücudu öne çekmede rol oynarlar (Şek. 11.22b). En belirgin dış yapı klitellum'dur. Klitellum, ergin formlarda 31. ve 32. segmetten 37. segmente kadar olan kısmı eğer şeklinde saran bezsi bir yapı halindedir (Şek. 11.22a). Vücutlarında dış dünya ile iç vücut kısımlarını bağlantılı kılan çok sayıda por vardır. Bu porlar metanefridial açıklıklar, dorsal sölomik açıklıklar ve üreme ile ilgili yapıların giriş ve çıkış delikleridir. Gece sürünerek yaşayan bu herbivorlar esas olarak ölmüş yapraklarla ve diğer çürümüş maddelerle beslenirler. Beslenmek için gece oyuklarından çıkarlar. *Lumbricus*'un posteriör ucu daima oyuk içinde kalır böylece predatörlerini gördüklerinde hemen oyuğa geri çekilirler. Kalın kaslı yutaklarını biraz dışarı uzatabilir ve besin ağıza yutağın emme yöntemi ile alınır. Yutak bezleri ağıza alınan besinleri yumuşatır ve aynı zamanda proteaz enzimi salgılar. Yutağı uzun ve dar yemek borusu izler. Toprak solucanlarının yemek boruları ince duvarlı besin deposu halindeki **kursak** ile kutikular kalın duvarlı, öğütme odası halindeki **katı** bölmelerine ayrılmıştır. Besin, katıdan sonra uzun ve nispeten farklılaşmış haldeki barsağa geçer. Barsağın dorsal duvarı **tiflosöl** adı verilen içe doğru bir katlanma içerir (Şek. 11.8). Tiflosöl, sindirilmemiş besinlerin emilim yüzeylerini genişletmeye hizmet eder.

Solunum ve boşaltım sistemi atasal yapıya uygundur. Kapalı kan dolaşım sistemlerinde dorsal kan damarı, ventral kan damarı ve bu iki damarı bağlantılı kılan lateral kapilerler içerir ve iç taşımada etkin bir sistem oluştururlar. Bu lateral kapilerlerden özofagus bölgesinde yer alan beş tanesi daha belirgindirler ve sistemdeki kan basıncını düzenledikleri için kalp olarak görev yaparlar (Şek. 11.5). Kan plazmasında çözünmüş hemoglobin oksijenin %40'ını taşır. Oksijen alımı nemli vücut yüzeyi ile olur. Kutikulalarının hemen altında yoğun kapiler ağı bulunur. Solucanların kutikulası mukus bezlerinin ve sölom sıvısının dorsal porlardan salgılanması ile sürekli nemli tutulur. Kutikula her zaman nemli olmak zorundadır. Çünkü solunum yüzeyi olarak da görev yapar. Bu nedenle de oligoket'ler karada belirli sınırlar içinde yaşamak zorundadırlar. Bazı tipleri mevsimsel değişiklikler sonucu hibernasyon veya estivasyona girer.

Lumbricus'ta oldukça iyi gelişmiş metanefridial sistem vardır. Peristomium hariç her segmentte nefridiopor ve nefridial kanallar vardır. Uzun boşaltım tubülleri tuzları emdiği gibi osmotik dalgalanmalara karşı dayanmayı sağlar. Çoğu karasal oligoket'te olduğu gibi, temel azotlu artık üre'dir. Ancak çevresel koşullara bağlı

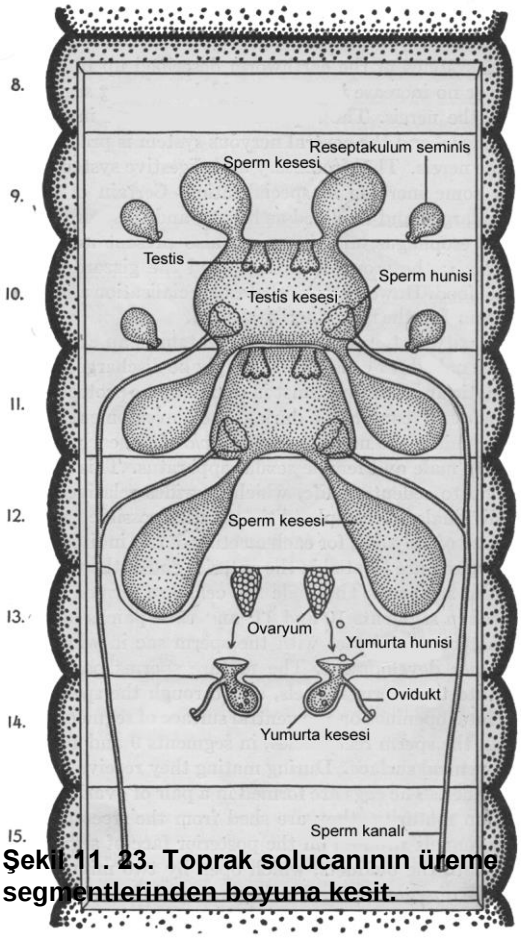
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

olarak amonyak ta atılır. *Lumbricus*, fazla yağmur yağdığı zaman oyuğundan çıkar. Bu durum osmotik problemler nedeniyle olmayıp doymuş topraktaki düşük oksijen konsantrasyonu nedeniyledir.

Sinir sistemlerinde ventral sinir şeridi tektir ve dev sinir lifleri içerirler. Beyin yutağın üzerinde 3. segmette yer alır (Şek. 11.10a). Her segmental gangliondan 3 çift lateral sinir çıkar. Bu sinirler hem duysal hem motor lifler içerir. Duysal lifler anteriör ve posteriör segmentleri sinirlendirir.

Lumbricus'ta vücut duvarı iyi gelişmiştir ve güçlü halka kaslarla boyuna kaslar içerir. Hareket esnasında bu kas tabakaları antagonistik olarak çalışırlar. Boyuna kaslar kasıldığında vücut boyca uzar. Karakteristik olarak halka ve boyuna kaslar peristomium arkasından itibaren kasılmaya başlar ve posteriöre doğru kasılmaya devam eder. Solucan uzadığı zaman posteriördeki setalar kaymayı önlemek üzere uzarlar. Toprak solucanı anteriör ucunu toprak içindeki yarık ve çatlaklara doğru iterek yolu üzerindeki toprakları yutar. Toprak, barsağa doğru itilir, sindirilebilecek organik maddeler sindirilir. Artık maddeler mukusla kaplanarak oyuğun yanlarına doğru sıvanırlar. Solucanın bu faaliyeti toprak için son derece sağlıklıdır. Toprağı drenajlar, havalandırır ve dikey yönde karıştırır. Böylece toprağın veriminde önemli rol oynar.

Bir çok oligoket gibi *Lumbricus da* duygu organı içermez. Vücut yüzeyinde özellikle anteriör ve posteriörde dermal reseptörler yaygın olmakla beraber belirgin gözleri yoktur. Zayıf ışıkla cezbedilirler ancak yoğun ışıktan kaçınırlar. Dokunma, kimyasal ve diğer çevresel uyaranları algılayan çeşitli sinirsel yapıların serbest uçları bu uyaranları almak üzere kutikulaya uzanırlar.



Şekil 11. 23. Toprak solucanının üreme segmentlerinden boyuna kesit.

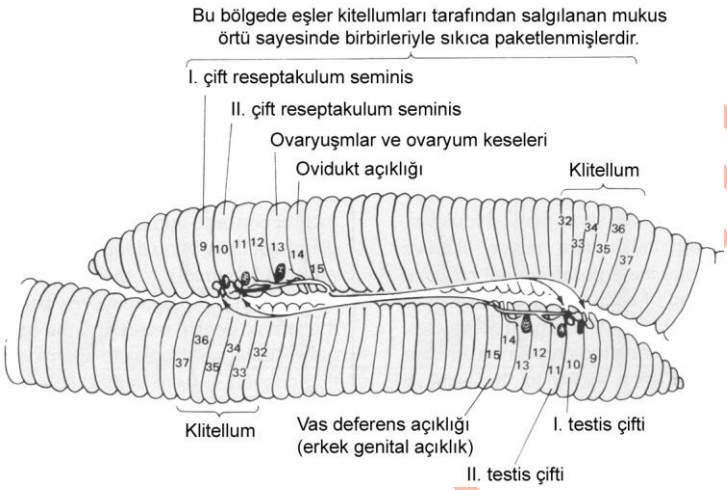
Üreme sistemleri hermafroditiktir ve bu sistem klasis için tipiktir (Şek. 11.23). Erkek üreme sisteminde iki çift testis vardır. Bir çifti, 10. segmette diğer çifti 11. segmenttedir. 3 çift vesikula seminalis'leri vardır. Bu çiftler 9. 11. ve 12. segmentlerde yer alırlar. Sperm kanalları olan vas deferensler 15. segmetteki bir çift genital açıklıkla

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

dışarı açılırlar. Dişi sistemde 13. segmentte bir çift ovaryum yer alır. Buradan aynı zamanda yumurta keseleri uzanır. Yumurta kanalları oviduktlar ise 14. segmentte bir çift porla dışarı açılırlar. 9. ve 10. segmentte de birer çift sperm haznesi olan reseptakulum seminis'ler yer alır. Gametler, gonadlarda üretilirler fakat gelişimlerini vesikula seminalis veya yumurta keselerinde tamamlarlar. Çiftleşmenin meydana geleceği uygun koşullarda iki toprak solucanı karşılıklı gelir. Oligoket'lerin çoğu çiftleşme esnasında birinin baş tarafı diğerinin kuyruğuna karşılık gelecek tarzda birleşir (Şek. 11.24). Bu birleşme şeklinde birinin erkek genital açıklığı diğerinin reseptakulum seminis açıklığına yakın gelir. Sonra klitellumun dış yüzeyinden salgılanan mukus, eşleri birbiriyle yapıştırır. *Lumbricus*'ta birleşen çiftlerde hiçbir zaman erkek genital por ile reseptakulum seminis aynı hizaya gelmez. Yapışma sonucu her bir eşin genital deliğinden diğerinin reseptakulum seminis açıklığına uzanan, ventral bir oluk meydana gelir. Bu oluk iki solucanın paralel kenarları boyunca kasların kasılmasıyla oluşur. Kas kasılması ile gametler oluk boyunca vesikula seminalis'ten karşı eşin reseptakulum seminis'ine itilir (Şek. 11.25). *Lumbricus*'un sperm transferini tamamlamak için 2-3 saate ihtiyacı vardır. Kopulasyondan sonraki birkaç gün içinde *Lumbricus,* döllenme ve gelişme için yumurtalarını depo edeceği kokonu oluşturur. Kokon oluşmadan önce klitellum solucanın ön tarafında 1/3'nü kaplayacak şekilde mukus örtü salgılar (Şek. 11.25). Sonra kokonun silindirik olan kitin duvarı salgılanır. Bu esnada kokon klitellumu da



Şekil 11. 24. Kopulasyon esnasında iki toprak



Şekil 11. 25. Çiftleşme halindeki toprak solucanlarının şematik görünümü. Oklar bir solucanın spermlerinin genital açıklıktan, diğer solucanın reseptakulum seminis'ine geçişini göstermektedir.

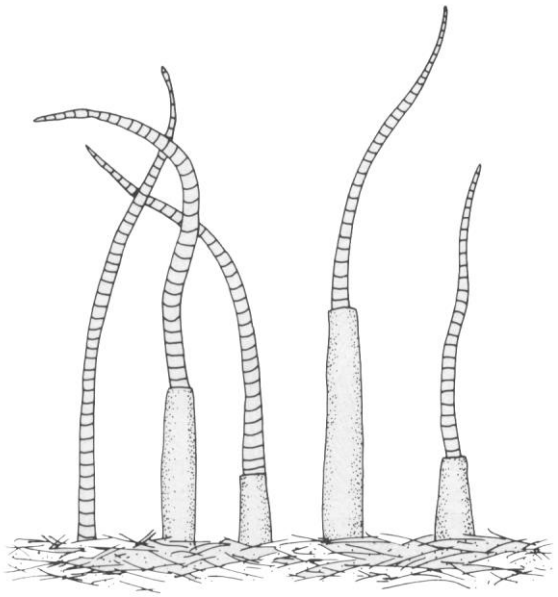
Prof. Dr. Ünal AKTAÇ

kuşatır. Daha sonra klitellumdan da kokona besleyici albümin salgılanır. Bu işler tamamlandıktan sonra kokon kaymaya başlar. Öne doğru gelir, dişi genital porların ve reseptakulum seminis açıklığının üzerine geldiğinde yumurta ve spermler kokonun içine boşaltılır ve döllenme olur. Kokon, eşlerden kurtulunca, ucu sıkıca kapanarak gelişme başlar. Her kokondan sadece bir kurt tam olarak gelişir ve döllenmeyi izleyen 2-3 hafta sonra kokondan çıkılır.

Tatlısu Oligoket'leri

Oligoket'lerin birçoğu göl ve göletlerin sığ olan zeminlerinde aquatik olarak yaşarlar. Bir kısmı su bitkileri arasında bir kısmı da büyük göllerde derinliklerde çamur altlarında yaşar. Genellikle karada yaşayan akrabalarından küçüktürler ve suda yaşamayla ilgili olarak çeşitli adaptasyonlar gösterirler. Setaları daha uzundur. Bazı türler tarafından besin almada ve harekette kullanılır. Çoğu tatlısu oligoketi ise besinlerini mukusla kaplı olan ve dışarı uzatılabilen hortumları ile alırlar. Hortum yapışkan ve kaslı olan bu organını yere uzatır ve buradaki besin parçacıkları böylece hortuma yapışır. Daha sonra hortum ağıza çekilir. Sindirim kanalı toprak solucanınkine benzerdir. Ancak tiflosöl yoktur, katı da ya küçülmüş ya da kaybolmuştur.

Çoğu tatlısu oligoket'i, oksijen noksanlığına dayanabilir. Ancak solunum gereksinimleri 1m'den daha derinde yaşamalarını sınırlamıştır. Bu annelid'ler düşük oksijen yoğunluğunda doymuş hale gelebilen hemoglobin içerirler ve böylece solunum hızları düşük olabilir. Gerçek solungaçlar seyrek olarak bulunur. Dipte yaşayan bazı kurtlar posterior uçlarını yaşadıkları oyuklardan uzatarak suyu çalkalarlar ve böylece suyun havalanmasını sağlarlar (Şek. 11.26).



Tatlısu oligoket'lerinde nefridyumlar iyi gelişmiştir ve hipotonik üre boşaltırlar. Amonyak en başta gelen azotlu artıktır.

Eşeysel üreme toprak solucanlarında olduğu gibidir. Ancak sucul gruplarda eşeysiz üreme daha yaygındır. Bu tür üreme, enine bölünme halindedir

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

ve her bölünmeden hemen sonra kardeş solucan meydana gelir. Rejenerasyon bölünmeden hemen sonra başlayabilir fakat çoğu kez kardeş bireyler ayrılmadan önce farklılaşma başlar.

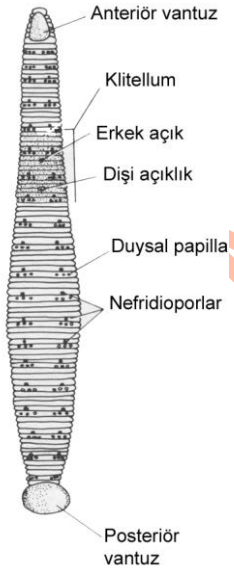
Tatlısu oligoket'lerinin tipik temsilcisi *Tubifex*'tir (Şek. 11.26).

Şekil 11. 26. Oyuk kazıcı tatlısu Oligoket'i (*Tubifex*).

Klasis : *Hirudinae*

Sülükler, hirudinae klasisinin en çok özelleşmiş annelid'lerdir. Esas olarak yavaş akan tatlı sularda bir kısmı predatör diğer bir kısmı ise kan emici parazit olarak yaşamaya adapte olmuştur. Bazıları ise nemli tropikal sahalarda da dağılım gösterirler. Birkaç denizel tür de vardır.

Sülükler, poliket'lerin ve oligoket'lerin bir çoğundan daha büyüktürler. En küçük tür 1cm. uzunluktadır. Ortalama olarak 2-5cm. boydadırlar. Dev Amazon sülükleri ise 30cm. uzunlukta olabilir. Bilinen 500 tür ile annelid'lerin en küçük klasisini oluştururlar.



Şekil 11. 27. Tıbbi sülük, *Hirudo medicinalis*. (Ventralden görünüş)

Sülükler, çeşitli özellikleri bakımından oligoket'lere benzerler. Ortak özellikleri parapodlarının bulunmayışı, başlarının küçük oluşu, klitellum ve karmaşık hermafroditik üreme sistemlerinin bulunuşudur. Buna rağmen hirudin'ler birçok çarpıcı özellik taşır. Sülüklerin vücudu son derece benzer segmentler taşır ve setaları yoktur. Dorso-ventral olarak yassılaşmışlardır ve anteriöre doğru giderek incelirler. Anteriör ve posteriörlerinde belirgin birer vantuzları vardır. Her sülük 33-34 vücut segmentine sahiptir. Ancak dıştan yüzeysel olarak gelişen annuli'ler bu dış segmentasyonu gizler (Şek. 11.27). İçte ise sinir sistemi ile metanefridial sistem düzenli bir metamerizm gösterir ve segmentlerin içten sayılabilmesine imkan sağlar.

Baş bölgesinde ağız ve gözler yer alır. Ağız ön vantuzla çevrili haldedir. Gövdede belirgin bir klitellum vardır. Arkadaki birkaç segment ise güçlü ve büyük olan arka vantuzu meydana getirmek üzere birleşmiştir. Bu vantuz enine kasların halka şeklinde dizilmesi sonucu oldukça kaslı yapıdadır ve ventrale dönüktür.

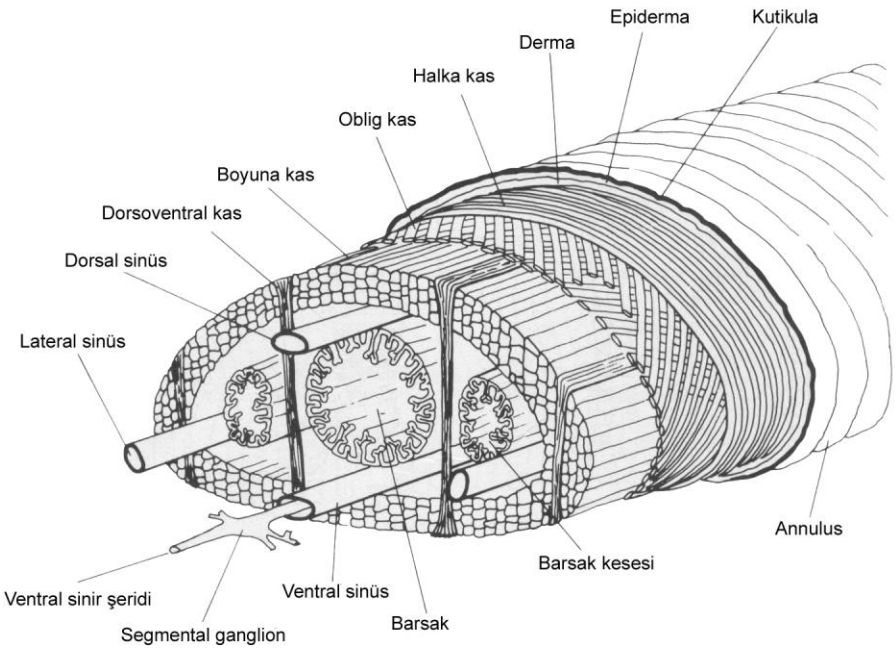
Vücut duvarı, diğer annelid'lerinkine göre oldukça komplekstir (Şek. 11.28). Epidermisin altında dermal tabaka (dermis) yer alır ve burada boyuna ve halka

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

kaslar arasında obliq kaslar vardır. Sülüklerin yassılaşmalarında da dorso-ventral kaslar rol oynar.

İç yapı olarak annelid'lerin genel şeklinden oldukça farklılaşmışlardır. Septumları yoktur ve sölomları küçülmüştür. Vücut duvarında yer alan bağ dokusu ikinci vücut boşluğuna doğru yayılmıştır ve bu bölge birbirleriyle bağlantılı sinüslerden ve kanallardan oluşan karmaşık bir sistem haline dönüşmüştür (Şek. 11.28). Bu bölgede aynı zamanda klorogogen doku ile gevşek mezenşimden oluşan **botroidal doku** yer alır.

Bazı sülüklerde kapalı kan dolaşım sistemi varken, birçok türde sölom, iç



taşıma için elverişli bir ağ sistemi halindedir.

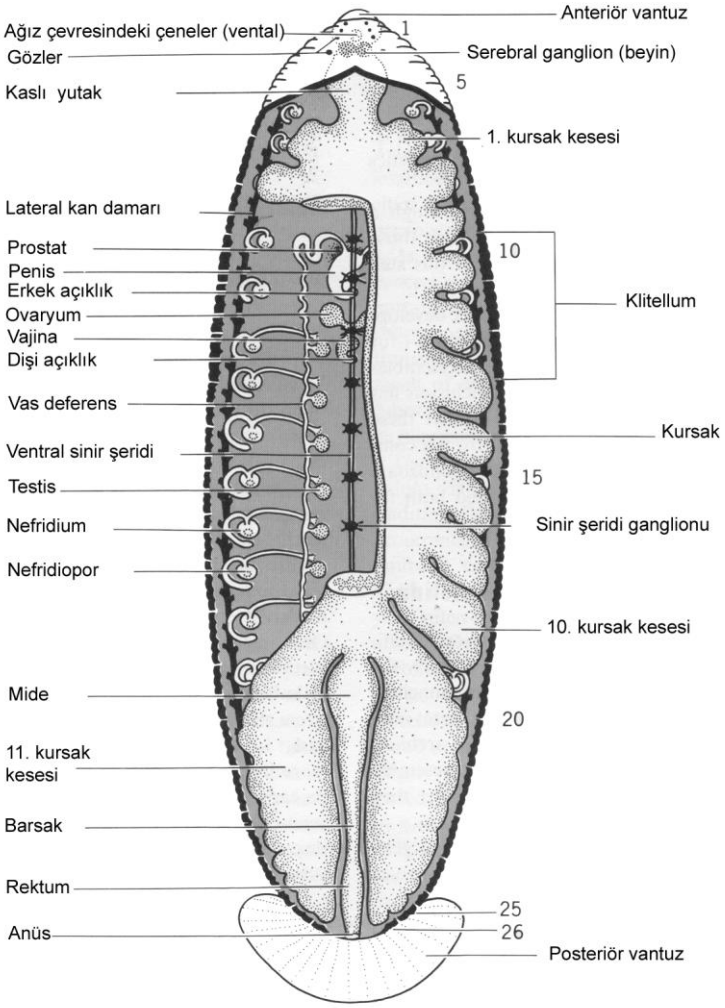
Şekil 11. 28. Sülük vücudundan enine kesit. Barsak ve cepleri, ventral sinir şeridi, sölomdaki temel sinirler ve çeşitli vücut tabakaları gösterilmiştir.

Sölom sıvısı, solunum pigmentleri içerir ve sölom kanalları dolaşımı düzenler. Birçok sülükte solungaç vardır. Solunum esnasında gaz alış-verişi bütün vücut boyunca yapılır. Türlerin çoğu posteriör vantuzları ile tutunup vücutlarını dalgalandırarak yüzeyi havalandırırlar.

Sülüklerin besini bir sülüğün predatör mü, parazit mi olduğunu büyük ölçüde gösterir. Eğer bu annelid'ler canlı besin kaynaklarından daha büyük iseler ve eğer avlarını öldürüp tamamını yerlerse bu takdirde predatördürler. Predatör sülükler diğer kurtları, salyangozları ve böcek larvalarını yerler. Eğer sülükler kendilerinden çok daha büyük hayvanlara saldırırlarsa ve bu hayvanların belli bir zamanda sadece

Prof. Dr. ... KTAÇ

bir kısmını yerlerse bu takdirde parazittirler. Bu tür sülükler daima ektoparazittir ve en yaygın konakları omurgalılardır. Parazit sülük konağın üzerinde belirsiz bir süre için kalır ve konaktan sadece üremek için ayrılır. Buna karşın bir miktar besin aldıktan sonra da acıkıncaya kadar konaktan ayrı kalır.



Şekil 11. 29. Sülük segmentasyonu ve iç anatomisi, kursağın bir kısmı, ventral sinir şeridi ve üreme organları gösterilmek üzere kesip çıkartılmış olarak çizilmiştir. Sağdaki rakamlar iç segmentasyonu göstermektedir.

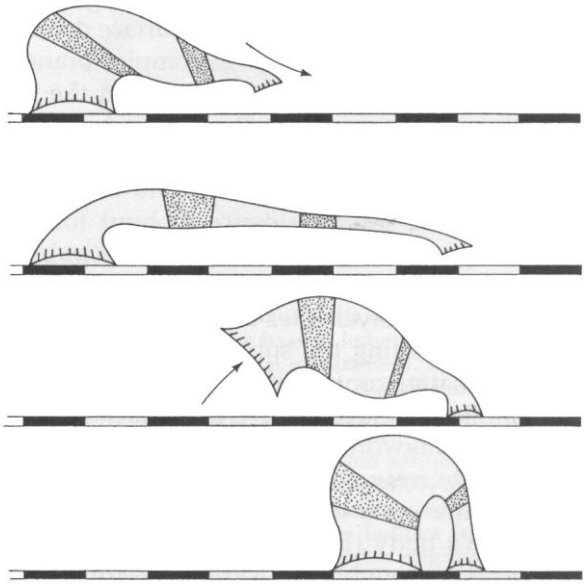
Parazit sülük, konağına anteriördeki vantuzu ile tutunur. Kurbanının derisini deler ve besinini (genellikle kan) elde eder. Çoğunlukla ısırma, ağızın etrafındaki 3 ışınlı kutikular çene ile olur. Bununla beraber bazı sülüklerde konağın derisine doğru bir hortum uzatılır. Kaslı yutaktan dışarı çıkan bu hortum kanı emmede kullanılır. Yutak ve vücut duvarı arasında yer alan tükrük bezleri, ağız boşluğuna aktikoagulant bir madde olan hirudin salgılar. Yutaktan sonra kısa bir özofagusları vardır. Mide veya kursak birleşir. Kursak bir veya birkaç çekum içerir. Besin sindirilmek üzere başlangıçta burada depo edilir. Bu çekumlar sülüğün çok miktarda besin almasına rağmen boyca kısalmalarına imkan sağlar. Örneğin tıbbi sülük olan *Hirudo medicinalis* bir beslenme anında vücut ağırlığının 10 katı kadar ağırlaşır. Lateral çekumlar bu büyük miktardaki besinin vücutta uyumlu dağılımını sağlar. Sülüklerde sindirim oldukça yavaştır. Bu durum kısmen, sülüklerde endopeptidaz enzimlerinin bulunmayışından dolayıdır. Endopeptidazlar büyük protein moleküllerinin iç bağlarını parçalamaya yararlar. Sülüklerde sadece ektopeptidazlar vardır. Protein sindirimi ancak periferal mole-küllerin sırayla parçalanması ile olur. O nedenle de sindirim çok yavaştır. Besini büyük miktarda aldıkları için ve sindirim de yavaş olduğu için

Prof. Dr. Murat AKTAÇ

sülüklerin çoğu ancak birkaç ayda bir defa beslenirler. Sülüklerin midesi tüp şeklindeki barsaktan, pylorik sfinkter vasıtasıyla ayrılmıştır. Barsakta da lateral çekumlar vardır. Barsak kısa bir rektum ve anüse açılır. Anüs dorsalde ve posterior vantuzun hemen önünde yer alır (Şek. 11.29).

Sülüklerde metanefridyumlar 10-17 arasında değişen çift haldeki yapılar olup vücudun ortasına doğru yer almışlardır (Şek. 11.29). Amonyaklı artıkları ve kanlı besinlerdeki fazla suyu alırlar. Metanefridyumlara ek olarak koloragogen ve botrodial dokular da büyük partiküller emerler.

Sülüklerin hareket tarzları tipiktir. Tüm halka ve boyuna kaslarının almaçlı kasılması ile yılanın hareket tarzına benzer şekilde hareket ederek sürünürler. Bu hareket esnasında önce posteriördeki vantuz tutunur ve halka kasların dalga şeklinde kasılması ile sülük uzar. Sonra öndeki vantuz tutunur, arka vantuz tutunduğu yerden çözünür. Bu kez boyuna kaslar dalga şeklinde kasılır ve vücut ileri doğru hareket eder (Şek. 11.30). Bu hareket esnasında vücudun genel duruş şekli ise obliq kaslarla sağlanır. Sülüğün bu hareketi esnasında bütün vücut bir tek hidrostatik birim gibi davranır.



Şekil 11. 30. Sülükte anteriör ve posteriör vantuzların kullanımı ile soldan sağa doğru hareket yöntemi.

Sülüklerin çoğu yüzer. Yüzme dorso-ventral kasların ileri düzeyde kasılması ile sağlanır.

Sinir sistemleri, yutağın etrafında 5. ve 6. vücut segmentlerinde büyük bir ganglionik halka halinde beyni, konnektifleri, subfaringeal ganglionu ve ilk birkaç segmentin birbiriyle birleşmiş ganlionlarını içerir.

Sülüklerin epidermisi bir bütün halinde duysal özellik gösterir. Bu yerler genelde kutikula boyunca uzanan çıplak sinir uçlarıdır. Duygu organları, gözler ve duysal papilla'lardır.

Sülüklerin gözleri ışığa duyarlı bir hücre kümesi halindedir. Ancak bu küme tüm vücuda dağılmış haldeki duysal hücrelerden farklıdır. Pigmentli bir yapı ile

Prof. Dr. Murat AKTAÇ

bağlantılı bu duysal hücreler 2-10. segmentlerin dorsal tarafında yer alırlar. Duysal papillalar, kutikuladan dışarı uzanan terminal kıllarla temsil edilirler. Bu kıllar ya dorsalde bir sıra halinde uzanırlar veya bütün vücudu sararlar. Fonksiyonları bilinmemektedir.

Sülükler genelde ışıktan kaçarlar fakat bazı aç sülüklerin ışığa duyarlı oldukları tespit edilmiştir. Suyun titreşimi ve gölge, özellikle balıklarda parazit olan sülükleri uyarırken sıcak kanlı hayvanlarda parazit olanlar konak sıcaklığına uygun sıcaklarda uyarılırlar.

Eşeysel üremeleri oligoket'lerdeki gibidir. Hermafroditik sistemlerinde gonadlar, üreme kanalları ve genital açıklıkları belirgin bir şekilde içerirler. Bezsİ bir klitellumları da vardır.

Erkek üreme sisteminde (Şek. 11.29) klitellumun arkasında segmental olarak dizili 4 veya daha çok çift testis vardır. Her testis boşluğu sölomun özelleşmiş bir kalıntısı halindedir. Testisler, sperm kanalları olan vas deferenslere açılırlar. Sağlı ve sollu vas deferensler birleşerek fışkırtma kanalı olan duktus ejokulatoruis'a açılır. Bu tek kanal da medianda tek bir genital atriuma açılır. Atriumun duvarı kaslı ve bezlidir. Bazı sülüklerde spermatoforlar burada oluşturulurlar. Spermatofor bir bireyden diğerine aktarılan spermleri koruyucu bir sperm paketidir. Spermatofor oluşturmayan sülüklerde ise atrium duvarının distal tarafı bir penis oluşturur. Erkek genital açıklık tek olup 10. segmentin ventralinden dışarı açılır.

Dişi üreme sisteminde (Şek. 11.29) bir çift ovaryum vardır. Ovaryumlar bir kese ile çevrili haldedir. Bu kesenin boşluğu sölom kalıntısıdır. Her iki yandaki yumurta kanalları olan oviduktlar anteriörde tek bir median vaginaya açılır. Genital por ise 11. segmenttedir. Böylece her iki sistemde de genital porlar tektirler ve klitellum bölgesinde bulunurlar. Çiftleşme, penisin bulunup bulunmamasına bağlı olarak iki şekilden birinde olur. Erkek kopulasyon organı yani penis içerenlerde sperm transferi, çoğu kez oligoket'lerdeki gibi olur. İki sülük baş ve kuyrukları karşılıklı gelecek şekilde birleşirler. Bu esnada ventral yüzeyleri sıkıca birbirleriyle temas eder. İki klitellum bölgesi birbiriyle yapışır ve bu yapışma esnasında her hayvanın erkek genital açıklığı ile dişi genital açıklığının birbiriyle temasa geçmesi sağlanır. Her sülüğün penisi karşı eşin dişi genital açıklığına uzatılır ve böylece spermler vaginaya fışkırtılmış olur.

Penisi bulunmayan sülüklerde ise erkek atriumunda spermatoforlar oluşturulur. Çiftleşme esnasında ventral vantuzlar birbirine yapışır ve gövdeleri de

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

birbirleriyle birleşir. Ventral klitellum bölgeleri bir hizaya getirilir ve atrium duvarının kasılması ile spermatoforlar erkek genital açıklık yoluyla bırakılırlar.

Gerek penisi bulunan gerekse spermatofor oluşturan sülüklerin her iki tipinde de vagina, sperm depolama merkezi halindedir. Döllenme içte olur. Sülükler yumurtalarını döllenmeden birkaç gün hatta birkaç ay sonra bırakırlar. Çoğu türde klitellum oligoket'lerde olduğu gibi kokon oluşturur. Sülük kokonlarında klitellum bezinin salgısıyla albümin depo edilir ve kokon dişi genital açıklığın üzerinden geçerken döllenmiş yumurtalar kokona geçerler. Sülüklerin çoğu kokonlarını emniyetli yerlere bırakırlar. Birkaç günde yavru bakımı vardır. Bu türlerde kokon sülüğün ventral yüzeyine yapışır. Yumurtadan çıktıktan sonra yavru sülük vantuzları ile kendini doğrudan doğruya ebeveynine tutundurur.

Yavru sülük kokondan birkaç haftada çıkar. Eşeysel olgunluğa erişmek için 1 yıla ihtiyacı vardır. Çiftleşme ilkbahar ve yaz aylarında olur.

Diğer annelid klasislerinden farklı olarak hirudin'ler hem eşeysiz üreme hem de rejenerasyon göstermezler.

Aquatik cinslere örnek : *Glossiphonia, Theromyzon, Ozobranchus*. Hem tatlı suda hem de karada yaşayan cinslere örnek : *Hirudo.*

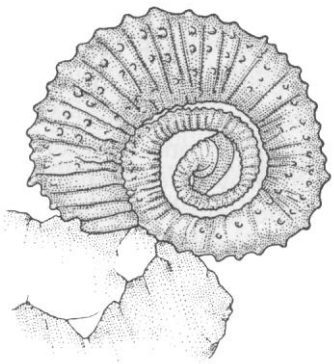
Diğer Annelid'ler

Diğer annelid klasisleri *Branchiobdellida* ve *Acanthobdellida* olup hem oligoket'lere hem de sülüklere benzerler.

Brankiobdellid'ler 14 veya 15 vücut segmenti içeren küçük annelid'lerdir. Anteriör ve posteriör vantuz içerirler (Şek. 11.31). Tatlısu istakozlarında parazit olarak yaşarlar. Setaları yoktur. Parazit yaşama adapte olmuşlardır.



Şekil 11. 31.Brankiobdellid (*Stephanodrilus cirratus*)



Şekil 11. 32. Akantobdellid (*Acanthobdella peledina*)

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Akantobdellid'lerin tek türü *Acanthobdella peledina* (Şek. 11.32) alabalıklarda parazit yaşar. 27 segment içerir ilk 5 segment seta içerir, arkadaki 4 segment vantuz oluşturmak üzere birleşmiştir. Anteriör vantuzları yoktur. *Acanthobdella,* oligoket ve hirudin karakterlerinin karışımını taşır.

Brankiobdellid'ler denizel olmayan bu iki büyük klasis arasındaki yakın evrimsel akrabalığı gösterir.

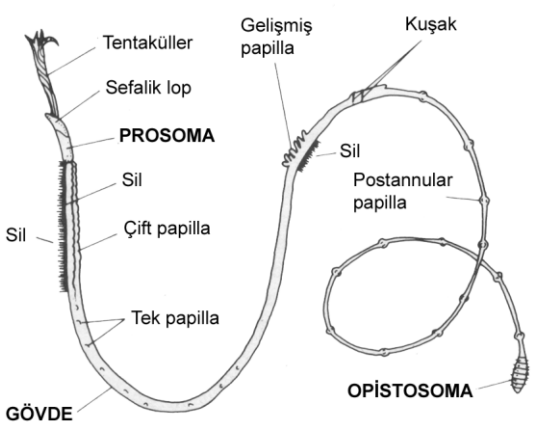
ÖZET

1. **Segmentli eusölomat kurtlar.**
2. **Anteriörde prostomium, posteriörde pygidium içeren uzun hayvanlar.**
3. **Belirgin dorsal kan damarlı, kapalı kan dolaşım sistemli.**
4. **Ağızdan anüse uzanan düz sindirim kanallı.**
5. **Metanefridyum adı verilen boşaltım-osmoregülasyon organlı.**
6. **Beyin, özofageal ganglion ve ventral sinir şeridi içeren sinir sistemli**
7. **Protostomat (ağızları anüsten önce oluşur), primitif olarak trokofora larvalı hayvanlar.**

FILUM : *POGONOPHORA*

Son zamanlarda tanımlanan filumlardan biridir. Denizde derinlerde tüp içinde yaşayan yaklaşık 80 tür içerirler. Yeni keşfedildikleri için de tanımları pek iyi yapılmamıştır.

Boyları 10-85cm. kadardır. Vücutları üç belirgin bölge içerir. Bu bölgeler prosoma, gövde ve opistosoma'dır (Şek. 11.33). Prosoma, anteriördeki sefalik lop'dur ve tüp oluşumunda rol oynayan bezsi bölgeyi içerir. Sefalik loptan, birçok düzineye kadar ulaşabilen tentaküller uzanır. Sefalik lop, aynı zamanda çok sayıda yan dalları veya pinülleri desteklediği gibi silli alanları da destekler. Gövde bölgesi vücudun büyük bir kısmını oluşturur ve papillalarla donanmıştır. Bu bölgenin ortasına doğru kısa setalar içeren iki kuşak vardır. Opistosoma, belirgin şekilde segmentli ve annelid'lerdeki gibi çift halde setalıdır. Bu bölge kurdun zemine tutunmasını sağlar.



Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Her vücut bölgesinin kendi sölomik odacığı vardır. Prosomal sölom tentaküllerin içine doğru uzanır. Opistosomal sölom ise intersegmental septumlarla bölümlere ayrılmıştır.

Ağız ve sindirim kanalları tanımlanmamıştır. Besinlerini vücut yüzeyinin absorpsiyonu ile alırlar. Kutikulanın mikrovilli içerdiği ve tentaküllerinin besin alınımında özelleştiği mikroskobik incelemlerle tespit edilmiştir. Tentakülleri besini toplayıp silli ve mukusla örtülü vücut boyunca transfer edebilir. Bu kutikular yüzey enzimatik bez hücreleri ile de donatılmıştır ve böylece hücre dışı sindirim sağlanmış olur.

Şekil 11. 33. Tipik bir Pogonomorf'daki üç vücut bölgesi.

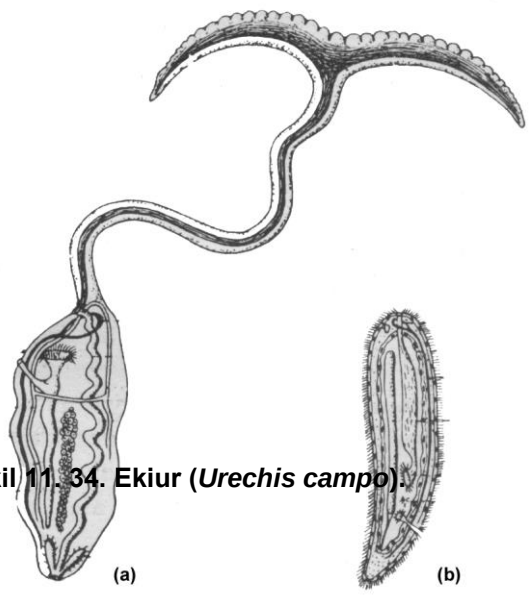
Annelidlerde olduğu gibi kapalı kan dolaşım sistemleri vardır. Kan damarları tentakülleri donatır böylece tentakül yüzeyleri gaz alış verişinde aktif rol oynayabilir. Diğer organ sistemleri tanımlanmamıştır.

Ayrı eşeylidirler. Gövdede bir çift gonadları vardır. Üreme ve gelişme fizyolojileri araştırılmaktadır. Setaların annelid'lere benzer oluşu ile bu grup annelid'lerle akraba kabul edilmiştir. Ancak opistosomanın tanımlanması üzerine, tentaküller, sölomik odacıkları ve yüzeysel olarak hemikordat'lara benzemeleri, pogonofor'ların deuterostom'lara da akraba oldukları görüşünü benimsetmiştir.

FILUM : *ECHIURA*

Segmentsiz hayvanlardır. Sığ okyanus zemininde yaklaşık 100 kadar tür tespit edilmiştir. Kum oyuklarında, kaya yarıklarında ve mercanların arasında bulunurlar. Birkaç türü, daha derin deniz diplerinde yaşar.

Boyları birkaç mm'den bir metreye kadar hatta daha uzun bile olabilir. En yaygın tür olan *Urechis Caupo* (Şek. 11.34) ortalama 20 cm. kadardır. Silindirik yapıdaki gövde büyük organ sistemlerini kapsar. Anteriör uçta ince duvarlı sefalik lop yer alır. Bu lop genellikle hortum olarak adlandırılır ve annelid'lerin prostomium'u



Şekil 11. 34. Ekiur (*Urechis campo*).

ayvanın uzunluğunun yarısından fazla edir. Hortumun basal kenarları ventral ın distal ucu ise genellikle genişlemiş erinkine benzer.

entral yüzeyine yapışan detrituslarla ı içinden ağıza doğru iter. Kaslı yutak ıa pompalar. Sindirim kanalı, yutaktan

sonra özofagus, kursak, mide ve uzun ince barsakla devam eder. Kısa bir rektumla posteriördeki anüsle birleşir.

Ekiur'larda annelid'lerinkine benzer kapalı kan dolaşım sistemi bulunur. Kanda amebositler bulunur, fakat solunum pigmentleri bulunmaz. Solunum vücut boyunca basit diffüzyonla özellikle hortum boyunca yapılır. Sölom sıvısında yer alan bazı hücrelerde hemoglobin bulunmuştur. Boşaltım problemi çift haldeki metanefridyum'larla çözümlenmiştir. Bazı türlerde sadece bir çift metanefridyum vardır. Fakat bazı türlerde bu sayı çok fazladır.

Ekiur'larda kaslar, annelid'lerdeki gibi organize olmuşlardır. Vücut duvarı kaslarına ek olarak çift haldeki büyük kaslar setaların hareketini kontrol eder.

Şekil 11. 35. *Bonella viridis*'in organizasyon şeması: a) Dişi; b) Erkek.

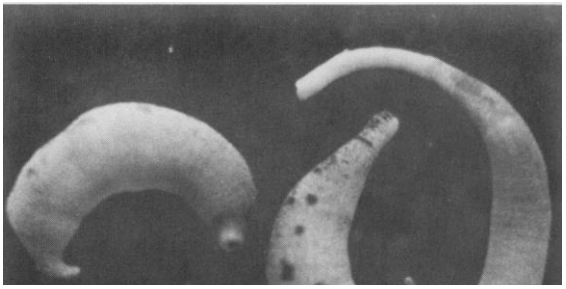
Ekiur'larda annelid benzeri sinir sistemi de vardır. Beyin kompleksi küçülmüştür. Hortum ve ventral sinir şeridi ile birleşmiş sirkumözofageal konnektifi içerirler. Özelleşmiş duygu organları yoktur.

Ekiur'larda eşeyler ayrıdır. *Bonellia*'da erkekler dişinin binde biri kadar boydadır (Şek. 11.35b). Bu erkekler ergin dişinin vücuduna giren larvadan meydana gelirler. Erkeklerin böylesine cüce kalmaları dişi hormanların etkisi ile olur. Eğer larva basit bir şekilde zemine oturursa dişi olarak gelişir.

Ekiur'larda gonadlar, sadece olgunlaşmamış cinsiyet hücrelerini söloma bırakan özelleşmiş mezenterler halindedir. Gametogenesis tamamlandıktan sonra sperm ve yumurta hücreleri nefridyum'larla dışarı bırakılır ve döllenme suda olur. Tipik trokofora larvası meydana gelir. Ergin birey segmentsizdir. Bazı ekiur'ların 60 yıl kadar yaşadığı tahmin edilmiştir. Genç ekiur'ların metamerik yapı göstermeleri, dolaşım ve sinir sisteminin temel yapısı, setaları, vücud duvarları, ekiur'ları annelid'lere yakın kılar.

FILUM : *SIPUNCULA*

Sipunkul'lar, okyanus tabanlarında kendilerini korumaya yönelik oluşturdukları yuvalarda yaşarlar. Yuva yeri olarak çamur ve kum oyukları, içi boşalmış mollusk kabukları, poliket tüpleri ve doğal kaya yarıklarını tercih ederler .





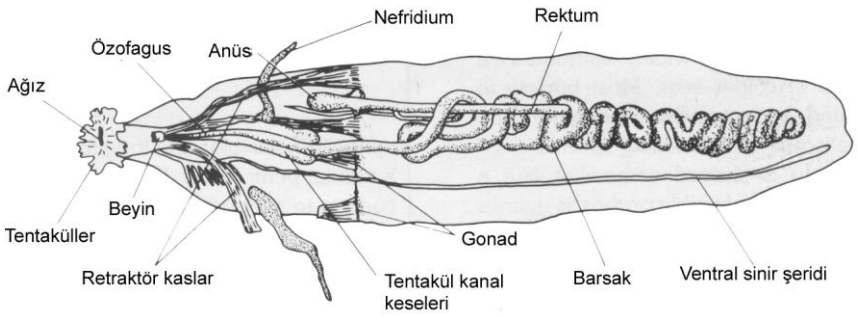
Şekil 11. 36. a) Sipunkul (*Phascolosoma*) introvert' in uç kısmı içe doğru dönmüş; b) *Themista pyroides* (Kısa introvert ve saplı tentaküllü)

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Birkaç türü kireç taşını da oyarak içinde yaşar. Yaklaşık 350 tür tanımlanmıştır. Vücutları **introvert** olarak adlandırılan dar bir anteriör bölge ile büyük bir gövde içerir (Şek. 11.36a,b). İntrovert, baş kısmı ile başın distal ucunda yer alan fırfırlı tentakülleri içerir. İntrovert'in yüzeyi çoğunda spinlerle donatılmıştır. Gövde ise düzdür. Vücutları annelid'lerinkine benzerdir ve sölom tek vücut boşluğu halindedir. Boyları birkaç mm ile 1 metre arasında değişir.

Sipunkul'lar tentakülleriyle yakaladıkları besinlerle beslenirler. İntrovertleri uzatılabilir. Böylece suda asılı halde duran organizmalarla beslenirler. İntrovertin yüzeyi mukus içerir. Avları bu mukus yüzeye yapışır ve besinler sil akımı ile ağıza götürülür. Besin alındığı zaman introvert tamamen geri çekilebilir. Aktif oyucu türlerde besin doğrudan doğruya çamurun yutulması ile sağlanır. Poliket predatörü olan türler ise avlarını yakalayarak besinlerini elde ederler.

Sindirim kanalı; yemek borusu, uzun spiral şeklinde kıvrılmış barsak, anteriöre doğru uzanan rektum ve ortaya doğru dorsalde anüs içerir (Şek. 11.37).



Şekil 11. 37. *Sipunculus nudus*'un anatomik

Sipunkul'larda özelleşmiş dolaşım ve solunum organları yoktur. Bu görev kısmen sölom sıvısı tarafından karşılanır. Sölom sıvısında hemeritrin bulunmuştur. Boşaltım bir çift nefridyum'la yapılır. Ayrıca boşaltımda özelleşmiş hücre kompleksleri vardır. Bunlara **urns** denir. Bu kompleksler peritondan meydana gelirler ve sölom sıvısından serbestçe dolaşırlar. Katı artıkları toplayarak ya vücud duvarında depolarlar veya nefridyumlar yoluyla dışarı atarlar.

Hareket sistemlerinde, vücut duvarında annelid benzeri kaslar içerirler. Ayrıca introvert'te retraktör kaslar ile tentakülleri hareket ettiren kasları vardır. Gövde kaslarının kasılması ile sölom sıvısına basınç yapılır ve böylece introvert'in genişlemesi sağlanmış olur. Özofagusta ve vücud duvarında retraktör kaslar vardır. Bu kaslar sayesinde introvert geri çekilir.

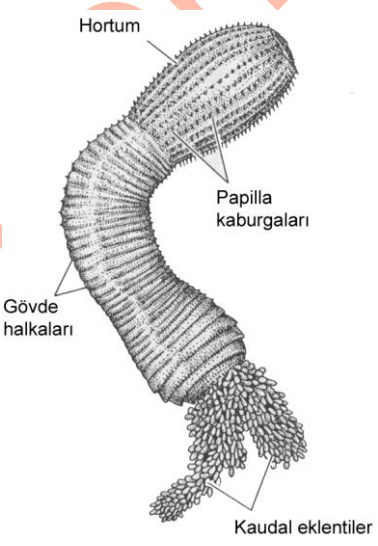
Prof. Dr. Nevzat AKTAÇ

Sipunkul'ların sinir sistemlerinde supraözofageal beyin, çift haldeki konnektifler ve ventral sinir şeridi vardır (Şek. 11.37). Duysal yapılar introvert boyunca yer alırlar. Bazı türlerde introvert'in dorsalinde kimyasal duygu organları olarak nukal organlar yer alır. Bu organlar çift halde silli çukur yapısındadır. Bazı türlerde ise beyinde bir çift pigmentli osellus vardır. Üreme sistemleri bir dereceye kadar basittir. Olgun olmayan gametler peritondan meydana gelirler. Gelişmelerini sölomda tamamlarlar. Gametler nefridyumlar yoluyla dışarı atıldıktan sonra denizde döllenirler. Bazılarında trokofora larvası görülür. Bir kısmında ise gelişme doğrudan doğruyadır. Segmentasyon hiç bir safhada görülmez.

Sipunkul'lar ve annelid'ler arasında vücud duvarı yapısı ve embriyonik gelişim benzerliği vardır. Segmentasyonun bulunmayışı; annelid'lerde segmentasyon başlamadan önce ana annelid stoktan, ayrıldıkları gösterir. Tentaküllerindeki hidrolik sistem ise sipunkul'ların, lofoforlu'lar ve ekinoderm'ler ile akraba oldukları hipotezine götürmektedir.

FILUM : *PRIAPULIDA*

Filogenetik yerleri tam olarak bilinmeyen bu grupta sadece 8 tür vardır. Bu segmentsiz hayvanlar daha önce askelmint'lere dahil edilmişlerdi. Fakat şimdi omurgasız evriminde eusölomatlar içinde çok belirgin olmayan bir dal oluştururlar. Küçük organizmalardır. Silindir halindeki vücutları 5cm. kadar olabilir. Soğuk denizlerin kıyıya yakın dip kısımlarında geniş dağılım gösterirler. Çoğu littoral kum ve çamurdaki oyuklarda, bazıları mercanlar arasında yaşar. Bir türü de tüp içinde yaşar.

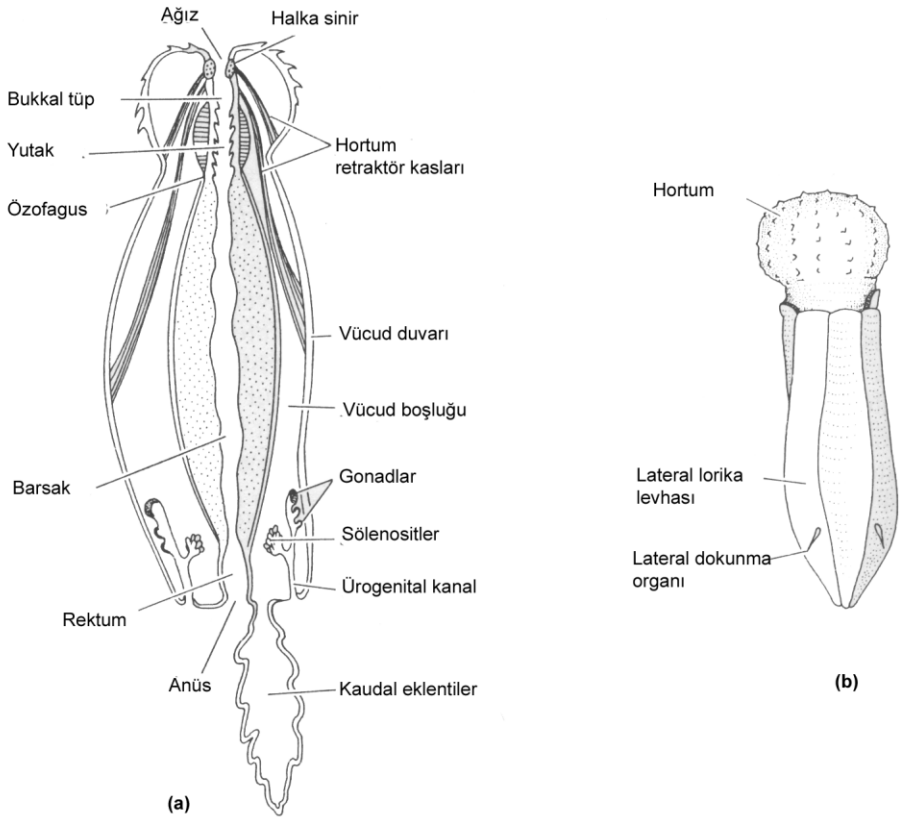


Vücut şekilleri az çok deniz hıyarınkine benzer (Şek. 11.38). Dışarı uzatılabilen bir hortumları vardır. Hortum vücudun ön tarafta ve vücudun 1/3'nü oluşturur. Hortumu, üzeri siğil gibi pürtüklü gövde takip eder. Gövde boyunca yüzeysel olarak halka şeklinde çıkıntılar içerirler. Vücudun arka kısmından çeşitli şekillerde kaudal eklentiler uzanır. Vücut duvarı dıştan kitin kutikula, altında ince bir epitel, halka ve boyuna kas tabakası ve hücreli periton halindedir. Peritoneal mezenterler iç organları desteklemek üzere sölomdan geçerler.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Şekil 11. 38. Priapulid (*Priapulus bicaudatus*)

Priapulid'ler karnivordurlar ve esas olarak poliket'lerle beslenirler. Hortumdaki papillalar muhtemelen besinin aranıp bulunmasında aktif rol alırlar. Besin hortumun uzatılması ve ağızı çevreleyen eğik haldeki spinlerin ters yüz edilmeleri ile elde edilir. Bu spinler ava batırılırlar ve sonra av kaslı farikse itilir. Yutak kutikulası diş şeklinde değişikliğe uğramıştır. Sindirim sisteminin geri kalan kısmında uzun barsak tüpü, kısa rektum ve gövdenin arka ucundaki anüsü içerir (Şek. 11.39a).



Şekil 11. 39. a) *Priapulus* (Boyuna kesit); b) *Priapulus caudatus*'un evcikli larvası.

Priapulid'ler, denizel hayvanlardır. Solunum ve dolaşım organlarında özelleşmiş yapılar içermezler. Sölom sıvıları amebositler içerir ve bir türde hemeritrin bulunmuştur. Bazı priapulid'lerde kaudal eklentilerle birleşmiş haldeki vesiküller solunumda rol oynarlar. İki ürogenital organları vardır. Her biri sindirim kanalının bir tarafında yer alır. Bu organların merkezi tübülleri hem gonadlara hem de boşaltım organlarına ait ürünleri, gövdenin posteriörüne açılan çift haldeki nefridioporlarla dışarı boşaltırlar.

Sinir ağları büyük ölçüde epidermaldir. Merkezi elemanlar sınırlı olup sirkumfarigeal halka ile tek ventral sinir şeridi içerirler. Duygu organları

rudimenterdir. Gözleri yoktur. Hortumları ve gövdeleri duysal özellik gösteren önemli yerlerdir.

Priapulid'ler oyuklarını periyodik olarak açarlar. Vücut duvarındaki halka ve boyuna kas liflerinin ardışık kasılması sonucu hortum ileri doğru uzatılır ve hayvan peristaltik hareketlerle ileriye doğru ilerler.

Priapulid'ler dioktürler. Çift haldeki gonadları, protonefridial kanallarla üreme hücrelerini boşaltırlar. Döllenmeleri ve embriyolojileri iyi araştırılmamıştır. Ancak küçük bir larvaları vardır ve askelmint'lerinkine benzer. Gövdenin merkezini rotifer'lerinkine benzer bir lorika çevreler (Şek. 11.39b) ve posteriör ucunda ayak benzeri eklentilere sahiptirler. Spinler gastrotrih'lerde olduğu gibi ağızı çevreler. Larval dönem sonunda lorika atılır. Büyüme esnasında kutikula periyodik olarak yenilenir.

Eğer priapulid'ler gerçekten eusölomat iseler en primitif grup olarak dikkate alınmalıdırlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

12. FILUM : *MOLLUSCA*

Omurgasızlar dünyasının en iyi bilinen filumu mollusk'lardır. Günümüzde 35.000'i fosil ve 50.000'den fazlası aktüel tür olmak üzere arthropod'lardan sonra en fazla tür içeren grupturlar. Mollusk'lar insanlar tarafından süs eşyası, mücevher, hatta para gibi kullanılmışlar ve günümüzde evinde bu gruba ait süs eşyası bulunmayan pek az insan vardır. Yakından bilinen temsilcileri kiton'lar, salyangozlar, sümüklü böcekler, midyeler, istiridyeler, kalamarlar, mürekkep balıkları ve ahtapot'lardır. Bu hayvanlar topluca "kabuklular" olarak adlandırılabilirler. Çünkü çoğu kalkerli bir kabuk içerir. Ancak kabuk sadece mollusk'larda bulunan bir özellik değildir (foraminiferler, sülük ayaklılar, ostrakod'lar ve brakiopod'lar da kabukludurlar) ve bazı mollusk'lar örneğin sümüklü böcekler, ahtapotlar kabuk içermezler. Kuşkusuz ki mollusk'lar çok belirgin bir grupturlar ve bu grubun türleri belli bazı genelleştirilmiş özelliklerle tanımlanabilirler. Bütün mollusk'lar gruba özgü tüm genel karakterleri göstermezler fakat her bir tür bu özelliklerden bir kaçına sahiptir ve türler birbirleriyle uzun ve karmaşık bir evrimsel tarih içinde akrabadırlar.

Genelleştirilmiş mollusk karakterleri : 1. **Manto** tarafından salgılanan ve kalkan şeklindeki dorsal kabuk; 2. Venralde **kaslı ayak**; 3. Büyük **iç organlar kitlesi**; 4. Mantonun vücut kitlesini sarması sonucu oluşan ve solungaçların yer aldığı **manto boşluğu**; 5. **Radula** adı verilen diş benzeri törpüleme organı; 6. **Trokofora** ve **veliger** larvası'nın bulunmasıdır.

Yaşayan mollusk'lar 3 altfilum altında gruplandırılabilen 7 klasise dağılmışlardır: Birinci altfilum *Aculifera'dır ve* tek belirgin klasis olan *Aplacophora*'yı içerir. Bu kurt şeklindeki kabuksuz mollusk'lar çoğu kez solenogaster'ler olarak adlandırılırlar. İkinci altfilum, *Placophora*'dır ve tek klasis olan *Polyplacophora*'yı içerir. Poliplakofor'lar genel olarak kiton'lar olarak adlandırılırlar. Geri kalan

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

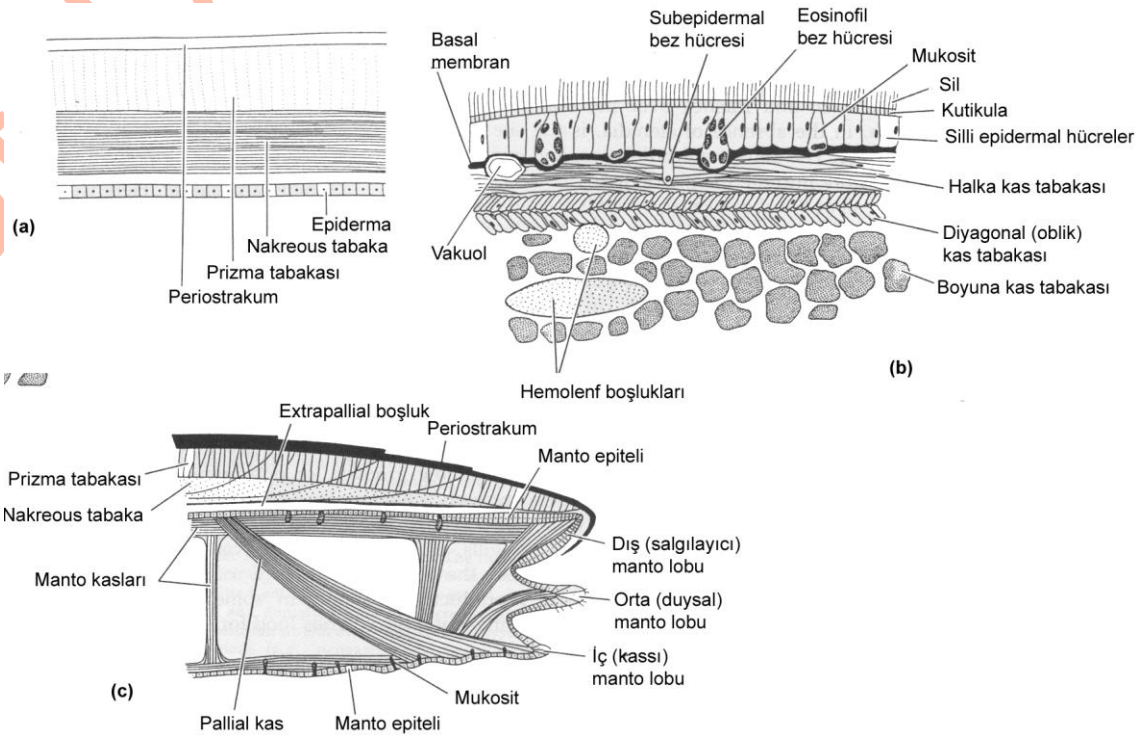
mollusk'lar üçüncü altfilum olan *Conchifera* altında toplanmışlardır. Bu alt filum'un klasisleri, primitif *Monoplacophora*, *Gastropoda* (salyangozlar), *Bivalvia* (midyeler), *Scaphopoda* (fil dişi kabukluları) ve *Cephalopoda* (mürekkep balıkları ve ahtapotlar)'dır.

Mollusk'lar hemen her türlü çevrede yaşarlar. Okyanus tabanlarında çok sayıda bulunurlar ayrıca bu zeminden yüzeye kadar olan çeşitli derinliklerde yaşamaları yanında, pelajik ve planktonik olarak yaşayanlar da bilinmektedir. Tatlısu'da yaşayan midyeler ve salyangozlar da bilinmektedir ve bazı salyangozlar karasal ortamda da dağılım gösterirler. Bu filumda parazitlik seyrek görülen bir olaydır.

Mollusk'ların da annelid'ler ve diğer yüksek organizasyonlu omurgasızlarda olduğu gibi uzun bir evrimsel tarihi vardır. Çeşitli formlar içermeleri ve farklı yaşam şekilleri göstermeleri sonucu evrimleri oldukça farklı çalışmalarla ele alınmıştır. Bu çeşitlilik, filum'un özelliklerini belirlemede komplikasyonlara neden olmuştur. Gerçekten de mollusk'ların bütün türleri için ortak gösterilebilecek tek bir karakter yoktur. Mollusk olarak tanımlanan bir tür, genelleştirilmiş mollusk karakterlerinin ancak bir grubuna veya kombinasyonuna sahiptir.

Genel morfoloji

Genelleştirilmiş mollusk, bilateral simetrili, ventral yüzeyi düz ve dorsal yüzeyi kabukla örtülü haldedir. Anteriörde yer alan baş bölgesi, duysal yapılar ile uç kısmında ağızı içerir. İç organlar kitlesi dorsalde konveks olan bir kabukla örtülüdür. Bu koruyucu yapı dışta **periostrakum** adı verilen organik bir tabaka ile içte organik matriks üzerine kalsiyum karbonat kristallerinin depolandığı oldukça sağlam iki

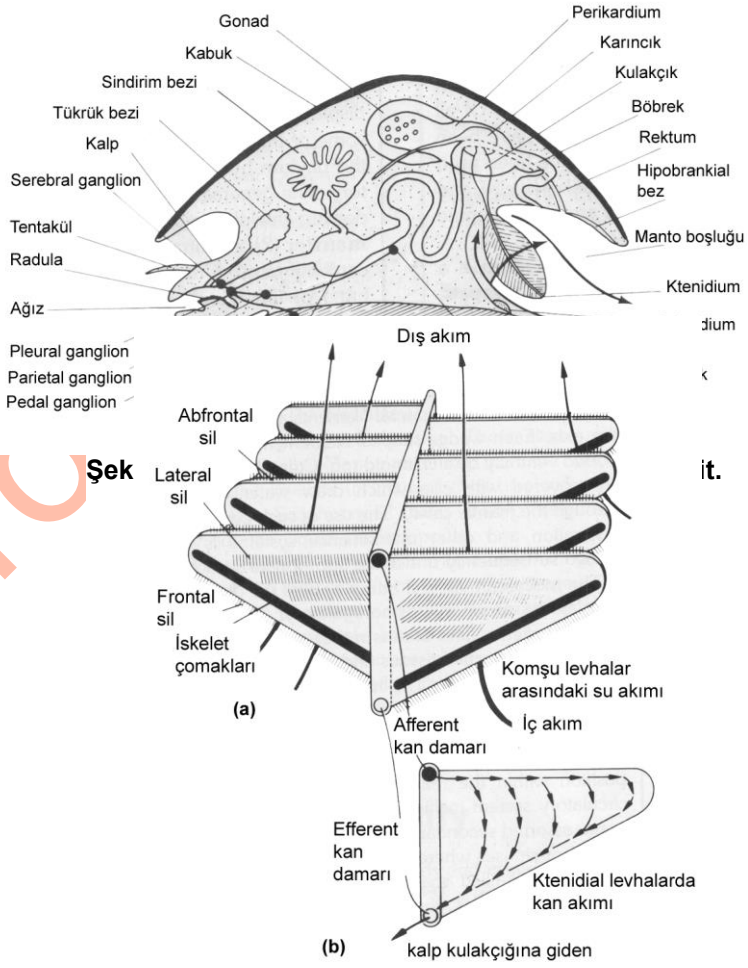


Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

tabaka halindedir (Şek. 12.1a).

Şekil 12. 1. Genelleştirilmiş Mollusk vücut duvarı ve kabuğunun yapısı: a) Mollusk kabuğunu oluşturan yapılar; b) Vücut duvarı yapısı (Kütikula, epidermis, kas tabakaları ve çeşitli bezler); c) Kabuk kenarı ve üç loplu manto (Bivalvia' da) dan enine kesit.

İç tabakaların en içte yani altta olanı sedef tabakası olup daha az organik madde içerir. Dışta olanı ise daha kaba yapılı prizmatik tabakadır. Periostrakum ve iç tabakaların organik matriksi **konşiolin** adı verilen bir proteinle desteklenmiştir. Kabuk bir bütün olarak epidermisin dış tabakası tarafından salgılanır. Epidermis aynı zamanda manto adı verilen ve mukus bezleri bakımından zengin bir örtü de salgılar (Şek. 12.1b). Manto, kabuktan içi su ile dolu oldukça dar bir boşlukla ayrılır. Bu boşluk konşiolin ve kalsiyum karbonat kristallerinin oluşumuna olanak sağlar ve böylece kabuk herhangi bir yerinden kalınlaşabilir. Epidermis ile kabuk arasında doğrudan temas sadece manto kıvrımının bulunduğu yerdir. Buradan da periostrakum meydana gelir. Dolayısıyla kabuğun büyüyebildiği tek yer burasıdır. Manto dışta bir salgı lobu içerir (Şek. 12.1c). Bunun altında iki iç katlanma vardır. Üstteki katlanma duysal elemanları içerebilir. En alttaki katlanma ise kas yapısındadır. Buradaki birkaç retraktör kas çifti mollusk'ların kabuğunu ayağa tutundurur. Bu kasların kasılmasıyla da kabuk vücudun üzerinden aşağı doğru sıkıca kapanır.



Manto ve kabuk vücut ve ayağı kavrar. Ancak hayvanın kaidesine yakın bir yerde, yanlarda veya posteriörde bir boşluk kalır (Şek. 12.2). Bu boşluk **manto boşluğu** adını alır. Manto boşluğu, filum'un en önemli özelliklerinden biridir. Bu boşluk solunum, besin alınımı ve hareket için değişikliğe uğramıştır. En önemli ve yaygın fonksiyonu solunumdur ve genelleştirilmiş mollusk şemasında, manto boşluğu bir veya iki çift solungaç içerir.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

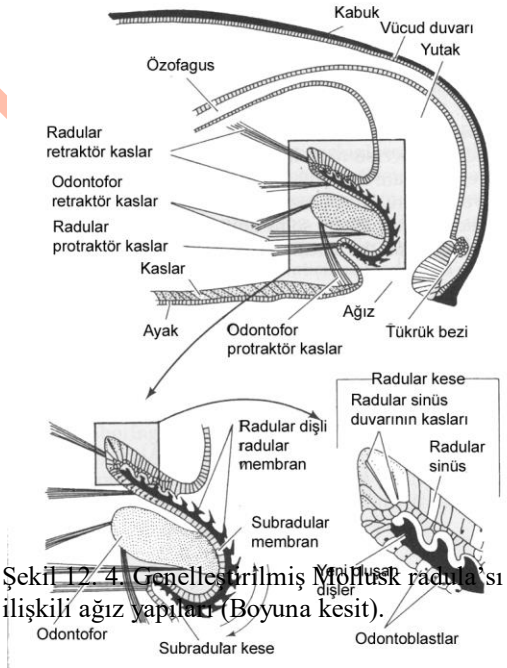
Genelleştirilmiş mollusk solungaçları **ktenidyum** adını alır. Ktenidyum'lar yassı ve merkezi bir eksen ile bu eksenden yanlara doğru uzanan ince ve silli filamentler halindedirler (Şek. 12.3). Merkezi eksen, kan damarları, kaslar ve sinirler içerir. Manto tavanına ve yan duvarlara membranlar aracılığı ile asılı durur. Lateral filamentler eksen boyunca almaçlı olarak uzanırlar. Her filament ventralde kitinimsi bir çomakla desteklenmiş olabilir. Sillerle çevrili olan filamentler manto boşluğuna doğru bir su akımı oluştururlar.

Mollusk'ların iç organlar kitlesi; sindirim, dolaşım, boşaltım-osmoregülasyon ve üreme sistemlerini içerir. Bu bölge yumuşaktır ve kansızdır. Bağ dokuları ve kan sinüsleri bu kitlenin büyük bir kısmını oluşturur. Tüp şeklindeki sindirim kanalı; bukkal bölge, özofagus, kompleks bir mide, çift haldeki sindirim bezi, barsak ve anüs içerir. Anüs, dorso-median konumludur ve manto boşluğuna açılır. Dolaşım sistemi; Kalp, anteriörde tek aorta, ikinci dereceden kan damarları ve kan sıvısının dokuları tamamen çevrelediği, sinüslerden oluşan açık bir sistem halindedir. Kalp, sıvı dolu bir boşlukla çevrilidir. Bu boşluk perikardial boşluk olup sölom olarak kabul edilir. Söloma çift haldeki bir veya daha çok metanefridyum açılır. Boşaltım ve osmoregülasyon organları olan nefridyumlar mollusk'larda böbrek olarak adlandırılacak kadar kompleks yapılar halindedir. Mollusk gonadları, perikardial boşluğun üzerinde genelde geniş yer kaplarlar. Salgılarını metanefridyum kanalları ile boşaltırlar. Böbrek ve gonadların yer aldığı boşluklar sölom orijinli olarak kabul edilirler.

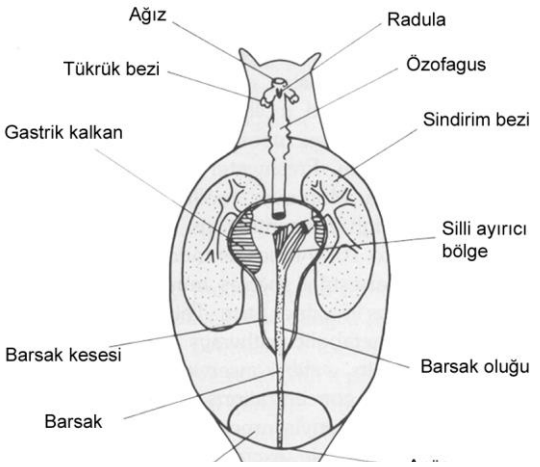
Şekil 12. 3. Genelleştirilmiş Mollusk solungaç veya ktenidyum'u: a) Birbirine komşu solungaç levhaları arasında ventralden dorsale doğru olan su akımının üç boyutlu görünümü; b) Kan dolaşımını gösteren tek ktenidial filament.

Sindirim ve Beslenme

Mollusk'ların çeşitliliği büyük ölçüde



Şekil 12. 4. Genelleştirilmiş Mollusk radula'sı ve ilişkili ağız yapıları (Boyuna kesit).



Şekil 12. 5. Genelleştirilmiş primitif bir Mollusk'ta sindirim kanalı ve ilişkili organların dorsalden görünüşü.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

beslenme tarzında görülen adaptif radyasyona dayanmaktadır. Bu filum'da çok çeşitli diyetler ve beslenme davranışı görülür. Dolayısıyla sindirim kanalının biyolojisi de bu durumdan etkilenmiştir. Kuşkusuz ki mollusk sindirim kanalı yapısal olarak belirli bir şekil almıştır. Bu belirlilik, çoğu mollusk türünün sadece küçük besin parçacıkları yutmaları ile izah edilir.

Ağız, bukkal boşluğa açılır. Burada mollusk'lara özgü **radula** adı verilen bir organ vardır. Radula (Şek. 12.4), membranımsı bir kuşak boyunca eğik kitinimsi diş sıralarından ibarettir. Bu kuşak aynı zamanda **odontofor** adı verilen kıkırdak benzeri bir çomakla gerginleştirilmiştir. Odontofor ve radula, protraktor (uzatıcı) ve retraktör (geri çekici) kaslarla bağlantılıdır. Bu kaslar sadece odontoforu ağızdan uzatmakla kalmayıp, aynı zamanda radular dişleri odontofor üzerinde hareket ettirir. Dişler besin parçacıklarını törpülemeye yarar. Öğütme esnasında dişler aşındıkça arkadan yenileri çıkar.

Tükrük bezleri ağız boşluğuna mukus salgılar. Mukus besinleri paket halinde sarar. Besin paketleri özofagus yoluyla mideye aktarılır. Mide koni şeklindedir, dar tarafı ince barsağa doğrudur (Şek. 12.5). Besin, özofagustan midenin geniş bölgesine gelir. Midenin dar olan arka tarafı sillidir ve besin paketlerini geriye doğru iter. Midede sindirim ve emilimin büyük bir kısmı tamamlanır. Midede ekstraselüler sindirim kısmen devam edebilir. Sindirilmeyen maddeler, barsağa geçerler ve tıkız dışkı paketleri halinde anüse aktarılırlar. Daha sonra manto boşluğundaki dış su akımı yoluyla dışarı atılırlar.

Solunum Sistemi

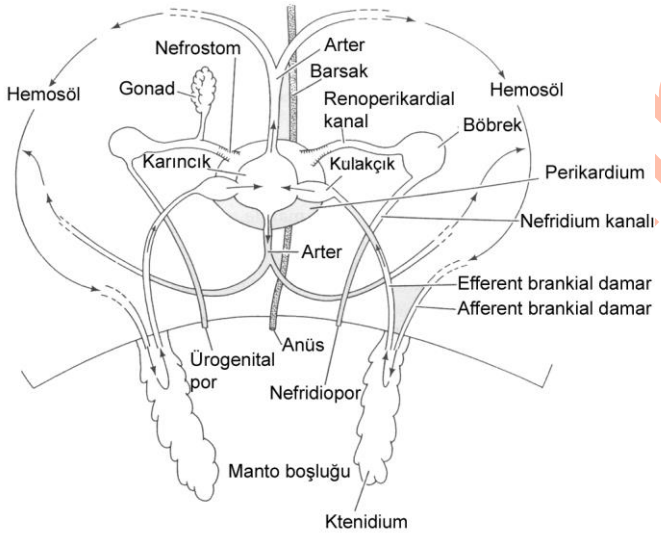
Vücutlarının üzeri kalın kabuklu olan ve ventral yüzeyleri ile zemine bağlı olanlar, tüm vücut yüzeyleri ile gaz alış-verişi yapamazlar. O nedenle mollusk'lar özel solunum organları içerirler. Bu organlar solungaçlardır. Solungaçlar ktenidyum olarak adlandırılırlar. Solunum suyu solungaç flamentlerinin lateralinde yer alan sillerin oluşturduğu akım yoluyla solungaçlara gelir (Şek. 12.3), kapilerlerle çevrili solunum yüzeyinde dolaşır ve manto boşluğundan dışarı çıkar. Suyla birlikte gelen yabancı maddeler solungaç filamentlerinin ön kısmında yer alan frontal siller aracılığıyla uzaklaştırılır. Bu esnada etrafları mukusla çevrilerek uzaklaştırılmaları kolaylaştırılır. Mukus, solungaç filamentleri tarafından salgılandığı gibi iki büyük **hipobrankial bez** tarafından da salgılanır (Şek. 12.2). Oksijen alınması ve taşınması solunum pigmentleri yoluyla kolaylaştırılır. Bazı türlerde hemoglobin bulunmakla

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

beraber bu filumda en yaygın pigment hemosiyanindir (kan plazmasında bakır içeren protein çözünmüş haldedir).

Dolaşım Sistemi

Genelleştirilmiş mollusk'larda açık kan dolaşım sistemi vardır. Bu sistemde bir kalp, birkaç kan damarı ve **hemosöl** olarak adlandırılan ve vücuda yayılmış kan sinüsleri vardır. Kalp, dorsalde perikardial boşluk içinde uzanır (Şek. 12.2). Karıncık ve kulakçık içeren iki tip kaslı odacık halindedir. Bir veya daha çok sayıdaki kulakçıklar solungaçlarla bağlantılıdır. Kan, solungaçlardan kulakçıklara gelir, her kulakçık oksijenlenmiş kanı tek ve median karıncığa pompalar. Karıncık da kanı tek ve anteriör konumlu aortaya pompalar. Aorta damarlara ayrılabilir. Kan sinüs ağında dolaşır, dokular sinüslere gömülü haldedir (Şek. 12.6). Sindirilmiş besinler aynı zamanda kan yoluyla dağıtılır. Kullanılmış kan solungaçlarda toplanır ve diğer bir döngü başlatılır.



Şekil 12. 6. Genelleştirilmiş bir Mollusk'ta hemolenf akımı. Oksijenlenmiş hemolenf, venritikülden hemosöle pompalanır ve afferent brankial damarlarla solungaçlara gelir. Oksijen ktenidyumlardan alınır ve efferent brankial damarlar yoluyla ventriküle oradan da sağ ve sol atrium'a gelir, sonra tekrar hemosöle

Mollusk'larda dolaşım sistemi, açık bir sistem halinde olduğu için iç taşıma çok etkili değildir. Kan basıncı düşüktür ve dolaşım yönü pek belirgin değildir. Ancak sistem, metabolizmaları yavaş olan bu hayvanlar için yeterlidir.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Mollusk'ların boşaltım ve osmoregülasyonunda karmaşık bir metanefridyum vardır. Çoğu yerde de böbrek olarak adlandırılır. Bir çift veya birkaç çift halindedir. Nefrostom (kirpikli huni)'ları perikardial boşluk içine uzanır (Şek. 12.2). Artık maddeler buradan uzun ve kıvrık renal tubül yoluyla anüs yanındaki nefridiopora

Prof. Dr. Murat AKTAÇ

boşalır. Kalp ve aortanın perikardial bölgedeki basıncı, kan sıvısını perikardial boşluğa sürer. Bu sıvı renal tubüle geçer. Tubülün duvarları kıvrıntılı ve bezlidir. Yararlı maddeler burada yeniden emilir ve artık maddeler üre halinde atılır. Mollusk'ların çoğu diğer hayvanlarda olduğu gibi boşaltım maddesi olarak amonyak bırakırlar. Azotlu artıkların şekli ve yoğunluğu habitata bağlıdır. Denizdeki mollusk'lar için toksik ve çözünmüş amonyak bir problem oluşturmaz. Tatlısu mollusk'ları da amonyağı aynı şekilde atarlar. Mollusk kanları, insan kanının amonyağa olan toleransından 1000 defa daha fazladır. Karasal formlar azotlu artıklarını daha katı şekilde atmak durumunda olmalarına rağmen bu hayvanların metabolizmaları üre oluşumu için yeterli değildir. Ürik asit amonyağa göre su kaybını azaltır. Amonyak ve ürenin yoğunluğu çevresel koşullara bağlıdır. Karasal salyangozlar denizel türlere göre 10-300 defa daha çok ürik asit boşaltırlar.

Hareket Sistemi

Mollusk'lar çok aktif bir grup değildirler. Tipik olarak ağır hareketli veya yere bağlı hayvanlardır. Sefalopod'lar bu duruma bir istisna oluştururlar. Bu mollusk'lar omurgasızlar dünyasının en büyük, en hızlı ve en akıllı grubunu oluştururlar.

Kas ve Sinirler

Mollusk'larda kaslar annelid'lerde olduğu gibi yapısal bir öneme sahip değildirler. Mollusk'un dış vücut şeklini ve koruma görevini kabuk sağladığı için, dorsal vücut kasları indirgenmiştir. Sadece ventral konumlu ayak, kaslarla iyi bir şekilde donanmıştır. Kas lifleri mollusk'larda boyuna ve enine tabakalar oluşturmazlar. Bağ dokusu ile bağlantılı karmaşık bir dağılım gösterirler. Diğer kaslar; Radula ve odontofor'un retraktör ve protraktör kasları, tentaküllerin ve başın retraktör kasları ve ayağın retraktör kaslarıdır. Ayak kaslarının kasılması ile ayak içe çekilir ve kabuk da aşağı doğru bastırılır. Böylece yumuşak iç organlar korunmuş olur.

Sinir sistemleri, birkaç ganglionlu basit bir sistem halindedir. Bir çift serebral ganglion, bir çift pleural ganglion ve bir çift pedal ganglionları vardır. Pleural gangliondan çıkan bir çift sinir, iç organlar ve mantoyu sinirlendirir. Visseral sinirler, visseral ganglionla iç organları sinirlendirir. Pedal ganglionlardan da ayağı sinirlendiren bir çift sinir uzanır.

Böylece genelleştirilmiş mollusk sinir sistemi ganglionlu sirkumenterik bir bölge, iki sinir şerit sistemi (pleural-visseral, pedal sistem) içerir. Yüksek

Prof. Dr. M. Ninat AKTAÇ

organizasyonlularda sirkumenterik bölge kompleks bir beyin oluşturur. Vücut sinirleri de sinirsel uyaranları aktararak etkili bir iletim sistemi oluştururlar.

Duygu Organları

Mollusk'larda duygu organları çift haldeki tentakül'ler, gözler, statosit'ler, osfaridyum ve epidodyum'lardır. Tentaküller dokunma duyusu organlarıdır. Kimyasal duygu organlarının da bulunduğu tahmin edilmektedir. Gözler, retina içeren pigmentli bir kadeh şeklindedir. Bu organlar gastropod ve sefalopod'larda iyi gelişmiştir. **Osfaridyum'**lar (Şek. 12.2) her biri solungaçın kaidesine yerleşmiş kimyasal duygu organlarıdır. **Epipodyum**'lar ayak uzantıları halindedirler. İnce tentakül benzeri yüzeyleri ile zemine dokunur, kimyasal ve dokunma duyusu organıdırlar.

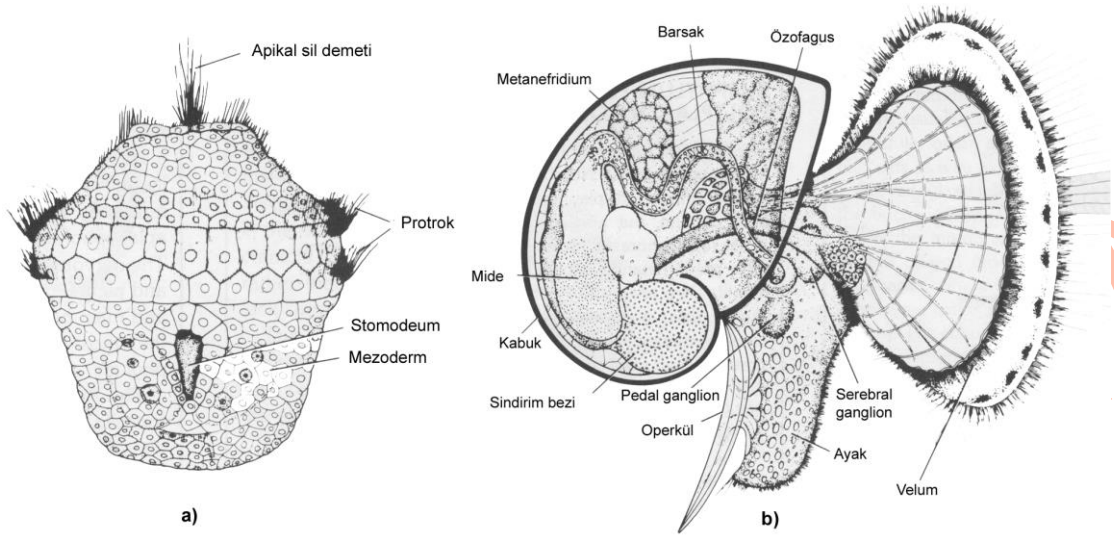
Gruplara özgü davranışları bulunmakla beraber hareketleri esas olarak ventral kaslı ayakla gerçekleşir. Ayağın tabanı bazı küçük türlerde sillidir ve tüm mollusk'larda mukus salgılayan pedal bezler içerir. Küçük mollusk'larda hareket, pedal bezin mukus salgısı üzerinde sillerin hareketi ile sağlanır (Bu tür hareket turbellar'larda da vardır). Büyük mollusk'larda ise hareket kaslara bağlıdır. Hareket kasılma dalgaları şeklinde olur.

Bazı mollusk'larda ayak farklı tipteki hareketler için de kullanılır. Bazı klasislerde (*Scaphopoda, Bivalvia*) ayak oymaya elverişli bir hal almıştır. Bu tipteki ayak yassılaşmış veya sivrilmiştir.

Üreme Sistemi

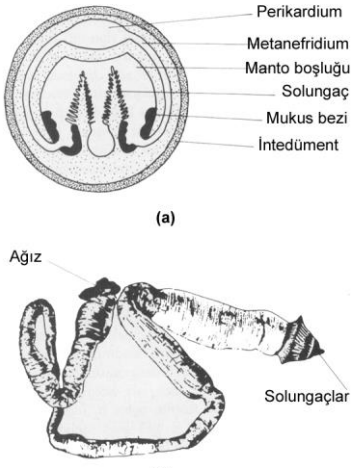
Denizel türlerin çoğu diöktür fakat tatlısu ve karasal formlarda hermafroditlik yaygındır. Üreme sistemlerine ait yapılar perikardial sölom ile ilişkili gonadlar ve kanallardan ibarettir. Embriyolojileri tipik protostomia tarzındadır ve annelid'lerinkine benzer bir trokofora larvaları vardır. Ancak mollusk'larda veliger adı verilen ikinci bir larval safha vardır. Eşeysiz üreme ve rejenerasyon ise mollusk'larda görülmez.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 12. 7. Mollusk larva tipleri a) Trokofora larvası (Patellid); b) Veliger larvası (*Crepidula*).

Gonadları tek veya çift halde perikardial boşluk duvarında yer alırlar (Şek. 12.2). Gametler perikardial boşluğa bırakılırlar ve metanefridial sistem yoluyla dışarı atılırlar. Bazı türler kompleks üreme organlarına sahiptirler ve ayrı üreme açıklıkları vardır. Bu tür organlar gametlerin depolanmasında, yumurtayı beslemede, etrafında kılıf oluşturmada ve kopulasyonda rol oynarlar. Gametler suya bırakılırlar. Döllenme dışta olduğu için yumurta hücresi sert bir örtü ile örtülü değildir ve yumurta sarıları azdır. Bu tür yumurtalar oldukça fazla sayıda suya bırakılırlar. Segmentasyon "spiral belirleyici'dir. Segmentasyon sonucu oluşan trokofora larvası (Şek.11.13) stomodeal ön barsak, endodermal rektum ve proktodeal arka barsak halinde sindirim kanalını içerir. Larval barsağın yanlarındaki mezodermal çoğalmalarla hayvan uzar. Çoğu mollusk'ta post trokofora larvası vardır (Şek. 12.7a) ve daha sonra veliger larvasına dönüşür (Şek. 12.7b). Bu safhada ayak, kabuk ve diğer mollusk özellikleri ergin şekli vermeye başlar. Velum, orijinal protrok'un yarım daire şeklindeki uzantısıdır. Bu yüzme organı bir çok mollusk'un zooplanktonlar arasında aktif rol oynamasını sağlar. Genç mollusk büyümek ve olgunlaşmak üzere zemine yerleştiğinde velum dejenere olur.



Altfilum *: Aculifera*

Klasis : *Aplacophora*

130 tür içerirler ve solenogaster'ler olarak bilinirler. Boyları 5 cm'den kısa ve kurt şeklindedirler. Çamurlu zeminlerde veya sölenterat kolonileri üzerinde tüm dünyada yaşarlar. Kabukları yoktur, ancak dış yüzeyleri kalkerli spiküllerle örtülüdür. Silindir şeklindedirler. Oyucu türlerde (*Crystallophrisson*) manto hayvanın etrafında bir tüp oluşturur. Manto boşluğu posteriördedir ve bir çift solungaç içerir (Şek. 12.8a,b).

Yüzeyde sürünenlerde (*Pruvotina*) (Şek. 12.8c) ventral yüzeyde dar ve uzunlamasına bir oluk vardır. Bu oluk, solungaç ve körelmiş ayak içerir.

Sindirim kanalı düz bir tüp şeklindedir. Çoğu türde radula vardır. Gonadlar perikardial boşluktadır ve üreme hücreleri boşaltım kanalı yoluyla dışarı bırakılır.

Sinir sistemleri serebral ve pleural ganglionlar ve bunlarla bağlantılı vücut sinirlerini içerir. Bu sistem, bu filum'daki en basit organizasyonu temsil eder.

Şekil 12. 8. Aplakofor'lar : a) *Crystallophrisson.* Manto, boşluğu ve solungaçlar (Posteriör uçtan enine kesit); b) *C. indicum* (Oyucu tür); c) *Pruvotina impexa*, yüzeyde sürünerek yüzer.

Altfilum*: Placophora*

Klasis : *Polyplacophora*

Genel olarak kiton'lar adını alırlar. 600 tür içerirler. Denizeldirler ve mollusk'ların birçok primitif özelliğini gösterirler. Ancak kayalık sahillerde yaşamak üzere oldukça özelleşmişlerdir. Dorso-ventral olarak yassılaşmışlardır. Baş bölgeleri indirgenmiştir. Ayakları oldukça genişlemiştir. Kabuk 8 enine plaktan oluşmuştur (Şek. 12.9a). İç organ sistemleri basittir ve pseudo-metamerizm gösterirler. Peş peşe gelen iki kabuk parçası kaslar yardımıyla birbiriyle bağlantılıdır böylece kabuk parçalarının az da olsa bağımsız hareketi vardır (Şek. 12.9b).

Manto, vücudun dorsal yüzeyi boyunca uzanır ve **kuşak** halindedir. Bazı beraber bazılarında (*Katharina*) kabuk *yptochiton*'da kuşak, kabuğu tamamen labilir. Bu tür spiküllü yapı aplakofor'ların o-lateral'de ayakla birleşir. Ayak ile yan Bu oyuk manto boşluğudur ve burada alış verişini sağlarlar (Şek. 12.10).

sta birkaç palpten başka duygu organı ir radula sistemine sahiptir. Sistem ağız ula dişleri, her sırada 17 diş olmak üzere



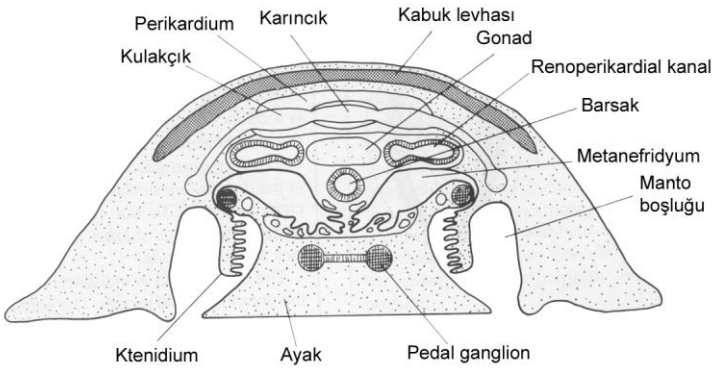
Şekil 12. 9. a) Sekiz parçalı Chiton kabuğu (Dorsalden görünüş); b) *Chriptochiton*'da izole edilmiş kabuk parçaları.

(b)

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

iki yatay sıra halinde radular membran boyunca yer alırlar. Bu yapı **subradular organ** adını alır ve altında kimyasal algılayıcılar vardır. Bu algılayıcılar ağızdan dışarı uzatılabilirler.

Tükrük bezleri ağız boşluğuna enzimatik olmayan mukus salgılar. Mukus besinleri nemlendirir, kaygan hale getirir ve özofagusa geçişini sağlar. Özofagus şekilsiz bir mideye açılır. Mide ekstrasellüler sindirim ve emilim bölgesidir. Sindirim bezinden uzanan bir çift kanal mideye proteaz enzimi salgılar. Besinler, anteriör ince barsağa aktarılırlar. İnce barsak, sindirim ve emilimin tamamlanmasına kadar bir kapakla kapalı tutulur. Suyun geri emilimi kalın barsakta gerçekleşir. Sindirim kanalı anüsle dışarı açılır. Katı artık maddeler manto boşluğundaki su akımı ile uzaklaştırılır.



Şekil 12. 10. Kiton'un anatomik yapısı (Enine kesit)

Dolaşım sistemi genel yapı ile uygunluk gösterir. Boşaltım ve osmoregülasyon metanefridial sistemle olur. Bu sistem at nalı şeklinde iki tubülden ibarettir ve hemosöl boyunca kollara ayrılır.

Sinir sistemlerinde mer kezileşme çok azdır. Kitonlar oldukça ağır hareketli hay-vanlardır. Geceleri çok yavaş sürünerek hareket ederler.

Üreme sistemleri genel yapıya uygundur. Genellikle diöktürler. Çoğu orta hat boyunca kabuk plaklarının altında büyük bir gonad içerir. Döllenme dışta olur. Bazı türlerde gonad kanalları içinde veya manto boşluğunda iç döllenme olur. Yaygın olan dış döllenmede zigot serbest halde yüzen bir trokofora larvasına dönüşür. Trokofora larvasından sonra veliger larva safhası yoktur. Trokofora larvası gözlüdür. Gözler, ortamı tanımaya yardımcı olur. Ancak gözler larva zemine yerleştikten sonra dejenere olurlar.

Polyplakofor'ların mollusk filogenisindeki yeri tam olarak bilinmemektedir. Ancak erken zamanda bir dal olarak diğer mollusk'lardan ayrılmışlardır. Kabuklarının pseudometamerik yapısı, solungaçları ve sinir sistemleri, filogenetik olarak tartışmaya oldukça açıktır.

Prof. Dr. Nurcihat AKTAÇ

Altfilum : *Conchifera*

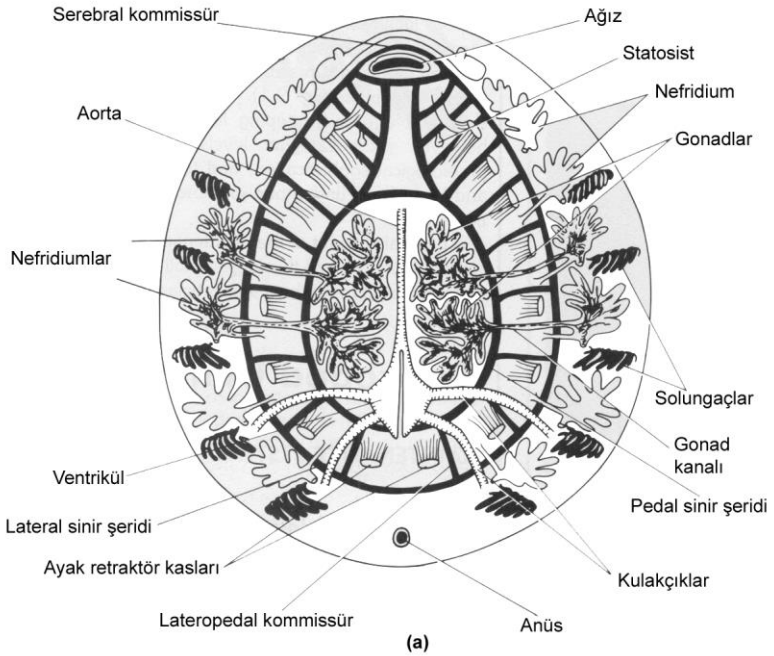
Konkifer'ler mollusk'ların evrimsel olarak ana kolunu oluşturur. Mollusk'ların geri kalan büyük bir kısmı bu gruba dahildir. Salyangozları, sümüklü böcekleri, midyeleri, mürekkep balıklarını ve ahtapot'ları içerir.

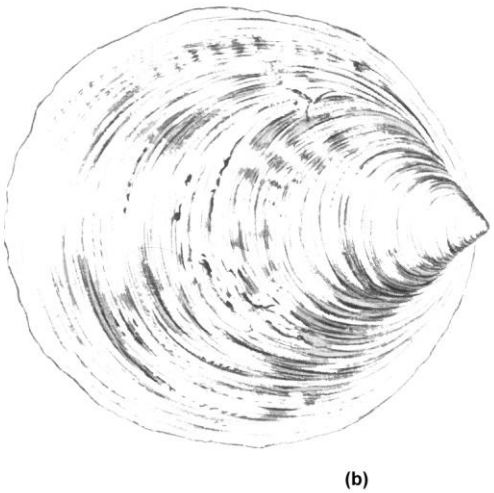
Çoğu, kitonlar gibi uzun ve yassı olmayıp kısa ve kabarık bir yapıdadır. Bu kabarıklık mantonun serbest haldeki çıkıntılarından ve buna bağlantılı olarak manto boşluğundan kaynaklanmaktadır. Manto boşluğundaki yapılar (solungaçlar, nefridioporlar ve gonad kanalları) azalmıştır ve genelde bu yapılar birer çift halindedirler.

Bu altfilum'da 5 klasis tanımlanmıştır. Birincisi *Monoplacophora*'dır, sadece fosilleri bilinmektedir, yaşayan tek cinsleri vardır. Diğer dört klasis evrimsel yolda oldukça farklılaşmışlardır. İkinci klasis *Gastropoda*'dır. Mollusk'ların en büyük klasisidir. Kıvrımlı kabukları ve torsiyon göstermeleriyle karakteristiktirler. Üçüncü klasis *Bivalvia,* çoğunlukla çift kabuklu ve süzüntü yiyicilerdir. Dördüncü klasis, *Scaphopoda*, oyucu mollusk'ların küçük bir grubudur. Beşinci klasis *Cephalopoda*; aktif, predatör yaşam sitili ile karakteristiktir.

Klasis : *Monoplacophora*

Monoplakofor'lar sadece fosilleri ile bilinen primitif mollusk'lardır. 1952 yılına kadar varlıkları sadece devon devrinden biliniyordu. Ancak 1952'de Costa Rica'nın pasifik kıyılarında bulundular ve aktüel monoplakofor'lar, *Neopilina* (Şek. 12.11a,b,c) cinsi içinde toplandılar. Bu yassı ve basık mollusk'lar genel şekilleriyle kiton'a





Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

benzerler. Kabukları tek parçalıdır ve kubbe şeklindedir.

Neopilina, sadece 3cm. uzunluktadır ve ön tarafta apeks (tepe) içerir. Geniş ve yassı ayak ventral yüzeyi oluşturur. 8 çift kas, ayağı kabukla bağlantılı kılar. Ayak ve kabuk arasında sığ bir manto boşluğu vardır. Fosil türlerde bu boşlukta solungaç çiftleri yer alır. *Neoplina*'da 5 veya 6 çift solungaç vardır. Solungaç filamentleri tek yapı halinde olup diğer çoğu mollusk'ta olduğu gibi lateral çiftler halinde değildirler.

Neopilina'da baş manto ile örtülüdür. Başlarında küçük postoral tentaküller ve lateral çıkıntıların bulunmasıyla kiton'dan ayrılırlar. Sindirim kanalları basittir. Radula, subradular organ ve sap şeklinde mideleri vardır. Kalpleri iki kısımdır. Bir çift kulakçık ve bir karıncıkları vardır. Kan aorta yoluyla sinüslere gönderilir. Boşaltım sistemlerinde 6 çift nefridyum vardır. Sinir sistemleri poliplakofor'larınkine benzer. Ganglionlar baş bölgesinde yer alır.

Dioktürler. Vücutlarının orta bölgesinde yanlarda bir çift gonadları vardır.

Şekil 12. 11. Monoplakofora (*Neoplina*): a) Anatomik yapı (Ayak çıkartılmış); b) Kabuğun görünümü.

Gelişmeleri gözlenmemekle beraber, veliger larvası bilinmektedir.

Vücutlarında bazı yapılar seriler halinde yer alır. 16 retraktör kasları, 2 ventrikül, 4 kulakçık, 10-12 solungaç, 12 metanefridyum ve 4 gonadları vardır. Bu bakımdan *Neopilina*'nın metamerik bir hayvan olduğunu söylenebilir. Bazılarına göre temel atasal formdur ve böylece molusk'lar, esas olarak segmentli hayvanlardır. Bazı kanıtlar ise bu düşünceyi hayal kırıklığına uğratmaktadır. *Neopilina* özelleşmiş bir mollusk'tur. Derin deniz ortamında yaşar. Yakın akrabaları ise uzun zamandan beri yok olmuştur.

Organlarında segmental yapı görülmekle beraber gerçek metamerik birimler olarak kabul edilmemektedir. Çünkü bu relikt grupta "segment" tanımlayamayız. Bu bakımdan *Neopilina*'yı pseudometamerik omurgasızlar arasına almak daha uygundur. Diğer belirgin cins *Cyclomya*'dır. Kabukta bazı spiral katlanmalar içerir. Daha uzun bir vücut yapısına sahiptir, daha aktiftir ve filumun en büyük klasisi olan Gastropoda'nın orijinini oluşturur.

Klasis : *Gastropoda*

Gastropod'lar; mollusk'ların, sümüklü böcekler ve salyangozlarla temsil edilen en büyük klasis'dirler. Aynı zamanda hayvanlar aleminin de böceklerden

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

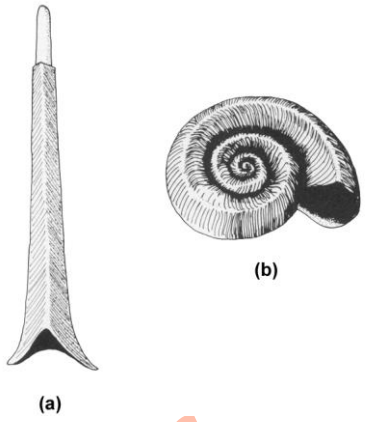
sonra gelen ikinci en büyük klasisi'dirler. 50.000 aktüel tür ile 15.000 fosil tür içerirler. Elverişli nemin bulunduğu her türlü ortamda yaşarlar.

Gastropod'ların çoğu genelleştirilmiş mollusk karakterleri taşırlar (Şek. 12.2). Tek kapak halinde kabukları ve geniş sürünücü ayakları vardır.

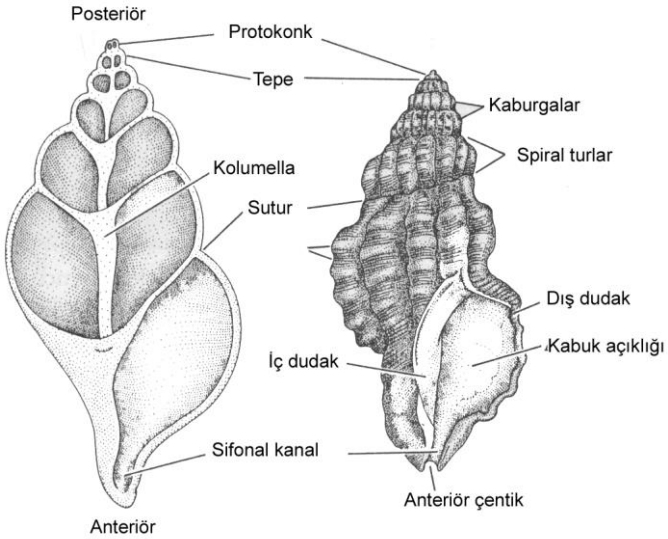
Genel morfoloji

Yapısal değişikliklerinin en önemlisi, kabuklarının kıvrık bir hal almasıdır. Fosil kayıtlar kabuk kıvrılmasının monoplakofor'larda başladığını göstermektedir. Bu tür bir kıvrılma büyük bir olasılıkla büyüme ve denge sağlama için olmuştur. Kıvrık kabuk

içermeyenler fosil türlerdi. Bu türlerdeki uzun ve konik kabukların denge sağlaması çok zordu (Şek. 12.12a).



Şekil 12. 12. a) Primitif gastropod fosil kabuğu; b) Aynı düzlemde ilk spiral kabuk.

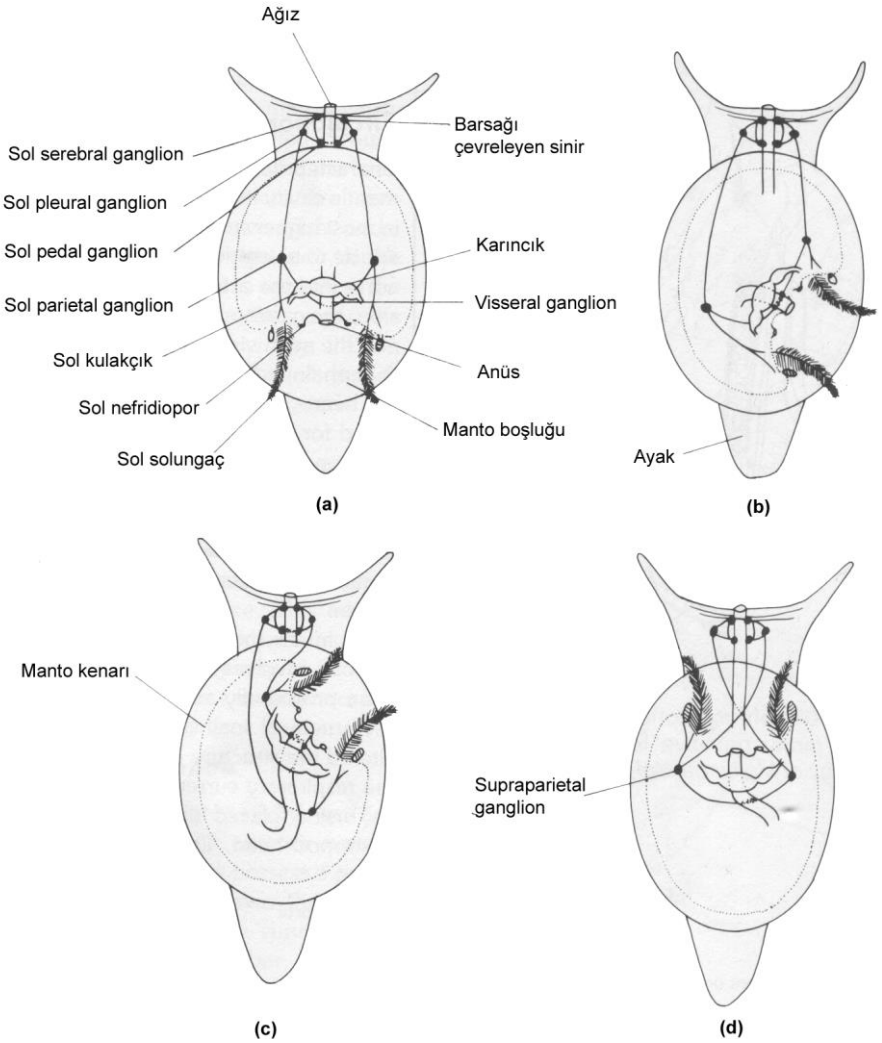


Şekil 12. 13. Spiral Gastropod kabuğunun eksternal ve internal yapısı.

İlk kıvrık kabuk bilateraldi. Her yeni kıvrım aynı düzlemde ve bir öncekinin dışında meydana geliyordu (Şek. 12.12b). Bu aynı düzlemdeki spiralleşme sonucu büyük bir kabuk oluşuyor ve beraberinde de taşınma problemini getiriyordu. Bunun üzerine başka bir adaptasyon meydana geldi ve **kolumella** adı verilen merkezi bir eksen etrafında helozoni kıvrılmalarla asimetrik spiraller oluşturuldu (Şek. 12.13). Her yeni spiral dışa doğru hafifçe taştı ve yeni oluşacak bir sonraki spiralin altında yer aldı. Böylece kabuk daha tıkız ve asimetrik şekil aldı. Vücut kitlesi kabuğun açık olan sağ tarafına yerleşti ve kabuk böylece kapalı olan sol taraf üzerinde durabildi. İyi bir dengenin sağlanabilmesi için başka bir organizasyon gerçekleşti. Kabuğun

Prof. Dr. Ahmet AKTAÇ

merkezi ekseni olan kolumella, salyangoz gövdesinin uzun eksenine obliq bir köşelenme yapacak şekilde yer aldı. Bu adaptasyon modern gastropod kabuğunu oluşturdu. Yani asimetrik olarak kıvrılmış ve vücudun uzun eksenine obliq olarak

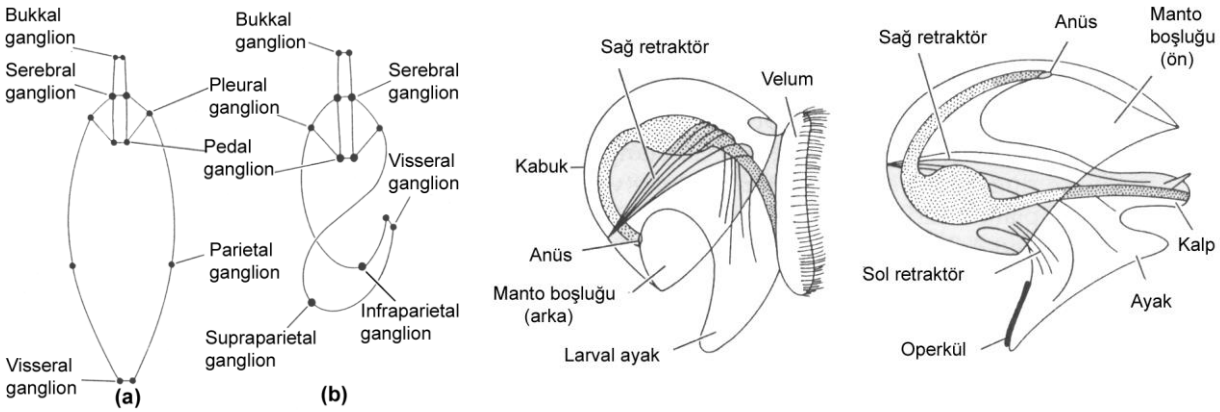


Şekil 12. 14. Torsion olayının dorsalden görünümü: a) Hipotetik olarak torsion'a uğramamış gastropod; b ve c) Torsion safhaları, temel vücut kitlesinin saat akrep ve yelkovanı yönünde dönmesi; d) Torsion'a uğramış gastropod.

konumlanmış tıkız bir kabuk.

Kabuğun obliq duruşu iç organların sağ tarafta bir çıkıntı veya tümsek oluşturmasına neden oldu. Bu tür çıkıntı manto boşluğunun sağ yarısını daralttı. Bu dar boşlukla ilişkili sağ taraftaki organlar örneğin sağ solungaç, nefridyum ve kulakçık indirgenmeye ve yok olmaya başladı. Böylece çoğu modern gastropod'ta manto boşluğu, sadece sol tarafta vardır ve sadece bir solungaç, nefridyum ve kulakçık fonksiyoneldir. Salyangoz vücudundaki ikinci büyük organizasyon, **torsiyon**

olarak bilinen olayın meydana gelmesidir. Torsiyon olayı kabuğun kıvrılması ile ilişkili



Şekil 12. 16. Prosobranşia'da veliger larvası (Torsiondan önce ve torsiondan sonra). Torsiondan sonra başın anteriör manto boşluğuna çekilebileceği görülmektedir.

Şekil 12. 15. Ergin Gastropod'da temel ganglion ve konnektiflerin konumu. a) Hipotetik olarak torsion'a uğramamış: b) Torsion'a uğramış.

değildir. Vücut kitlesinin (iç organlar, manto ve manto boşluğu) başa ve ayağa göre 180° dönmesidir. Torsiyon esnasında manto boşluğu ve burayla bağlantılı yapılar anteriörde yer alırlar (Şek. 12.14). Böylece sindirim kanalı U şeklini alır ve anüs ön tarafa geçer. Nefridiyoporlar da anteriörde yer alırlar. Solungaçlar ve kulakçıklar karıncığın önünde yer alırlar. Sinir sistemi 8 rakamı şeklini alır (Şek. 12.15). Torsiyon olayını izah eden teorilerin hiç biri herkes tarafından kabul edilmemiştir. Tüm gastropod'lar larval safha esnasında torsiyon gösterirler (Şek. 12.16). Bu olayın uyumsal bir özelliği olsa gerektir. Bir teoriye göre torsiyon büyük ölçüde larval bir adaptasyondur. Bir diğer teoriye göre, torsiyon olayı ile osfaridyumlar ön tarafa gelir ve böylece temiz solunum suyu akımı düzenlenir ve kirli veya tortulu sudan uzaklaşılır. Bu teoriye göre salyangozun hareket esnasında dipte oluşturduğu tortulu su posteriör manto boşluğu tarafından alınırken, anteriör osfaridyumlar daha temiz suyu algılamada posteriör osfaridyumdan çok daha etkili olabilirler. Bu teori pek kabul edilmemektedir. Çünkü salyangozlar tortu bulunmayan sert zeminleri tercih ederler. Mukus salgılamaları ve karakteristik yavaş hareketleri lokal tahribatı minumum düzeyde tutar.

Diğer teorilere göre torsiyon, erginde büyük olan başın manto boşluğu içine çekilmesine yarar veya torsiyonla larval esnada kıvrık olan kabuğun dengeli bir yapı halini alması sağlanır. Torsiyonun en problemli sorunu kirliliktir. Anüs ve

Prof. Dr. M. Nihat Özaç

nefridiyoporlar artıklarını torsiyona uğramamış gastropod'un baş bölgesine boşaltırlar. Bu duruma hiç bir hayvan tolerans göstermez. Ancak manto boşluğuna doğru olan su akımı ile ilgili çeşitli adaptasyonlar gelişmiştir.

Beslenme ve Sindirim

Gastropod'lar, beslenmeleri bakımından herbivor, karnivor, omnivor, leş yiyici, süzüntü yiyici ve parazittirler. Bukkal bölge radula'yı içerir. Radulanın şekli alt gruplarda değişiktir ve taksonomik çalışmalarda rol oynar. Gastropod radulası; Kazma, koparma, törpüleme ve kesmede kullanılmak üzere değişikliğe uğramıştır. Tükrük bezleri bukkal boşluğa mukus salgılar, besinler burada kaygan hale getirilir. Mukusla sıvanmış besin, özofagusa doğru aktarılır. Burada yer alan bezli keselerden de sindirim enzimleri salgılanır. Torsiyon sonucu, özofagus mideye arkadan açılır. Ancak yüksek organizasyonlularda özofagusun mideye açıldığı yer anteriördedir. Mideye mukusla nemlendirilmiş olarak gelen besinler, midenin dar ve silli bölgesinden geçebilmesi için asit salgılanarak yumuşatılırlar. Bu dar bölge uzun ve kıvrımlı çekuma uzanır. Küçük ve sindirilebilir partiküller çekum duvarı boyunca geçerek çift haldeki sindirim bezlerinden birine giderler. Burada sindirim intraselüler olarak tamamlanır ve besinler hemosöle aktarılırlar. Büyük ve sindirilmeyen partiküller **tiflosöl** olarak adlandırılan katlanmalar boyunca çekumu terkederler. Mide içinde tiflosöl, ince barsağa uzanan bir çukurluğun devamı şeklindedir. Gastropod anüsleri dorsalde anterior manto boşluğuna açılır.

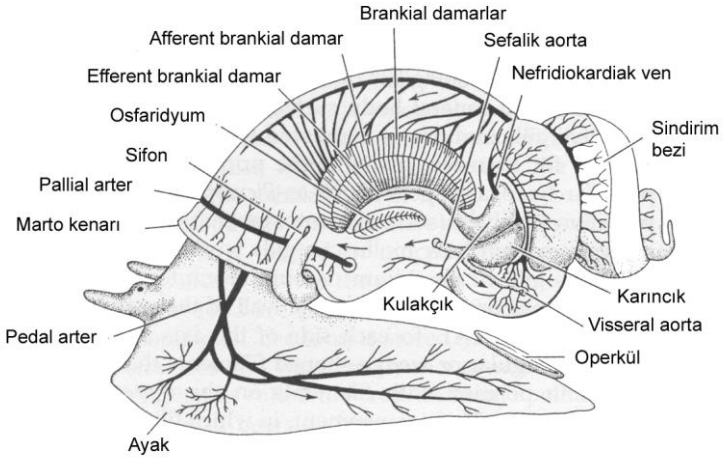
Yüksek organizasyonlu gastropod'lar (özellikle karnivor olanlar) ekstraselüler sindirim yapmaya meyillidirler. Mide basit bir kese halindedir, kitinli bir kılıf veya bölme içermemekte ve sindirim bezleri sadece enzim salgılamaktadır. Bukkal bölge (ağız) özel besin ve beslenme yöntemlerine göre çeşitli özelleşmeler gösterir. Bu tür özelleşmeler kompleks radular sistemi ve dışarı uzatılabilen hortumu içermektedir. Bu özelleşmeler ve beslenme tiplerine alt gruplarda değinilecektir.

Dolaşım ve Solunum

Karakteristik torsiyon olayı, sağ tarafta manto boşluğunun küçülmesine ve çoğu yüksek organizasyonlu salyangozda, sağ solungaç ve sağ kulakçığın kaybına neden olmuştur. Kalan kulakçıktan karıncığa geçen kan, aorta yoluyla arterial sinüslere pompalanır (Şek. 12.17). Torsiyon sonucu gastropod karıncıkları kulakçığın posteriöründe yer alırlar ve böylece ana aort arkaya doğru dönük durur. Sefalopedal olan aorta, daima kalpten öne doğru yönelmiştir. Büyük bir sefalopedal sinüs, metabolik işlemler, manto boşluğundaki solungaçların solunumu veya akciğer

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

için gerekli kanı toplar. Akciğerli gastropod'larda manto boşluğunun duvarı ince kapiler ağı ile döşelidir.

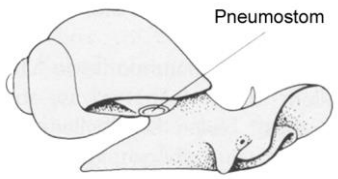


Şekil 12. 17. *Buccinum undatum*'da dolaşım sistemi (Oklar kanın akış yönünü göstermektedir).

Havalandırılmış kan,manto boşluğundan kalbe döner ve sistemde kullanılır. Bütün mol-lusk'lardaolduğu gibi gastro-pod'larda da gaz alış verişi manto boşluğunda olur. Bu boş-luk esas olarak hem torsiyondan hem de asimetrik salyangoz ka-buğundan etkilenmiştir. Bu iki gelişme hem boşluğun yapısını hem de solunum akımının yönü-nü değiştirmiştir.

Torsiyonla, manto boşluğu gastropod başının üzerine gelir. Böylece solunum akımı orijinal akım yönünde olmuş olsaydı anüs ve nefridyum, artıklarını baş bölgesine boşaltacaklardı. Belki de bu durumla ilişkili olarak, erken oluşan bir adaptasyonla manto boşluğunun üzerine rastlayan yerde kabukta bir yarık veya delik oluşmuştur. Solunum suyu bu yarık yoluyla çıkar ve böylece baş, dışkı içeren sudan tamamen korunmuş olur.

Asimetrik büyüme, yüksek organizasyonlu salyangozlarda manto boşluğunun sağ tarafının küçülmesine ve sağ taraftaki solungacın kaybına neden olur. Manto boşluğunda bir solungacın bulunması halinde manto, lateral bir akım oluşturur. Salyangozun sağ tarafından giren su, manto boşluğunu kateder ve sağ taraftan sindirim ve metabolik artıklarla birlikte çıkar.



Şekil 12. 18. Tipik pulmonat (*Lymnea*)'da pnemostom.

Karasal gastropod'lar solungaçlarını tamamen kaybetmişlerdir. Manto boşluğu hava solunumu yapan akciğere dönüşmüştür. Manto boşluğunun tamamı ağ şeklinde damarlanmıştır ve **pnömostom** adı verilen küçük bir delik içerir (Şek. 12.18). Kara salyan-gozlarında manto boşluğunun kenarları dorsal yüzeye doğru kaymıştır. Bu yüzey akciğer için kaslı bir tavan oluşturur. Bu tavanın kasılıp gevşemesi ile, gaz alış verişi esnasında manto boşluğundaki akciğere havanın girişi ve çıkışı sağlanmış olur.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Gastropod nefridyumları anteriördeki iç organlar kitlesinin bulunduğu bölgede, ileri düzeyde katlı keseler ve bu keselerle bağlantılı tubüller halindedir. Primitif türler bir çift nefridyum içerirken organizasyon düzeyi yüksek olanlarda bir nefridyum kalmıştır. Kalan nefridyum torsiyon sonrası sol taraftaki manto boşluğunda yer alan sol nefridyumdur. Nefridyum kesesi perikardial boşlukla doğrudan doğruya veya kısa bir renoperikardial kanal vasıtasıyla bağlantılıdır. Perikardial bez salgıları ve kan süzüntüleri nefridyuma geçerler ve burada idrara dönüştürülürler.

Denizel gastropod'lar deniz suyuyla izoosmotik durumdadırlar. O nedenle osmoregülasyoları nisbeten hafiftir. Yine de bu salyangozlar acı sulara karşı toleranslıdırlar. Tatlısu gastropod'ları ise vücut sıvılarını ürik asit boşaltarak korurlar.

Hareket Sistemi

Gastropod'lar hareketleri bakımından tipik mollusk'lardır. Ayak, hareket merkezidir. Başın, tentaküllerin, radulanın, odontoforun ve kabuğun retraktör kasları önemli kasları oluşturur.

Sinir sistemi, torsiyona uğramış merkezi bir ganglion ağı ile sinir şeritleri içerir (Şek. 12.14). Özofagusu çevreleyen bir çift serebral ganglionları vardır. Buradan gözleri ve tentakülleri sinirlendiren sinir lifleri uzanır. Radula ve ilgili yapıları sinirlendiren bir çift bukkal ganglion da içerirler. Serebral gangliondan uzanan bir çift ventral sinir şeridi, pedal ganglion ve ayak sinirleri ile bağlanırken, serebral liflerden uzanan bir çift lateral kol da çift halindeki pleural ganglionla birleşir. Pleural ganglionlar manto bölgesi ile ilişkilidir. Bu merkezler pedal ganglionla pleuro-pedal konnektifler yoluyla bağlanırlar. Pleural ganglionlardan da bir çift visseral sinir şeridi uzanır. Bu sinir şeridinin her biri visseral ganglionla sonlanmadan önce parietal sinir merkezinden geçer.

Torsiyon; gastropod sinir sistemini pleural ve parietal ganglionlar arasındaki sinir şeridi boyunca etkiler (Şek. 12.14b,c,d). Visseral ganglionlar ileri doğru kıvrılmıştır ve visseral ganglion çiftleri ters tarafa gelmişlerdir. Böylece normalde sağ tarafta yer alan ganglionlar, torsiyon sonucu sola geçmişlerdir (Şek. 12.14b,c,d). Ancak torsiyonla sol tarafa geçmiş olan ganglionlar sağ tarafta bulundukları yerden

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

daha dorsale doğru konumlanmışlardır. O nedenle de sırasıyla supraparietal ve supravisseral olarak tanımlanırlar.

Primitif gastropod'lar torsiyona uğramış 8 rakamı şeklinde sinir sistemi gösterirken (Şek. 12.15b) çoğu yüksek organizasyonlu salyangozlarda bilateral düzen korunmuştur. Bu korunma birkaç ganglion çiftinin bir araya toplanması ve buradaki sinirlerin burulmaması ile sağlanmıştır. Ganglionların bir araya toplanması burulan sinir şeritlerinin kasılmasına neden olmuştur. Genel olarak pedal ve pleural, serebral ganglionlarla birleşerek beyini oluştururlar. Bazı gastropod'larda visseral ganglion da ön tarafa doğru göçmüştür.

Duygu Organları

Gastropod duygu organları tentaküller, gözler, statositler ve osfaridyumlardır. Tentaküller başta yer alırlar. Ayağın ve mantonun yan uzantıları da aynı görevi yapar. Bu organlar esas olarak dokunma duyusu ve kimyasal duyu ile ilgilidir. Fakat sefalik tentaküller gözler de taşıyabilir. Gastropod gözleri, çok basit yani pigmentli bir nokta göz olabildiği gibi mercekli ve kornealı kompleks yapılar halinde de olabilir. Statositler ayaklarda yer alırlar. Osfaridyumlar ise manto boşluğuna girişte yer alırlar. Bu yapıların hepsi mollusk'lardaki temel duygu organlarıdır.

Üreme ve Gelişme

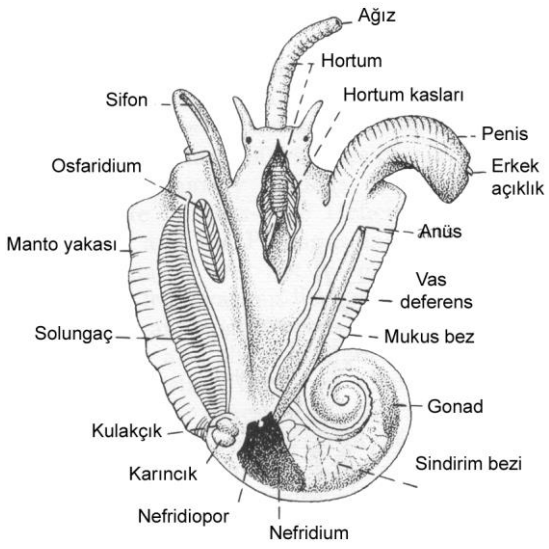
Gastropod'lar çeşitli üreme ve gelişme şekilleri gösterirler. Primitif türlerde gonadlar basittir, döllenme dışta olur. Gelişme safhaları trokofora ve veliger larvası içerir. İleri düzeyde olanlarda gonadlar sperm transferi ve depolanması için yardımcı bezler içerirler. Çiftleşebilme yeteneğindedirler, larval safhalardan biri kaybolmuştur.

Gastropod'ların çoğu dioktür. Tek bir gonad sindirim bezi boyunca yer alır (Şek. 12.19). Gastropod üreme kanalları değişik şekillerdedir. Çeşitli görevleri yüklenmişlerdir. Kısa olan bu kanallar gonadları sağ nefridyumla birleştirirler. Sağ nefridyum körelmiş olup esas görevi çoğu gastropod'ta gamet transferidir. Nefridyum gametleri manto boşluğuna boşaltır. Birçok gastropod'ta manto duvarı gamet transferi için özelleşmiştir. Bazı gastropod'larda basit silli çukurlar halinde olmakla beraber, ileri formlarda manto çukuru üreme kanalının distal, tüp benzeri yapılarını oluşturur. Yüksek organizasyonlularda ise manto tubülü daha büyük özelleşmeler gösterir.

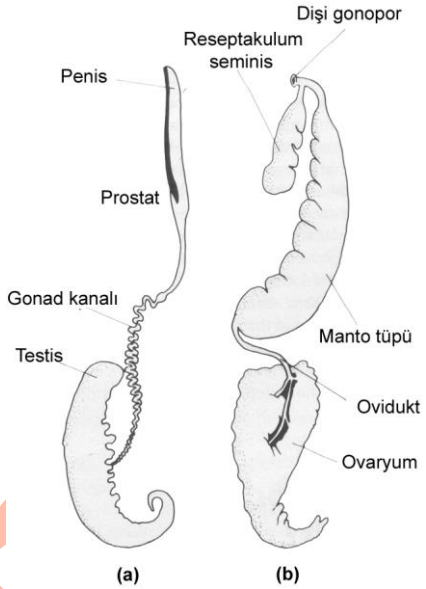
Erkekte mantodan oluşan tubül, sperm sıvısı salgılayan prostat'ı içerir (Şek. 12.20a). Spermler testiste üretilir ve kıvrıntılı sperm kanalında depo edilirler.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Döllenme esnasında erkek gametler; üreme kanalları ve manto tubülü boyunca geçerken sperm sıvısını da alırlar. Erkek üreme sistemi penisle sonlanır. Gastropod penisleri başın sağ tarafına yakın yerdeki vücut duvarının uzantısı halindedir.



Şekil 12. 19. *Buccinum undatum* erkek genital organları (kabuktan çıkartılmış).



Şekil 12. 20. Prosobranşia (*Charonia*)'da: a) Erkek üreme sistemi; b) Dişi üreme sistemi.

Dişi üreme sisteminde tek ovaryum, kısa bir ovidukt ve karmaşık manto tubülü vardır (Şek. 12.20b). Manto tubülü yumurta sarısı ile kabuğun oluştuğu ve spermlerin kabul edilip depolandığı yerdir. Döllenme gerçekleştikten sonra yumurtalar depo edildikleri yerden manto kanalının bezli bölgesine geçerler. Albüminal bezler yeni döllenmiş yumurtanın proteinini "yumurta sarısını" salgılarlar. Daha sonra jelatin veya kapsül bezleri koruyucu yumurta örtüsünü oluşturur. Zigot ya jelatin bant ya kitleler halinde veyahutta sert kapsüller şeklinde zemine tutunacak şekilde bırakılır. Trokofora larvasına geçiş hızlıdır. Kabuk trokoforanın geç döneminde de görülmeye başlar. Ancak çoğu ergin karakter veliger larvasına dönüşmeden görülmez. Torsiyon çoğu deniz türünde serbest halde yüzen veliger larvasında meydana gelir (Şek. 12.16). Sağ taraftaki kaslar, sol taraftakinden daha önce gelişir. Bu tür asimetrik büyüme ayak ve iç organlar kitlesinin kısa bir süre kıvrılmasını sağlar. Veliger safhasında iken gastropod kabuğu karakteristik olan spiral kıvrık şeklini almaya başlar. Ayak hareket ederek genç salyangoz zemine yerleşir.

Prof. Dr. M. Nih AÇ

Çoğu tatlısu ve tüm kara salyangozlarında serbest halde yüzen larva yoktur. Çevre koşullarının elverişsizliği nedeniyle trokofora ve veliger safhası yumurtada geçer ve yumurtadan küçük fakat tam gelişmiş bir salyangoz çıkar.

Gastropod'larda hermafroditlik te yaygındır.

Gastropod'ların Sınıflandırılması :

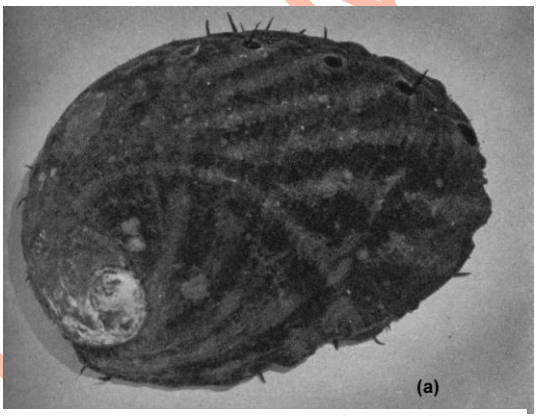
Gastropod'lar 3 altklasis'e ayrılırlar. I. altklasis en kalabalığı olup *Prosobranchia'* dır. En primitif salyangozları içerir. II. altklasis *Opistobranchia*'dır, denizel salyangozları içerir ve kabukları küçülmüştür. III. altklasis *Pulmonata*'dır. Tatlısu ve karasal salyangozlarla sümüklü böcekleri içerir. Manto boşlukları akciğeri oluşturur.

Altklasis : *Prosobranchia*

Prosobranş'lar en büyük ve en eski gastropod klasisidir. 30.000'den fazla türü bulunmaktadır. Türlerin çoğu denizeldir, fakat tatlısu ve karasal türleri de vardır. Bu grup bir veya iki solungaç içeren anteriör manto boşlukları ile karakteristiktir. Ayağın posteriör dorsal yüzeyinde operkulum olarak adlandırılan kalkerli bir kılıf vardır (Şek. 12.17). Operkulum, ayak içeri çekildiği zaman kabuk açıklığını kapatır.

Ayrı eşeylidirler.

Manto boşluklarının solunumdaki rolü beslenme tarzları, hareket şekilleri ve habitatlarına göre 3 ordo'ya ayrılırlar:



Şekil 12. 21. Prosobranş temsilcileri: a) *Haliotis* (Kabuk boşluğu boyunca bir seri delik içerir); b) *Fissurella* (Kabuğun tepesi delik); c) *Patella* (Kabuk Çinli şapkası şeklinde).

Ordo: Archaegastropoda

Temiz sularda ve kayalık zeminlerde yaşarlar. İsimlerinden de anlaşıldığı gibi eski ve nispeten ilkin bir grupturlar. Büyük bir kısmı denizeldir. Tatlısu ve karasal formları da bilinmektedir. Manto boşluğu ve buradaki yapılar çoğunda bilateral simetrilidir. Manto boşluğunun her bir yanında tarak şeklinde solungaçlar yer alır. Dolaşım sistemlerinde bir karıncık, iki kulakçık içerirler. Boşaltım organları nefridyum-lardır. Artık maddelerin atılımı için torsiyon

Prof. M. Ninat AKTAÇ

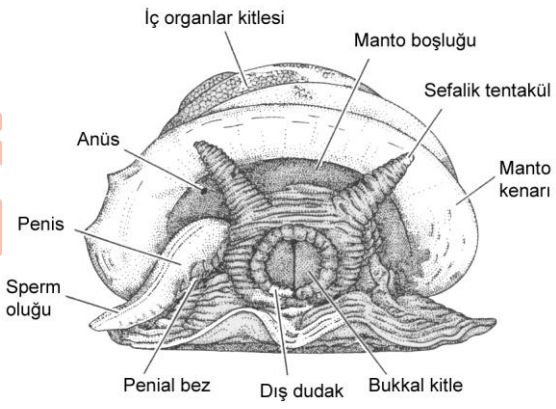
sonucunda kabukları bazı özellikler kazanmıştır. Bazılarında kabuk baş üzerinde çentikli bir haldedir. Bu çentikler boyunca sindirim ve boşaltım artıkları manto boşluğundan atılır (Örnek. *Scissyrella*). Bazılarında kabuk, artık maddelerin atılımı için delikler içerir (*Haliotis*) (Şek. 12.21a). Bazılarında ise kabuğun tam tepe kısmında bir delik vardır (Örn. *Fissurella*) (Şek. 12.21b).

Bu gruba giren türler geniş ve yassıdırlar, sert zeminlere sıkıca tutunurlar (Örn. *Patella*) (Şek. 12.21c). Bazı tropikal ve subtropikal arkeogastropod'lar tatlı suda ve karasal çevrede yaşarlar. En yaygın tatlısu türü *Teodoxus*'tur. Sadece sol solungacı var. Karasal olan tipik tür ise güneydoğu Amerika'da yaşayan *Helicina*'dır. Bu türde manto boşluğu solungaç içermeyip devamlı bir yapıdadır ve akciğer görevi yapar. *Helicina,* operkulum içermesiyle pulmonata grubuna dahil birçok karasal gastropod'tan ayırdedilir.

Çoğunlukla beslenmeleri bakımından mikrofagtırlar. Dış döllenme görülür. Gametler nefridyumlarla boşaltılır. Serbest halde yüzen trokofora larvaları vardır.

Ordo : Mesogastropoda

Prosobranş'ların en büyük ordosunu oluştururlar. Esas olarak denizeldirler fakat tatlısuda ve karada da sınırlı dağılımları vardır. Asimetriktirler. Çift haldeki organlarından sağdakileri kaybolmuştur. Örneğin sadece sol kulakçık ve nefridyumları vardır, manto boşluklarında da sadece sol taraftaki solungaçları gelişmiştir. Bu ordoda beslenme şekli son derece farklı olan türler vardır. Denizel olanlar alg ve süzüntülerle beslendikleri gibi sesil hayvan kolonileri ile de beslenirler. Ayrıca bentik ve planktonik predatördürler (Şek. 12.22).



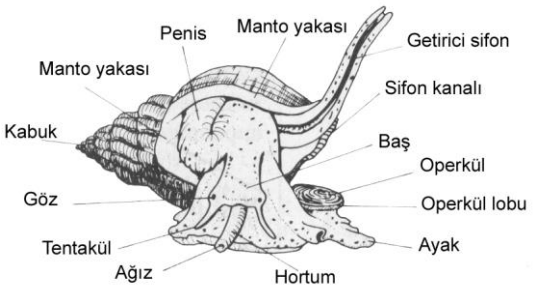
Şekil 12. 22. Mesogastropoda *Littorina littorea*) – Kabuk çıkartılmış.

Tatlısu ve karada yaşayanlar herbivordurlar. Karada yaşayanlar arkeogastropod'lar gibi operkül içermeleriyle pulmonat'lardan ayrılırlar.

Mesogastropod'lar, ekinoderm'lerde endoparazit olarak yaşayan türler de içerirler. Radulaları her yatay sırada çeşitli sayıda diş içerir. Sindirimleri esas olarak ekstraselülerdir. Hareket tarzları çok değişiktir. Bazıları operkulumlarını tırnak gibi tutunmada

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

kullanır. Bazıları ayaklarını saban gibi kullanır. Aktif yüzücülerde ise ayak yüzgeç şeklini almıştır. Bazılarında çok iyi gelişmiş gözler bulunur ve görme bakımından balıklara yakın gelişme gösterenleri vardır.



Şekil 12. 23. Tipik Prosobranş (*Buccimum undatum*) da kalker kılıf (Operkulum).

Eşeysel üremeleri karmaşıktır. Çoğunda serbest yüzen veliger larvası vardır.

Ordo : ***Neogastropoda***

Tümü denizde yaşayan karnivor gastropod'lardır (Şek. 12.23). Tek solungaçlı, tek kulakçıklı ve tek nefridyumludurlar. Mantolarında su akışını kontrol eden sifonları, radula-larında her sırada 3 veya daha az sıralı dişleri ve bazı beslenme davranışları ile ayırt edilirler. Serbest halde yüzen larval safhaları yoktur.

Deniz iplerini tercih ederler, avlarını poliket'ler diğer mollusk'lar ve ekinoderm'ler oluştururlar.

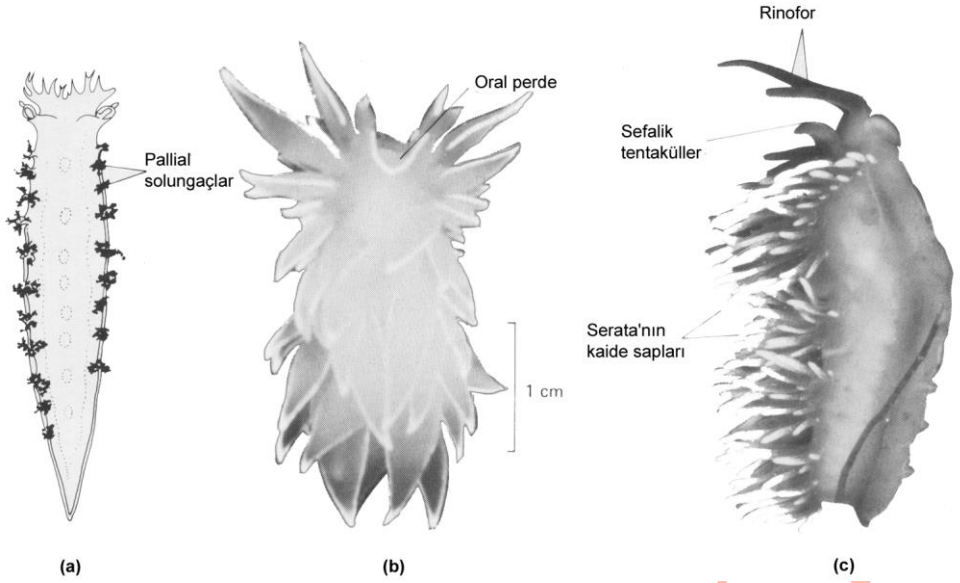
Altklasis :

Opistobranchia

Bu grup; kabuklarının, manto boşluklarının ve solungaçlarının redüksiyona uğraması ile karakteristiktir. Bu redüksiyon, detorsiyon ve segonder bilateral simetri sonucudur. Opistobranş'ların çoğu hermafrodittir ve hepsi karnivordurlar. Bu grupta hepsi denizel olan 1100 tür vardır. Bu özelleşmiş gastropod grubu yumuşak zeminleri oyarak, su yosunları üzerinde sürünerek ve kıyıya yakın kayalıklar üzerine tutunarak yaşar. Bazıları pelajiktir. Bu altklasiste 12 ordo tanımlanmıştır. Ancak bu takımlar 3 grup altında genelleştirilebilirler: 1. Primitif oyucu olanlar; 2. Sümüklü böcek benzeri, sürünücü olanlar; 3. Yüzücü olanlar.

Kabuk redüksiyonu sonucu detorsiyon ve manto boşluğunun kaybı opistobranş'ların biyolojilerinde dramatik değişikliklere neden olmuştur. Ktenidyumlar kaybolmuştur ve solunum görevini deri yüklenmiştir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 12. 24. Nudibranş örnekleri: a) *Tritonia festiva*; b) *Dirona alnolineata*; c) *Flabellinopsis iodina*.

Kabuğun manto boşluğunun ve ktenidyumların tamamen kaybolduğu grup *Nudibranch*'lardır (Şek. 12.24). Parlak kırmızı, oranj, sarı, yeşil ve mavi renk kombinasyonları içermeleri onları omurgasızlar dünyasının en renkli canlıları arasına yerleştirmiştir. Sesil hayvan kolonileri olan sölenterat'lar, süngerler, sülük ayaklılar ve bryzoon'lar hatta balık yumurtaları bu gastropod'ların besinlerin oluştururular. Herbivor nudibranş'lar ise açık yeşil ve kahverengi renkleriyle ortama uyum sağlarlar.

Subklasis *: Pulmonata*

Bu grup esas olarak tatlısuda ve karada yaşamaya uyum sağlamıştır. Manto boşlukları hava solunumuna elverişli bir akciğer oluşturmuştur. Dışarıya olan açıklığı da solunum deliği (**pnömostom**) halini almıştır. Solungaç içermezler. Kabukları düzenli spiral şeklinde olabildiği gibi, indirgenmiş halde veya tamamen kaybolmuş ta olabilir.

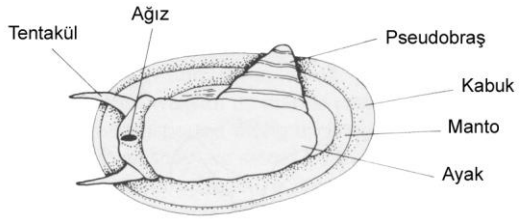
Denizel *Amphibola* dışında operkül içermezler. Pulmonat'lar genellikle herbivordurlar ve radulaları her yatay sırada çok sayıda diş içerir.

Sinir sistemleri merkezileşmiştir. Temel ganglionları beyinle birleşmiştir. Duygu organları gözler, statositler ve 1-2 çift tentaküllerdir.

Kompleks üreme sistemleri vardır. Hermafrodittirler. Çoğu yumurtalarını jelatinimsi kitle veya kapsül içinde bırakır. Birkaç denizel türün serbest yüzen veliger

Prof. Dr. M. Nihat ÇAĞ

larvası vardır, ancak çoğu pulmonat'ta habitata bağlı olarak larva kaybolmuştur. Aquatik pulmonat'lar bir çift sefalik tentakül kaidelerine yerleşmiş gözleri ile karakteristiktirler.



Şekil 12. 25. Pulmonata (*Ferrisia*)'da pseudobranş.

Diğer ayırdedici özellikleri, ayrı genital açıklıklarının bulunuşu ve yumurtalarını jelatinimsi bir kitle içine bırakmalarıdır. Pulmonat'ların sadece en primitifleri denizeldir. Aquatik pulmonat'ların büyük bir kısmı tatlı suda yaşarlar. *Lymnea* gibi birçok cins su yüzeyinde hava solunumu yapar (Şek. 12.18), sonra bir saatlik bir süre için suya dalar. Bazılarında **pseudobranş** adı verilen ve pneumostom'a yakın konumlanmış halde segonder solungaçlar vardır (Şek. 12.25).



Şekil 12. 26. Pulmonata (*Helix pomatia*) – Bağ, bahçe salyangozu.

Tatlısu pulmonatları birçok parazit trematod'a ara konaklık yaptıkları için önemlidirler. Örneğin *Bulinus* ve *Physopsis* türleri, karaciğer kelebeği olan *Schistoma*'nın poliembriyonik safhaları için ara konaklık yaparlar.

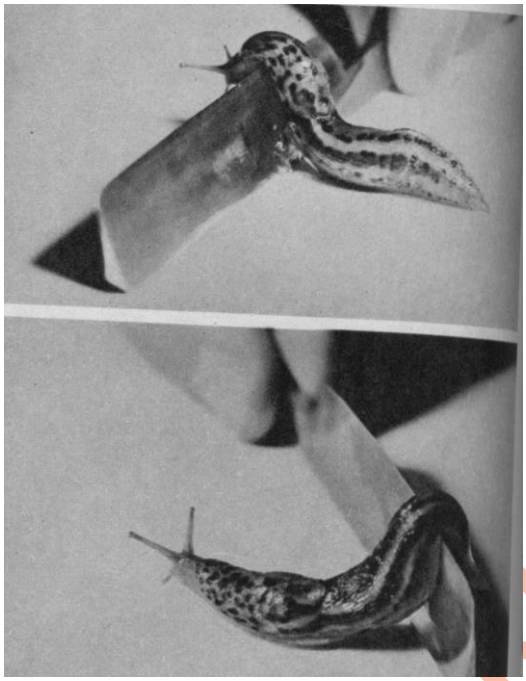
Kara pulmonat'ları aquatik türlerden çok daha fazla sayıdadırlar. Bu salyangozlar ve sümüklü böcekler omurgasızlar dünyasında karada kolonileşmiş en büyük gruplardan birini oluştururlar. Hem kabuklu hem de çıplak formları nemli yerlerde ve tropikal kuşaklarda geniş dağılım gösterir.

Kara pulmonat'larında iki çift sefalik tentakül vardır. Gözler ikinci tentakül çiftinin tepesine yerleşmiştir. Ortak genital açıklıkları hem döllenmede hem de yumurtaların kalker kapsüller içine yumurtlanmasında görev yaparlar. Kabuklu pulmonat'lar Avrupa'da geniş dağılımı olan tipik *Helix pomatia* ile temsil edilir (Şek. 12.26). Fransız mutfağının da yenen gözde türünün kabuğu kıvrık olup bazı aquatik gastropod'larınkinden daha hafiftir.

Kabuğun hafif olması alınan besindeki kalsiyum eksikliği ve karada taşıma probleminden kaynaklanmış olabilir. Sindirim sistemleri, ekstraselüler sindirim için kursak ve mide ile emici barsak içerir. Anüsleri pneumostom ile ilişkilidir. Boşaltım

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

sistemlerinde nefridyumdan uzanan kanal, bir üreter gibi manto duvarı boyunca devam eder ve anüse yakın yere açılır. Manto boşluğu (akciğer)'nda suyun bulunması halinde üreter, salyangozun akciğer dışına ürik asit salgılamasına müsaade eder.



Şekil 12. 27. Pulmonata (*Limax*); Sümüklü böcek.

Helix ve diğer karasal pulmonat'lar kurumaya karşı kendilerini korumalıdırlar. Bu tehlike pulmonat'ların nemli yerlerde bulunmalarını, gece beslenmelerini ve estivasyona geçmelerini zorunlu kılmaktadır. Bu örtü **epifragma** adını alır. Epifragma, kalsiyum ile güçlendirilmiş olabilir. Bu tip salyangozlar, kurumaya karşı belirli bir tolerans gösterirler. *Helix* kendi ağırlığının %50'si kadar su kaybında bile yaşayabilir. Sümüklü böcekler (*Limax*)'de bu tolerans %80'dir (Şek. 12.27).

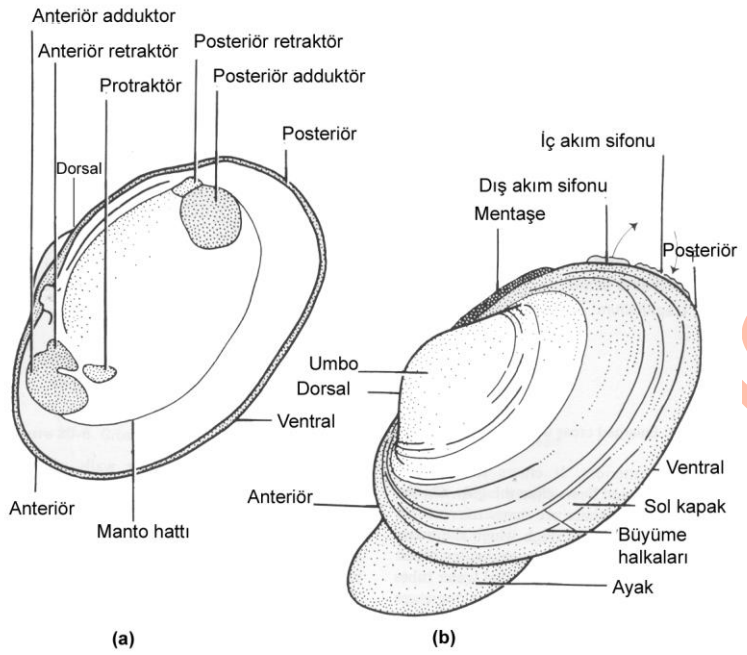
Helix, diğer pulmonat'lar gibi hermafrodittir. Üreme sistemlerinde tek ovotestis vardır. Ancak ovaryum ve testisten ortaklaşa devam eden kanal sonra sperm ve yumurta bırakmak üzere ayrılır. Döllenme karşılıklı olur. Vaginaya yakın yerlerde ok kesesi adı verilen bir kesede yer alan kalkerli sevgi oku, çiftleşme esnasında karşı eşe saplanır.

Sümüklü böcekler, kabukları büyük ölçüde kaybolmuş veya küçülmüş karasal pulmonat'lardır. Bu gastropod'lar da bilateral simetriye yakın vücut yapısı gösterirler. Pneumostom sağ tarafta her zaman gözlenebilir. Kabuklarının bulunmayışı ve düzgün vücut yapıları, hem hareket yeteneklerini arttırır hem de oyma davranışı göstermelerine ve kolay beslenmelerine olanak sağlar. Örneğin *Limax,* toprak altı kökleri ve yumruları ile beslenir. Karşılıklı sperm alış-verişi yapar. Erkek genital organlarının bazı kısımları sümüklü böceğin boyundan uzundur ve 85cm.'ye kadar ulaşabilir.

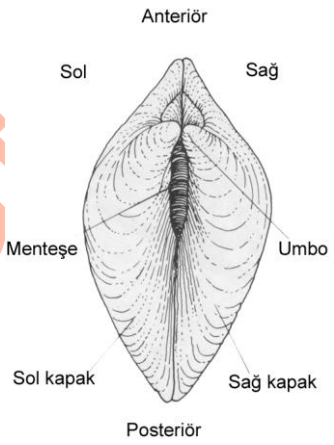
Klasis : Bivalvia

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Konkifera altfilum'unun ikinci büyük klasisi *Bivalvia*'dır. Bu klasis, *Pelecypoda* olarak ta bilinir. 28.000 tür ile temsil edilen grup içinde midyeler, istiridyeler, taraklar en iyi tanınan örneklerdir. Bivalv'liler, yanlardan basık iki parçalı kabukla karakteristiktirler (Şek. 12.28a,b). Manto boşlukları dar ve derindir ve bir çift oldukça büyük solungaçları vardır. Ayakları yanlardan basıktır. Eski isimlendirmede belirtildiği gibi Pelecypoda, kapak şeklinde ayak anlamına gelmektedir. Tamamen manto ile



Şekil 12. 28. Bivalvia kabuklarının temel özellikleri: a) midyesinde kabuğun iç yapısı – manto ve kasların tutunma yerleri; b) Tatlısu midyesinin dış görünüşü – Ayak kabuktan dışarı uzatılmış (Oklar, sifon boyunca su akım yönünü göstermektedir.)



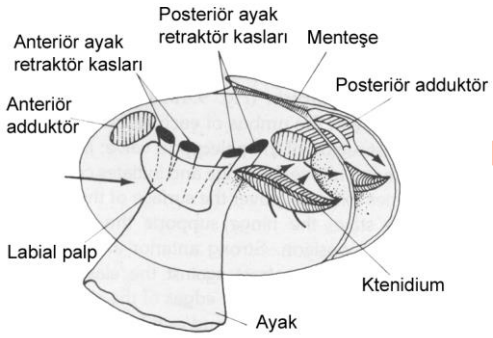
Şekil 12. 29. Bivalvia'da kabukları bir arada tutan ligament'in konumu.

örtülü olan baş, kaybolmuştur. Radulaları yoktur (Şek. 12.29). Manto kenarları duysal özelliktedir. Bivalvliler akuatiktirler ve çoğunluğu denizde yaşar. Çeşitlilikleri; beslenme tarzları, solungaç yapıları ve bulundukları habitatlardan kaynaklanmaktadır. Bu grupta 3 subklasis tanımlanmıştır. Bunlar: *Protobranchia, Septibranchia* ve *Lamellibranchia'* dır. Protobranş'lar, bu klasisin en primitif türlerini içerirler. Basit solungaçlarının bulunması ve döküntü yiyici olmalarıyla karakteristiktirler. Septibranş'lar ileri derecede özelleşmiş karnivordurlar ve leş yiyicidirler. Gerçek anlamda solungaçları yoktur. En büyük ve en tanınmış bivalv'liler, süzüntü yiyici Lamellibranş'lardır. Besin elde etmede büyük solungaçlarını kullanmalarıyla mollusk'lar arasında en başarılı grup olma özelliğini kazanmışlardır.

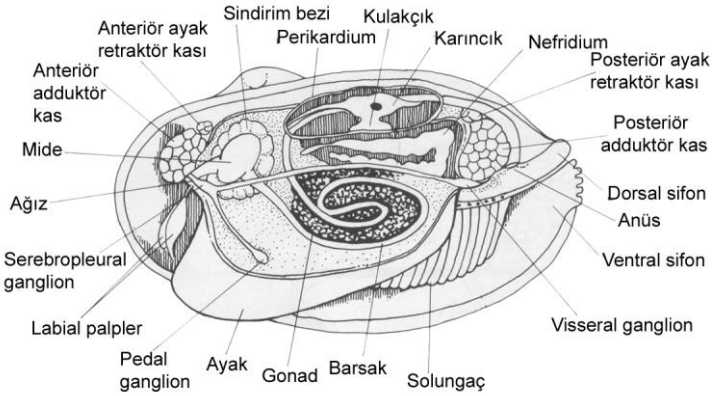
Genel morfoloji

Dış morfolojinin belirlenmesinde kabuğun çok önemli rolü vardır. İki parçası bir arada tutulan kabuk vücudu tamamen çevreler. Midyelerin çoğunda kabuk açıklığı, sadece suyun giriş ve çıkışı ile bıçak şeklindeki ayağın dışarı uzatılmasında rol oynar. İki kabuk parçası esas olarak konşiolin adını alan periostrakal proteinden ibaret olan dorsal elastiki bir şeritle bir arada tutulur (Şek. 12.29). Bu şerit kabukların şişkin kısımları (**umbo**) arasında yer alır. Umbo, kapakların en eski ve yaşlı bölgesidir. İstirahat halinde bu elastik şerit kabuğu hafifçe açık pozisyonda tutar. Buna karşın oldukça güçlü anteriör ve posteriör adduktor kasları kabuk parçalarını kapatır. Kabuğun açılan kenarları birbiri ile iyice eklemlenir ve karşılıklı dişler ve kenarlar, kabukların üst üste kapanmasını ve çakışmasını sağlar.

Visseral kitle kabuk parçaları arasında dorsalde yoğunlaşmıştır. Manto bu ana vücut kitlesi üzerinde uzanır ve büyük ventral boşluğun duvarlarını oluşturur. Posteriörde manto boşluğu bir çift büyük solungaç içerir. İç organlar kitlesinden manto boşluğuna doğru kapak şeklinde yassı bir ayak uzanır. Ayak bir çift anteriör ve posteriör retraktör kas içerir ve bu kaslar kabuğun adduktör kaslarının dorsalinde kabuğa bağlanırlar (Şek. 12.30).



Şekil 12. 30. Primitif Bivalvia'da kabuğu kapayan ve ayağı hareket ettiren kaslar.



Şekil 12. 31. Tatlısu midyesi anatomik yapısı – Sol kapak, manto ve solungaçlar çıkartılmış.

Anteriörde yer alan bir çift pedal protraktör kas ise ayağı her bir kabukla bağlantılı kılar. Solungaçlar, manto boşluğunun temel organlarıdır. Solungaçların yapı ve fonksiyonu her subklasis'te ayrıca tartışılacaktır.

Beslenme ve Sindirim

Prof. Dr. Ninat AKTAÇ

Bivalv'lilerde anteriörde ağız, posteriörde anüs içeren tüp şeklinde sindirim kanalı vardır (Şek. 12.31). Ağız **labial palp'**ler adı verilen büyük ve çift haldeki dudaklarla çevrilidir. Labial palpler besin toplamada ve besini seçmede kullanılırlar. Bu klasiste radula yoktur. Sindirim kanalı; özofagus, sindirim bezli mide, nispeten uzun barsak ve anüs içerir. Sindirim faaliyetlerinin büyük bir kısmının gerçekleştiği yer midedir. Yapısı ve fonksiyonu subklasis'lerde değişiktir.

Solunum ve Dolaşım

Gaz alış-verişi ve iç taşıma; solungaçlar, manto duvarı ve mollusk'lardaki açık dolaşım sistemi ile yapılır. Bivalv'liler çoğu diğer mollusk'a göre çevrelerindeki sudan daha az miktarda oksijen alırlar. Örneğin gastropod'lar, kullanılabilir oksijenin %48-70 kadarını alabilirken bu miktar bivalv'lilerde %2.5-6.8 arasındadır. Solunum pigmentlerinin bu klasiste bulunmayışı, bu değerlerin düşük olmasına neden olmaktadır. Hemoglobin ve miyoglobin bazı bivalv'lilerde vardır fakat çoğu bu pigmentlerden yoksun yaşayabilmektedirler.

Büyük solungaçlar özellikle besin elde etmede kullanılırlar. Gelişme esnasında solunum amacına hizmet ettiklerinden kan pigmenti ve gaz alış-verişi mekanizmalarına gereksinim duymamışlardır. Aslında bivalv'liler nispeten ağır hareketli oldukları için düşük metabolik hızları, çok etkili bir solunum ve dolaşım sistemlerinin gelişmesinde belirleyici bir rol oynamamıştır.

İç taşımada; kalp, birkaç kan damarı ve dokular arası sinüs ağından ibaret açık bir sisteme sahiptirler (Şek. 12.31). Dolaşım sistemlerinde kalpteki bir çift kulakçık, solungaçlardan temiz kanı alır yani oksijenlenmiş kanı tek ventrikül ile anteriör aortaya pompalar. Bazı bivalv'lilerde küçük bir posteriör aorta bulunabilir. Çoğunda ventrikül, arka barsağı veya rektumu çevrelemiştir. Bu tür bivalv'lilerde perikardial boşluk hem kalbi hem de barsağın bir kısmını çevreler (Şek. 12.31). Pompalama işlemi nispeten yavaştır. Akış yönü tipik mollusk'lardaki gibidir. İzlenen yol kalp, aorta, doku sinüsleri, nefridyumlar, solungaçlar ve tekrar kalp'tir. Bazı bivalv'lilerde kirli kan doğrudan doğruya nefridyumdan kalbe girer. Bazılarında ise kan solungaçlara uğramadan doğrudan ince manto boyunca geçer, bu esnada kan kısmen oksijenlenmiş olur. Bivalv'lilerde kan alış-veriş hızının zayıf, solunum pigmentlerinin eksik, kan akışının yavaş olması ve solungaçlara uğramadan dolaşımın yapılabilmesi grubun düşük metabolik hıza sahip olduğunu gösterir.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Midyelerde suyun ve artık maddelerin kontrolü atnalı şeklindeki bir çift nefridyumla sağlanır (Şek. 12.31). Bu organlar perikardiumun ventral duvarında yer alırlar ve artıklarını üst manto boşluğuna bırakırlar. Ayrıca perikardial bezler perikardial boşluğa doğru artık maddeleri salgılarlar. Kalpten de bu salgı ile birleşen ve nefridyuma geçen bir süzüntü bırakılır. Primitif formlarda (protobranş'lar) nefridyumlar bezli yapıdadırlar fakat ileri gruplarda distalde idrar kesesi benzeri bir kese halindedirler. Azotlu artıklar amonyak şeklindedir. Tatlısuda yaşayan midyelerde osmoregülasyona ilişkin bir adaptasyon görülür. Bu adaptasyonla tubüller, tuz emerler ve bir miktar sulandırılmış üre oluşturulur.

Hareket sistemi

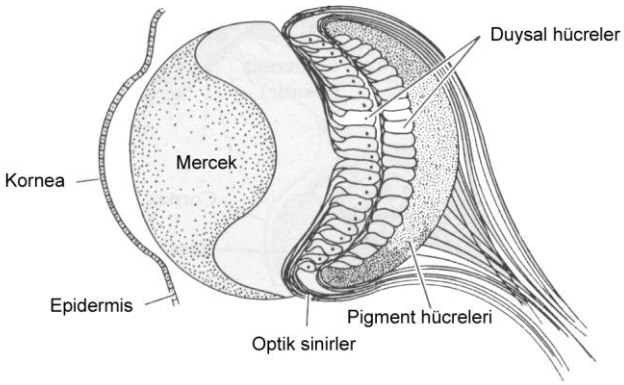
Midyeler çok ender olarak aktiftirler. Filum'un diğer türlerinde olduğu gibi çoğunlukla sürünerek hareket eden zemine bağlı türlerdir. Çoğu sesildir. Bazıları yumuşak zeminlerde oyucudur.

Midyelerin en önemli kasları anteriör ve posteriör adduktor kaslar, pedal protraktor ve retraktor kaslar ile ayağın kendi kas lifleridir (Şek. 12.30). Özellikle adduktor kaslar ilginçtir. İki tip kontraktil lif içerirler. Birinci tip kas lifleri düzdür, yavaşça kasılırlar ve böylece kabuk uzun bir sürede kasılmış olur. İkinci tip ise çizgilidirler ve hızlı kasılırlar, herhangi bir tehlike anında kabuğu çabucak kapatırlar.

Sinir sistemleri basittir. Üç çift ganglion ve iki çift büyük sinir şeridi içerirler (Şek. 12.31). Özofagusun her iki yanında serebral ganglion yer alır. Bu ganglionlar sinir şeritleri yoluyla ayaktaki pedal ganglion ve visseral ganglionla birleşir.

Serebropleural ganglion ayağın dalga hareketini düzenler. Pedal ve özofageal merkezler, anteriör adduktor kasları ve ayağı kontrol ederken visseral ganglion manto boşluğuna girişi ve posteriör adduktor kasların işleyişini kontrol eder.

Duygu Organları



ur. Duysal yapılar manto kenarlarında ücreler ve kimyasal etkileri algılayıcı lgelerinde yaygındırlar. Osfaridyumlar ir çift statositi olan ve değişik yerlerde lır. Görme merkezi manto kenarı olup . Bazı midyelerde ise örneğin yüzücü niş gözler de vardır (Şek. 12.32).

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

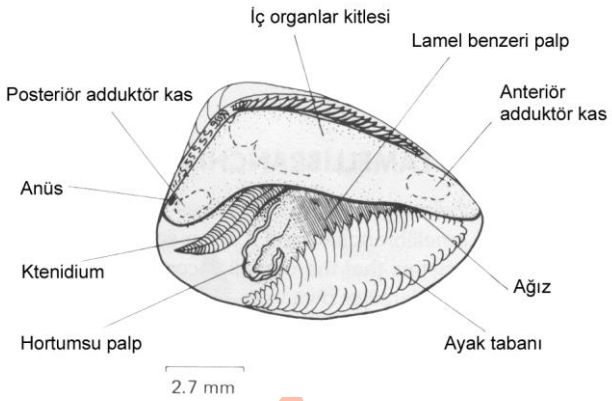
Şekil 12. 32. *Pecten* (Tarak)'de göz yapısı.

Üreme sistemi

Midyelerin çoğu dioktür. Bir çift büyük gonadları vardır (Şek. 12.31). Her gonadı manto boşluğu ile bağlantılı kılan basit gonad kanalları vardır. Gonadlar çok sayıda gamet salgılarlar. Primitif midyelerde gametler nefridyumlar yoluyla taşınırlar fakat ileri formlarda her gonad kanalı, doğrudan doğruya manto boşluğuna açılır. Yumurtalar ya manto boşluğunda veya dışarda, suda döllenir.

Deniz midyelerinde trokofora larvası gelişir. Bu larvayı veliger larvası izler. Çoğu midyede veliger larvası halka şeklinde bir velum içerir. Bazı deniz midyeleri ve hemen hemen tüm tatlısu midyeleri yavrularını manto boşluğunda büyütürler. Gelişmenin erken safhaları solunum odacığında veya solungaç filamentleri arasında geçirilir. Yavru buradan ayrıldığında serbest yüzebilecek hale gelir.

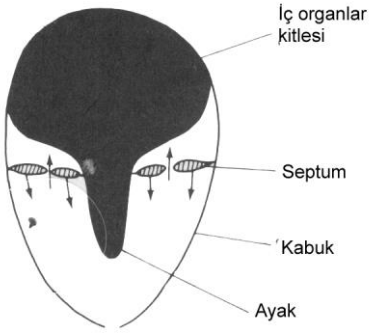
Midyeler solungaçların yapı ve fonksiyonu, beslenme davranışları, mide biyolojileri ve habitatlarına göre 3 altklasise ayrılırlar :



Şekil 12. 33. Protobranş – *Nucula* (Manto boşluğundaki yapıların görülebilmesi için sağ kabuk ve sağ manto kıvrıntısı kaldırılmıştır).

Subklasis : *Protobranchia*

En primitif midyelerdir. Tipik temsilcileri *Nucula*'dır (Şek. 12.33). Solunumda fonksiyonel olan bir çift basit katlanmayan, iki taraklı ktenidyumları vardır. Ayaklarının ventral yüzü genellikle yassılaşmıştır. Bu gruba ait türler yumuşak zeminleri oyarlar ve yassılaşmış ayaklar hareket esnasında zemine uyumu sağlar. Nefridyumlar bezsidir ve idrar kesesi oluşturmaz. Gonad kanalları nefridial sistemle bağlantılıdır. O nedenle gonoporları yoktur. Döllenme dışta olur ve larvaları serbest halde yüzer.



Şekil 12. 34. Septibranş'dan enine kesit–Manto boşluğundaki kaslı septum boşluğu dorsal ve ventral odacıklara ayırır.

Subklasis : *Septibranchia*

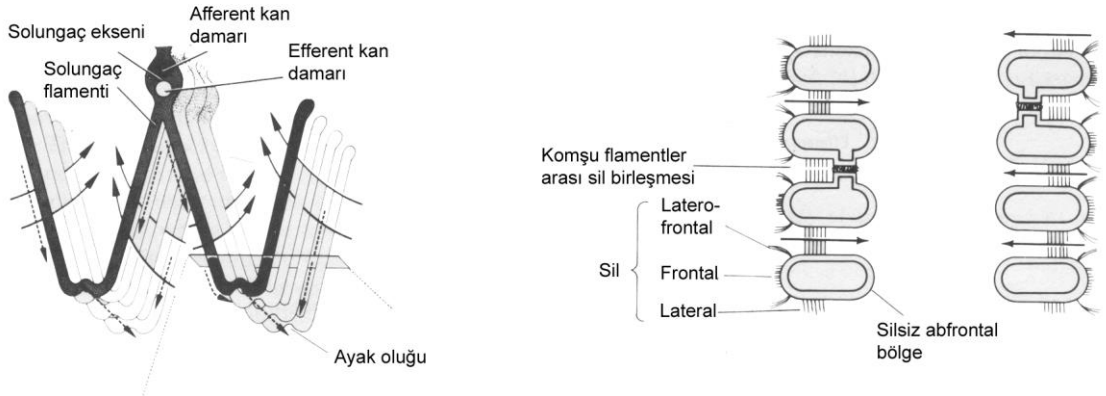
Çok özelleşmiş denizel midyelerdir. Küçük bir grupturlar. Karnivor ve leş yiyicidirler. Solungaçları oldukça değişikliğe uğramıştır. Kaslı bir bölme (septum) içerir ve böylece manto boşluğunu çift haldeki ventral ve dorsal odalara ayırır (Şek. 12.34). Septal pompalama ile su

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

ventral odacığa çekilir, özel solungaç deliklerinden geçerek yukarı doğru çıkar ve dorsal odacıktan dışarı atılır. Bu akım yoluyla gelen ölü ve canlı organizmalar kaslı labial palpler yoluyla avlanırlar.

Subklasis : *Lamellibranchia*

Midyelerin büyük bir çoğunluğu lamellibranş'lara aittir. En iyi bilinen midyeler, istiridyeler bu gruptandır. Mollusk solungaçlarının en büyük ve en kompleks olanına sahiptirler. Bu solungaçlar plankton ve diğer yenebilen küçük organizmaları manto boşluğundaki sudan süzerler. Solungaç filamentleri çok sayıdadır ve her filament oldukça uzundur. Her filament sırası labial palplere doğru uzanır. Her filament merkezi bir eksenin etrafında bir çift at nalı benzeri yapıyı oluşturacak şekilde katlanır ve bu merkezi eksenin her bir tarafındaki filamentler, **demibranş**'ları oluştururlar (Şek. 12.35). Demibranş aşağı inen bir kol ve yukarı çıkan bir kol içerir.



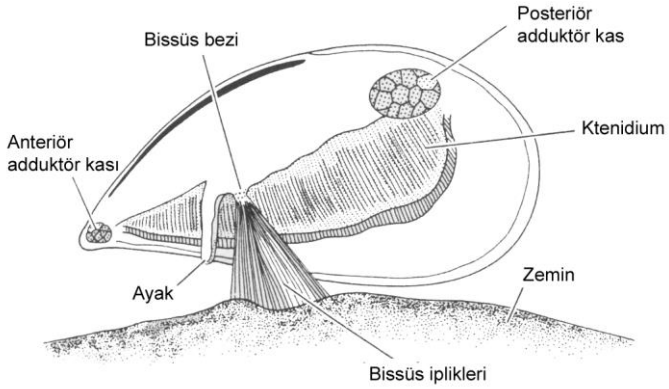
Şekil 12. 35. Lamelllibranş'da solungaç yapısı. Bir solungaçta filament dizilişinin stereogramı.

Demibranşların üzerinde siller yer alır. Komşu filament ile gerek dokusal gerekse sil düzeyinde bağlantı vardır. Bu bağlantı solungaç sınıflandırılmasının esasını oluşturur. Bazı midyelerde filamentler arasında sadece sillerle bir bağlantı vardır ve bu tür solungaçlar **filibranş** olarak adlandırılırlar. Çoğu istiridyelerde ise komşu filamentler arasındaki bağlantı sadece dokusal düzeydedir ve çok zayıf ve seyrek şekildedir. Bu tür solungaçlar **Pseudolamellibranş** olarak adlandırılır. Bazılarında ise komşu filamentler arasındaki bağlantı çok fazladır ve solungaç bir doku tabakası şeklini alır (zaten lamellibranş adı da buradan gelmektedir yani solungaçları tabaka, yaprak şeklinde olan). Bu tip solungaçlar da **Eulamellibranş** olarak adlandırılırlar.

Lamellibranşlar çok değişik habitatlarda farklı yaşam şekilleri gösterirler.

Prof. Dr. Nurettin AKTAÇ

Yaşam şekillerine göre 5 gruba ayrılabilirler : 1 - Yüzeye tutunarak yaşayanlar; 2 - Yüzeysel oyucu olanlar,3 - Derin oyucu olanlar; 4 - Tatlısu'da yaşayanlar; 5- Kommensal ve parazit olanlar.



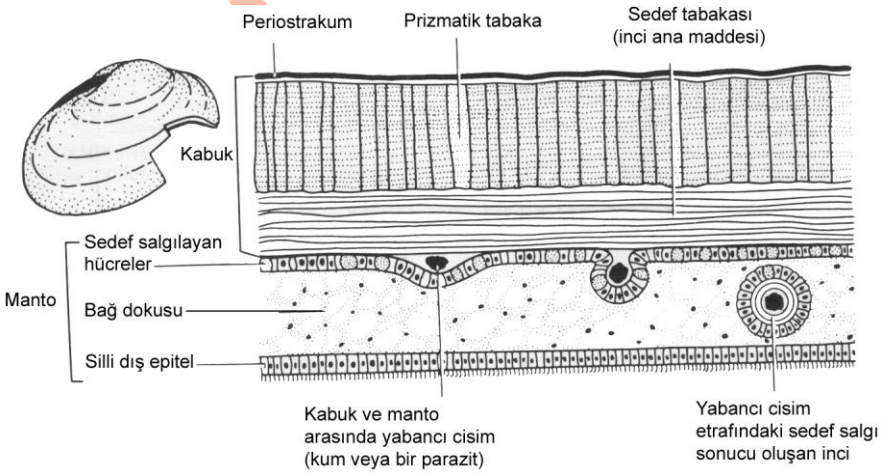
Şekil 12. 36. *Mytilus edulus* (Yenen midye). Tutunmayı sağlayan bissüs iplikleri (Sol kapak çıkartılmış – yandan görünüş.)

Yüzeye Tutunarak Yaşayan Lamellibranş'lar :

Yüzeye tutunma, ya bissüs iplikleri ile veya doğrudan sağ kabuğun zemine yapışmasıyla olur. Bissüs iplikleri ayağın bissüs bezleri tarafından salgılanırlar. Bu grubun tipik temsilcileri yenen midyeler, istiridyeler ve *Pecten* (tarak)'lardır. Yenen midyeler bissüs iplikleri ile kendilerini hemen tüm denizlerin sahil kesimlerinde tesbit ederler. Simetrik kabukludurlar (Şek. 12.36).

İnci oluşumu :

İnci, kabuklu olan her türlü mollusk'ta görülebilir fakat bazı istiridyeler tarafından oluşturulan inci (*Pinctata*) cinsinde olduğu gibi çok daha güzel ve ticari



Şekil 12. 37. Tatlısu midyesinde inci oluşumu.

öneme sahiptir. İnci oluşumu herhangi bir kum tanesi veya parazitin manto ile kabuk arasına girmesi ile başlar. Daha sonra manto bu objeyi salgıladığı kalkerimsi tabaka ile çevirir. Çoğunlukla inci kabuğa yapışır, bazen de manto kıvrımı içinde yer alabilir (Şek. 12.37).

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

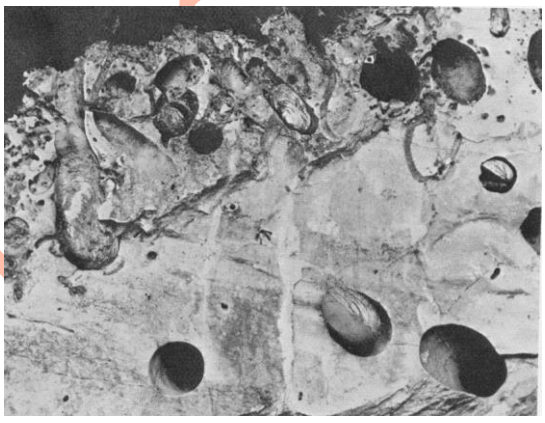
Bazı *Pecten*'lerde manto kenarı boyunca yer alan duygu organları, iyi gelişmiş bir retina, kornea ve mercek içeren mavi gözler halindedir.

İstiridyeler, zemine yapışmak üzere ileri derecede özelleşmişlerdir. Tüm sol kabuk zemine yapışır ve böylece iki kabuk arasında farklı modifikasyonlar oluşur. Tamamen sesil olan istiridyelerin ergin halde ayakları yoktur. Zemine yapışmaları sonucu oluşturdukları **fouling-kışırlanma** büyük bir problemdir. Ayrıca larval peryodun belli bir kısmını yani yavrularını belli bir süre manto boşluğu içinde tutmalarıyla da ilginçtirler.

Yine bu gruptan *Pinna*'lar kendilerini kuma tutundururlar. Bu mollusk'lar anteriör uçları baş aşağı gelecek ve uzun kanat şeklindeki kabukları da zeminden yukarıda olacak şekilde kendilerini tutundururlar. Ayaklar ve diğer anteriör yapılar körelmiştir. *Pinna*'da manto kıvrımı kabuktan ayrıdır ve iç organları korumak için üzerlerine doğru kasılabilir.



Şekil 12. 38. *Tridacna* – Dev midye.



Şekil 12. 39. a) Oyucu midye (*Pholas dactylus*) kabuğunun iç yüzü; b) Oyuğu içinde *Pholas*; c) Kaya oyucu midyelerin kalkerli kayalarda açtıkları oyuklar.

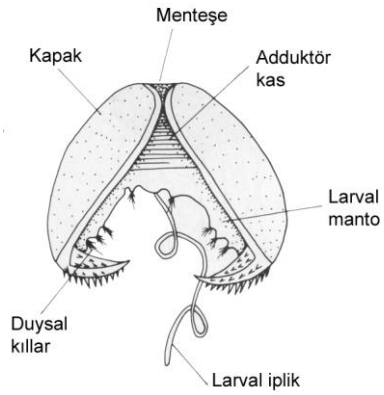
Yüzey Oyucu Lamellibranş'lar :

Genellikle düzgün, yanlardan basık ve sivri uçlu kabuk içerirler. İnce ve bıçak şeklindeki ayakları temel oyucu organlarıdır. Oyucu midyeler su ile birlikte gelen sediment problemi ile karşı karşıyadırlar. Bu nedenle manto, kabuğu tamamen örtecek şekildedir ve sadece ayak ile manto boşluğuna suyun girişini ve çıkışını sağlamak üzere bir açıklıkları vardır. Bu açıklığın etrafında manto kıvrımı bir sifon haline dönüşmüştür. Bu grupta tatlı sularda ve denizlerde yaşayan türler vardır. Tipik temsilciler *Cardium, Venüs* ve *Donax*'tır. *Bivalvia* klasisinin en büyük temsilcisi olan *Tridacna* (Şek. 12.38)'da bu gruptandır. Bu örnekte kabuk 1m. uzunlukta, ağırlığı ise 100 kg'dan fazla olabilir. Mercanlar arasında Hint-Pasifik okyanusunda yaşar ve planktonlarla beslenir. Kabuk zemine ventral bissüsleri ile tutunur.

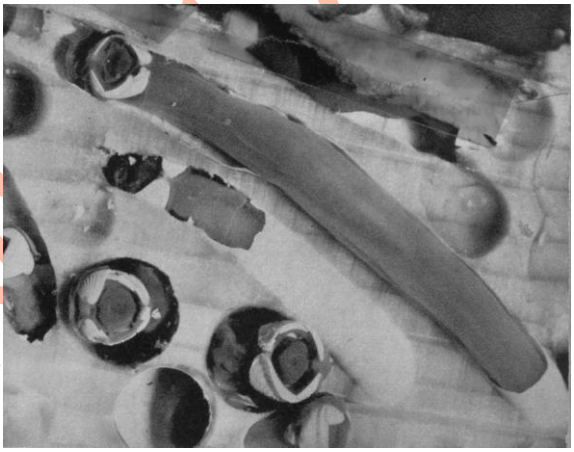
Prof. Dr. Nevhat AKTAÇ

Derin Oyucu Lamellibranşlar :

Bu türler sürekli oyuklarda yaşarlar. Bu grubun tipik temsilcisi yenen midyelerden *Mya*'dır. Manto kenarı ve sifon açıklığı dışında ayak, kabukla kaynaşmıştır. Hareketsiz kabuk, ince ve kıvrılabilir niteliktedir. Kabuk menteşeleri zayıftır ve kabuk kenarı boyunca yer alan menteşeler dejenere olmuşlardır. Ayak da indirgenmiştir. Sifonları periostrakum hatta kalsiyum karbonatla çevrelenmiştir. Bu manto uzantısı oldukça uzun olabilir. Bazı lamellibranş'lar kumu ya da çamuru oymakla kalmaz aynı zamanda kaya ve tahta yapıları da oyarlar. Kaya oyucu olarak *Pholas* (Şek. 12.39) ve *Barnea* gösterilebilir. Tahta oyucu türler ise *Teredo* cinsine aittir (Şek. 12.40). *Teredo* anteriördeki küçük kabuklarını açıp kapayarak oyma işlemini yapar. Vücuda alınan sellülaz, sindirim bezlerindeki bakterilerce parçalanır.



Şekil 12. 40. Kaya oyucu (*Teredo*), oyuğu içinde.



Şekil 12. 41. *Anodonta imbecilis*'te Glochidium larvası.

Tatlısu'da Yaşayan Lamellibranş'lar:

1000'den fazla lamellibranş türü tatlısu'da yaşar. En başarılı olanları *Unionidae* familyasındandır. En iyi bilinen türler de *Unio* (Şek. 12.28), *Lampsilis* ve *Anodonta* cinsine aittirler. Çoğunda döllenme ve larval peryot, manto boşluğunda solungaçlar içinde gerçekleşir.

Kommensal ve Parazit Yaşayan Lamellibranş'lar:

Parazitlik tatlısu lamellibranş larvalarında oldukça yaygındır. Bunlarda veliger larvasının değişikliğe uğraması ile **glochidia** larvası gelişir (Şek. 12.41) ve bu larva balığa dıştan tutunur. Tutunma ile birlikte glokhidya larvası etrafında balık tarafından bir kist oluşturulur. Bu kist içindeki midye larvası konak dokusu ve sıvıları ile beslenir.

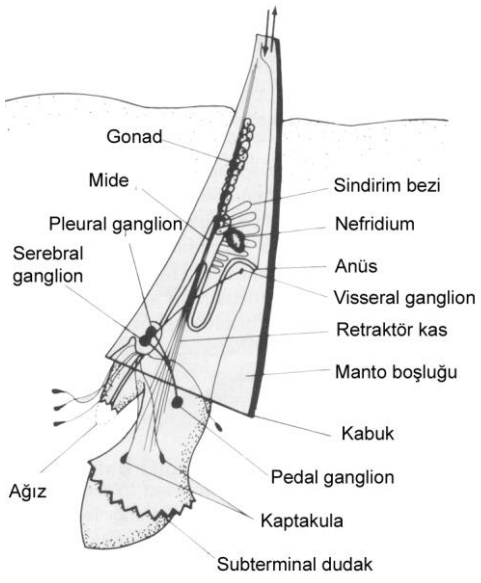
Prof. Dr. N. AKTAÇ

Bivalvlilerde ergin parazitlik oldukça seyrektir. *Entovalva* cinsi, bazı deniz hıyarlarının sindirim kanallarında yaşar. Kommensallik de pek yaygın olmamakla beraber, deniz yıldızları yılan yıldızları ve deniz hıyarları ile görülebilir.

Klasis : *Scaphopoda*

Bu klasiste yaklaşık 350 tür tanımlanmıştır. En iyi bilinen türleri *Cadulus* ve *Dentalium* (Şek. 12.42) cinsine aittir.

Skafopod'lar uzun, hafif eğik, silindirik vücutları nedeniyle fil dişi kabuklular olarak adlandırılırlar. Vücudun uzaması anteriör-posteriör eksen boyuncadır. Tüp şeklindeki kabuk büyük olan anteriör açıklıktan küçük posteriör açıklığa doğru incelir. İç organlar kitlesi kabuğun dorsal tarafında yer alırken manto boşluğu ventrale, ince uca doğru uzanır.



Şekil 12. 42. Skafopod genel anatomisi (*Dentalium*).

Skafopod'lar dibi kumlu olan okyanus derinliklerinde zemini oyarak yaşarlar. Karakteristik olarak kabuğun geniş olan anteriör ucu kumun içindedir. Küçük olan posteriör uç ise suyun dışındadır.

Skafopod'lar döküntü yiyicidirler, ancak seçicidirler ve besin toplamaya özgü **captakula** adı verilen tentakülleri vardır (Şek. 12.42). Kaptakula'lar başın kaide kısmında zemine, besini yakaladıkları yere doğru uzanırlar. Uçları kaşık şeklindedir ve yapışkandır. Elde edilen küçük besin partikülleri silli çukurlar boyunca ağıza doğru aktarılır. Ağızları vücut duvarının hortum şeklindeki uzantısının kaidesinde yer alır. Baş belirgin değildir ve başta sefalik duygu organları yoktur. Ağız boşluğunda güçlü bir radula vardır. Sindirim kanalı basittir (Şek. 12.42). Mide büyüktür ve dallanmış sindirim bezleri içerir. Sindirim büyük ölçüde ekstraselülerdir ve midede gerçekleşir. Kırışık haldeki barsakta toplanan artık maddeler manto boşluğundan dışarı atılır.

Skafopod'ların solungaçları yoktur ve dolaşım sistemleri körelmiştir. Su manto boşluğuna ağır bir şekilde sil hareketi ile gelir veya ayağın uzatılması ile emilir. Gaz alış-verişi manto duvarı boyunca gerçekleşir. Manto yüzeyi katlanmalar sonucu genişlemiştir. Oksijeni alınmış su, ayağın ani hareketi ile atılır.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Skafopod'larda kalp yoktur ve kan damarları gelişmemiştir. Kan, doku sinüslerinde basit bir sistem aracılığı ile dolaşır. Kanın akış hızı vücut duvarının kas hareketi ile sağlanır. Skafopod'larda bir çift nefridyum vardır ve anüs yanındaki bir delikten dışarı açılırlar (Şek. 12.42).

Fildişi midyeleri, midyeler gibi oyucudurlar. Güçlü ayakları oymada kullanılmak üzere yan çıkıntılar içerir. Sinir sistemleri körelmiştir ve primitif bivalv'lilerinkine benzer. Sinir şeridi ile bağlantılı serebral, pleural, pedal ve visseral ganglion çiftleri vardır. Sistem dipte yaşayan mollusk'larda olduğu gibi merkezileşmemiştir. Küçülmüş başlarında duygu organları yoktur. Duygu organları vücudun diğer yerlerinde de oldukça zayıf gelişmişlerdir. Ayakta statosit gibi görev yapan subradular organları vardır. Ayrıca kaptakula da oyma ile ilgili bilgileri tanımlayan dokunma almaçları vardır.

Üreme sistemleri nispeten basittir. Döllenme dışta olur ve serbest yüzen bir larvaları vardır. Skafopod'lar dioktür. Tek ve büyük gonadları vücudun posteriör bölgesinde büyük bir yer işgal eder (Şek. 12.42). Bu gonad, sağ nefridyum yoluyla manto boşluğuna eşem hücrelerini bırakır.

Skafopod gelişmesi denizel bivalv'lilerinkine benzer. Trokofora ve veliger larvaları vardır. Manto ve kabuk orijinal olarak iki lopludur. İki manto lobu ventralde birleşerek bir tüp oluşturur. Manto-kabuk tüpü karakteristik skafopod şeklini oluşturmak üzere uzamıştır.

Skafopod'ların, diğer *Conchifera* grubu ile olan akrabalığı belirgin değildir. Bazı araştırıcılar bunları gastropod'lar ile bivalvli'ler arasında bir grup olarak kabul eder. Ancak birçok bakımdan bivalv'lilere daha çok benzerdirler. Simetrileri, küçülmüş başları, oyma şekilleri ve gelişmeleri bakımından *Bivalvia*'ya daha yakındır.

Klasis : *Cephalopoda*

Tamamen denizeldirler. Mürekkep balıkları, kalamarlar ve ahtapotları içerirler. Yaşayan 650 türleri bilinmektedir. Ancak daha önce tanımlanmış ve bugün için fosil olan 7500 tür de bilinmektedir.

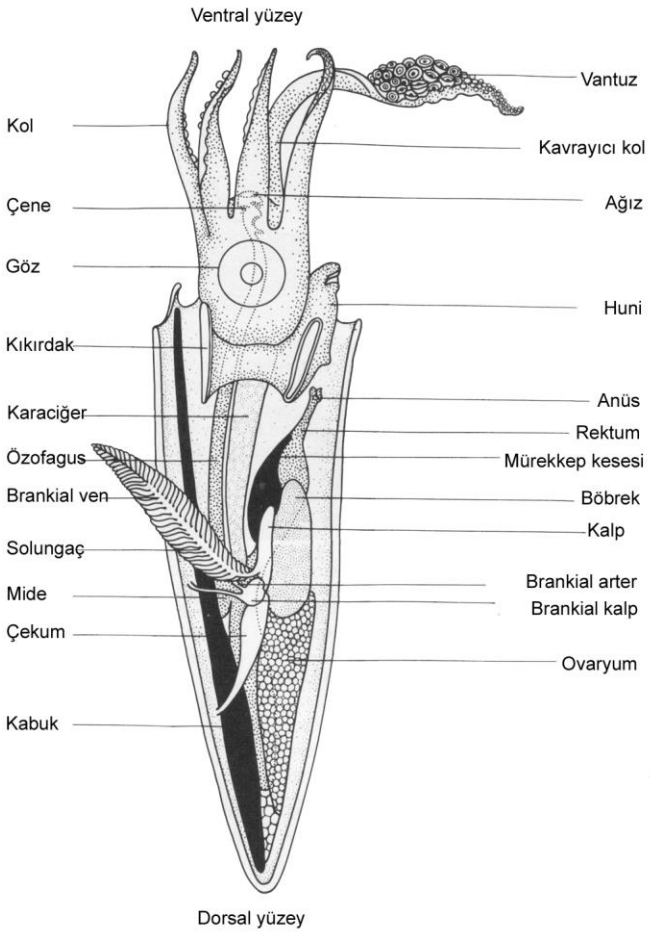
Esas olarak pelajik organizmalardır. Ancak özellikle ahtapotlarda dipte sürünmeye yönelik bazı segonder adaptasyonlar vardır. Karnivordurlar ve çoğunlukla avlarını yakalamak üzere aktif olarak yüzerler. Tüm yaşayan türlerde kabuk büyük ölçüde indirgenmiş veya kaybolmuştur. Baş, ayak ve manto boşluğu, gruba özgü yüzme şeklini sağlamak üzere değişikliğe uğramıştır. Dolaşım sistemi

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

kapanmıştır ve sölom genişlemiştir. Sinir sistemleri ve duysal yapılarında daha çok özelleşmeler meydana gelmiştir. Bu sınıfta, tüm diğer omurgasızlarınkinden daha ileri düzeyde bir beyin ve göz yapısı vardır. Sefalopod'lar aynı zamanda omurgasızlar dünyasının daha hızlı, daha büyük, daha zeki ve aktif türlerini içerirler.

Genel morfoloji

Sefalopod vücut şekli, genelleştirilmiş mollusk şeklinden yani orijinal anteriör-posteriör eksenin (baş ve ayağın uzun ekseni) dorsoventral eksen (uzamış iç organlar kitlesi)'e doğru kayması ile orijinlenmiş olabilir. Bu kayma esas olarak sefalopod baş ve ayağında değişikliğe neden olmuştur. Başı çevreleyen bölge (kısmen ayaktan orijinlenmiş), ağzın etrafında çeşitli sayıdaki ağız kollarına bölünmüştür. Ağız kolları kaslı yapılar ve vantuzlar taşırlar. Bu yapılar hem avı yakalamada hem de harekette kullanılırlar. Ayağın geri kalan kısmı huniye dönüşmüştür. Huni, manto boşluğu için tüp şeklinde bir çıkış deliği oluşturur. Manto duvarı ileri düzeyde kaslı bir pompalama organı halindedir. Manto kasları solungaç solunumunun gerçekleştiği manto boşluğuna suyu pompalar ve su huniden dışarı atılırken bir itme gücü oluşturulur (Şek. 12.43).



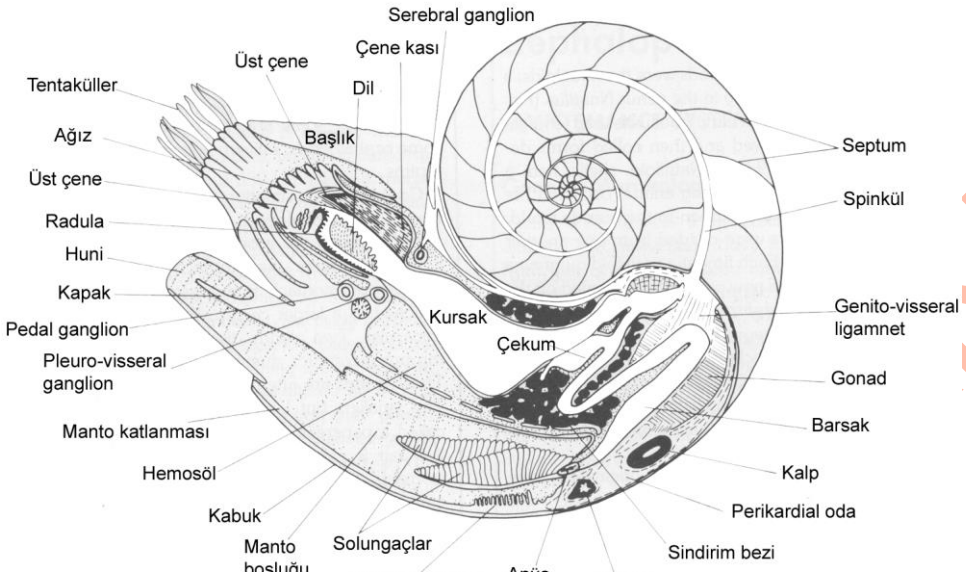
Şekil 12. 43. Genelleştirilmiş modern bir Sefalopod anatomisi.

Yaşayan sefalopod'larda kabuk indirgenmiş olmakla beraber atasal formların büyük kabukları vardır.

En eski bilinen sefalopod'lar nautiloid'lerdir ve bu gruptan günümüzde sadece *Nautilus* (Şek. 12.44) cinsine ait türler bilinmektedir.

Bu eski mollusk'ların düz ve basık bir kabukları vardır. Ancak daha sonra bu kabuk eğilmiş ve bükülmüş bir hal alır. Nautiloid kabukları bir seri odacık içerir.

Hayvan son odacıkta yer alır ve kabuğun dışarıya sadece bir açıklığı vardır. Peş peşe gelen odacıklar bir diğerinden yatay bölmelerle (septum) ayrılmıştır. Her



Şekil 12. 44. *Nautilus* anatomisi (Sagittal kesit).

defasında nautiloid bir odacık oluşturur, yeni bir odacık salgılar ve sonra bir septum aracılığı ile eski odacığı kapatır. Septumların tümü **siphuncle** adı verilen kalkerli bir tüp aracılığıyla delinmiştir (Şek. 12.44). Sipinkül, manto boşluğunun bir uzantısı halindedir ve materyallerin kabuk odacıkları boyunca taşınmasını sağlar. Hava veya su ile dolu olan yaşlı odacıklar su yüzeyine çıkmada ve yüzmede rol oynarlar.

Bütün türleri tükenmiş ammonoid'ler ise kıvrık kabuklu nautiloid'lerden orijinlenmişlerdir. Ammonoid kabukları nautiloid'lerinkinden daha basıktır. Bu basıklık hareket esnasında sürtünmeyi azaltır. Tüm modern sefalopod'lar (*Nautilus* hariç) *Coleoidea* grubuna dahildir. Bu hayvanlar kalamarlar, mürekkep balıkları ve ahtapot'lardır. Kabukları büyük ölçüde indirgenmiştir ve tamamen kabuksuzdurlar. Bu sefalopod'larda eski bir grup ve fosil olan belemnoid'lerin izleri görülür. Manto ile çevrili bir iç kabukları vardır. İç kabuk giderek indirgenmiş ve nihayet ahtapotlarda tamamen kaybolmuştur.

Beslenme ve Sindirim

Sefalopod'lar yırtıcı karnivorlardır. Kolları ile balık, krustase ve diğer mollusk'ları yakalarlar. Vantuzları ava sıkıca tutunur ve avlarını güçlü gaga şeklindeki çeneleriyle tutarlar. Bu kaslı çeneler, avlarının dokularını parçalayarak besinlerin radula aracılığıyla ağız boşluğuna aktarılmalarını sağlar. Tükürük bezleri

Prof. Dr. M. Nur. ATAÇ

oldukça güçlü proteaz enzimleri salgılar ve bazı dokular böylece sindirime hazır hale getirilir.

Çoğu mollusk'tan farklı olarak sefalopod'larda barsak silleri minimum düzeydedir. Besin özofagus kaslarının kasılmasıyla mideye aktarılır. Sefalopod mideleri kaslı bir yayığa benzer ve büyük bir çekumu vardır. Sindirim tamamen ekstrasellülerdir. İki bez, ortak bir kanalla, mide ve çekuma sindirim enzimleri salgılar. Bu bezler morfolojik olarak birbirinden farklıdır. Küçük fakat az tıkız olanı pankreas, büyük ve daha tıkız olanı ise karaciğer olarak adlandırılır. Sindirim midede başlar. Belirli aralıklarla mide içeriği iki beze ait enzimden biri ile karıştırılarak çekuma aktarılır. Burada sindirim işlemi tamamlanır. Sindirilemeyen parçalar çekum boşluğundaki silli katmanlara düşürülür ve barsak yoluyla dışarı atılmak üzere tekrar mideye gönderilir. Emilim, *Loligo*'da çekum ve barsak duvarları boyunca yapılırken *Octopus* ve *Sepia*'da karaciğerde yapılır. Barsak atık maddeleri, anüse solunum açıklığının yanından bırakır.

Solunum ve Dolaşım

Diğer mollusk'larda olduğu gibi sefalopod'lar solungaçları boyunca oksijen ve karbondioksit değişimi yaparlar ve bu gazları dolaşım sistemi boyunca vücutlarına aktarırlar. Sefalopod'lar hızlı yaşam tarzlarına uygun olarak özelleşmiş solungaç ve dolaşım yapılarına sahiptirler. Metabolik ve davranış faaliyetlerindeki artış nedeniyle tipik mollusk'lardaki solungaç silleri ve açık dolaşım sistemleri yok olmuştur. Sefalopod'ların solungaç flamentleri yelpaze veya pervane şeklindedir ve silsizdirler. Bu hayvanlar esas olarak pelajiktirler. Solungaçlardan uzaklaştırılacak sedimental maddeler bulunmadığı için uzun sillere gereksinimleri yoktur. Ancak sillerin kayboluşunun temel nedeni manto duvarının bir çeşit pompalama organı görevi yapmasıdır. Mantonun kaslı yapısı, hem harekete hem de solungaçların fazla oksijenlenmesini sağlamaya yönelik bir adaptasyondur.

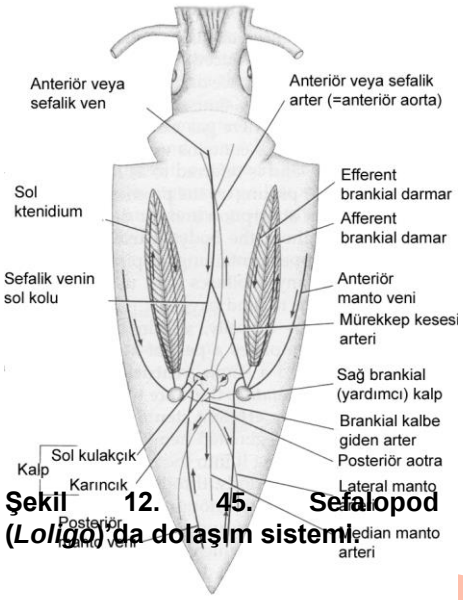
Sefalopod'lar aktif hayvanlardır ve siller tek başlarına, fazla oksijen gereksinimlerini karşılamak için yeterli solunum suyu akımı oluşturamazlar.

Solunum suyunun akış yönü, manto boşluğuna doğru olup, filumun diğer gruplarındakinden ters yöndedir. Çünkü ventraldeki ayak, dış akım sifonu oluşturur ve su zorunlu olarak manto boşluğunu ventralde terketmek durumundadır. Su, manto boşluğuna dorsalden ve yanlardan manto yarığı yoluyla girer. Sefalopod'ların solungaç filamentleri, ventral yüzeyden çok dorsal yüzeylerinde destekleme çomakları içerirler. Bu durum solunum akımının dorsalden oluşu ile ilgilidir. Ancak

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

solungaç eksenindeki, kan damarları, mollusk'taki orijinal konumlarını muhafaza ederler.

Sefalopod kanları diğer mollusk'larda olduğu gibi hemosiyanin içerir ve hemosiyanin kan plazması içinde çözünmüş haldedir. Kapalı kan dolaşım sistemlerinde merkezi sistemik bir kalp, büyük ve küçük damarlardan oluşmuş bir arter sistemi, çeşitli kapiler yataklı bir ven sistemi ve her solungaçla ilişkili yardımcı pompalama istasyonları vardır. Pompalama istasyonları **brankial kalpler** olarak da bilinmektedir (Şek. 12.45). Solungaçlarda yüksek kan basıncı oluşturulur. Solungaçlarda dolaşan kan büyük bir perikardial boşlukla çevrili merkezi kalbe gelir. Bu boşluk gerçek bir sölomu temsil eder. Sölom, sindirim kanalının büyük bir kısmını çevreler ve gonadlarla temas halindedir. Bu büyük sölom iç organlar için bir dayanma bölgesi oluşturarak manto duvarının çarpma-larına karşı koyar ve sefalopod'ların vücut boylarının büyüme potansiyeline katkı sağlar.



Şekil 12. 45. Sefalopod (*Loligo*)'da dolaşım sistemi.

Merkezi kalp, kanı büyük arterler boyunca arteriör ve posteriöre doğru pompalar. Büyük bir *vena cava*, baş bölgesinden kanı alır posteriöre doğru geçer ve çift haldeki nefridyumlara yakın bir yerde çatallanır. Her çatal bulunduğu taraftaki nefridyumu, yatay bir şekilde geçerek brankial kalplere girer. Çift haldeki anteriör ve posteriör manto venleri brankial kalplerin yakınında vena cava dallarını birleştirirler. Sağdaki dala gonad veni de açılır. Kan yüksek basınç altında solungaç kapilerlerinde temizlendikten sonra, yeniden baştaki dolaşım için merkezi kalbe döner.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Sefalopod nefridyumları brankial kalplere giden venler boyunca uzanan iki çift kese halindedir. Artık maddeleri perikardial sölomdan alırlar. Nefridyumlar hunininin yanında yer alan nefridioporlarla dışarı açılırlar.

Sefalopod'lar esas olarak deniz hayvanlarıdır. O nedenle yoğun bir osmoregülasyon problemleri yoktur. Bazı gruplarda su yüzeyinde durabilmenin sağlanmasında vücut sıvısındaki iyon yoğunluğunun kontrolü önemlidir. Mürekkep

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

balıklarının bazıları bir dereceye kadar ağır oldukları için, suya batmalarını önlemek üzere, bazı türler perikardial sölomlarında hafif iyonlar bulundururlar.

Hareket Sistemleri

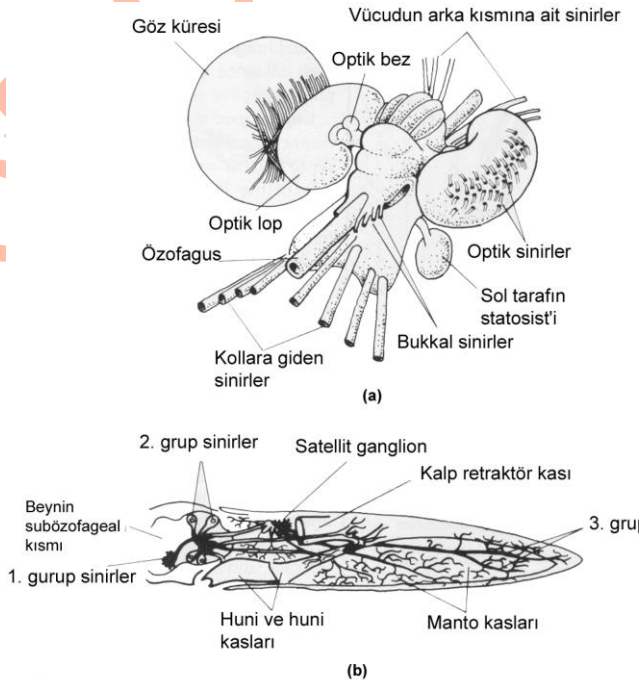
Kas ve sinir organizasyonları, duygu organları, davranışları ile sefalopod'lar diğer mollusk akrabalarından oldukça farklıdırlar. Tipik olarak mollusk'lar çevrelerini koklayarak, hissederek ve tehlike anında kabuklarına çekilerek yaşarlar. Buna karşın sefalopod'lar, esas olarak görmeye yönelik uyaranlar karşısında davranış modeli oluştururlar. Bu atipik mollusk'lar uyarana karşı kompleks beyinlerinde kritik yaparak karar oluştururlar ve daha sonra gerekirse kaçarlar veya effektör sistemleri yardımıyla çeşitli diğer yollarla cevap oluştururlar.

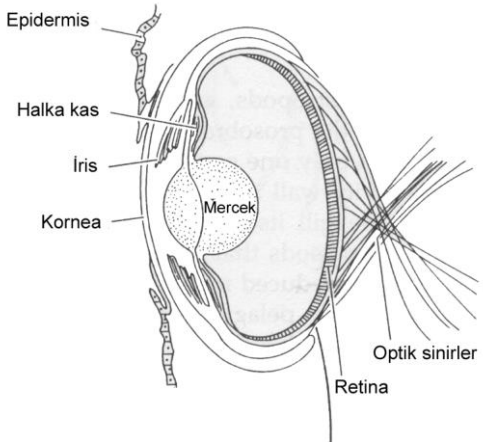
Kaslar, sefalopod aktivitesinde diğer mollusk klasislerinden daha önemli bir rol oynar. Besinin elde edilmesi, taşınması, solunum akımlarının oluşturulması ve tüm diğer hareketleri kaslar kontrol ettiği için sil hareketi bu grupta önem taşımamaktadır. En önemli kaslar kollarda, hunide ve manto boşluğu duvarındadır.

Sefalopod kolları çok kaslı yapılardır. Çabuk uzatılıp geri çekilirler. Avı yakalama ve ava yapışma yetenekleri fazladır. Yapışma çok sayıdaki vantuzlarla olur.

Manto duvarı ve huni kasları hem solunum akımı hem de hareketle bir çeşit tepkili itme oluşturur. Belli bir basınç altında manto suyu tepkili itme ile huniye doğru gönderilir. Huniden fışkırtılan suyun tepki gücü sayesinde sefalopod suyun fışkırtıldığı yönün ters yönünde hareket eder. Huninin yönü kas kontrolü altındadır ve ileri geri ve yana hareket imkanı vardır.

Sefalopod'lar omurgasızlar dünyasının en ileri düzeyde organizasyonu olan merkezi sinir sistemine sahiptirler.





Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Mollusk'lardaki tipik ganglionlar özofagusun etrafında beyini oluşturmak üzere birleşmiştir (Şek. 12.46a). *Octopus*'ta beyin, 150 milyonun üzerinde neuron içerir (Örneğin krustase'lerde sadece 30.000, insanın serebrum'unda sadece 5 milyon neuron vardır). Beyinin özofagus üzerinde yer alan supraözofageal ganglion bölümü, serebral ganglionlardan orijinlenir. Serebral ganglionlarda yer alan optik loplar da optik neuronları içerirler ve toplam beyin kitlesinin yarısını oluştururlar. Özofagusun altında pedal gangliondan orijinlenmiş beyin merkezleri yer alır. Visseral ve pleural ganglionlar serebral ve pedal merkezlerin posteriöründe birleşirler. Visseral merkezden uzanan üç çift sinir gövdeyi sinirlendirir (Şek. 12.46a). Bu sinir şeritlerinin bir çifti solungaçlara gider, ikinci çift mideyi sinirlendirir, üçüncü çift ve en büyük çift mantoyu sinirlendirir.

Şekil 12. 46. a) *Octopus* beyin ve çevresindeki yapıların diyagramatik kesiti. b) *Loligo*'da dev sinir lif sistemi. I. II. ve III. grup neuronların düzeni gösterilmiştir.

Mantonun her iki yanında **stellate** ganglionlar yer alır (Şek. 12.46b) ve manto duvarının pompalama görevini yapar. Manto'nun çok aktif olması gerektiği hallerde örneğin herhangi bir tehlikeden kurtulmaya çalışıldığında aksonlardan oluşan ayrı bir sistem, stellat ganglionların görevini üzerlerine alırlar. Sefalopod'ların aksonları bilinen en büyük dev aksonlardır.

Sefalopod duygu organları, sefalik gözler, statositler, dokunum cisimleri ve kimyasal algılayıcılardır. Dokunum cisimleri ve kimyasal algılayıcılar tentaküllerde yer alırlar. Kimyasal algılayıcılar sadece *Nautilus*'ta bulunurlar.

Sefalopod duyu biyolojisinin en büyük özelliği gözlerin oldukça gelişmiş yapıda olması ve çevresel haberleşmenin temel kaynağını oluşturmasıdır. *Octopus* gözleri omurgalı gözlerine çok benzerler(Şek. 12.47). Her bir göz, başın yanlarında kıkırdak kapsüller içinde yer alır. Kornea, iris, mercek ve retina içerir. Sefalopod gözü ile omurgalı gözü arasındaki temel fark, sinirsel organizasyon ile görüntüyü odaklama ve ışığın şiddetinin algılanmasındadır. Sefalopod retinaları ışığı doğrudan doğruya alır ve optik sinirler, retinal hücrelerin hemen arkasından çıkarlar. Buna karşın omurgalı gözleri "indirekt" tiptir. Yani retina mercekten uzaklaşmıştır ve optik sinirler fotoreseptör tabakadan geçmek zorundadırlar ve böylece göz içinde kör noktayı oluştururlar.

Sefalopod retinası çok sıkı bir şekilde paketlenmiştir. Örneğin *Sepia*'da insan fovea'sı ile karşılaştırıldığında hemen hemen iki kat fotoreseptör içerir. Göze giren ışık miktarı iris diyaframı tarafından düzenlenir. Retinal pigmentlerin göç etmesi de ışık algılayıcı hücrelere çarpan ışığın miktarını etkileyebilir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Sefalopod statositleri şimdiye kadar tanımlanan denge merkezlerinden daha ayrıntılı yapıya sahiptir. Bu duygu organları beyinin yanlarında kıkırdak kapsüller içinde yer alırlar (Şek. 12.46a). Statositlerin içinde horizontal, vertikal ve transvers düzlemde uzanan silli kanat benzeri yapılar vardır. Bu yapıların farklı uyarılması sefalopod'un pozisyonu ile ilgili kesin karar vermesini sağlar. Bu tür algılama tüm hayvanlar tarafından oluşturulan karmaşık hareket modelini sağlar.

Davranış

Sefalopod'lar, omurgasızlar arasında en esnek davranış modeline sahip grupturlar. Çok zeki olmakla beraber tüm diğer omurgasızlardan çok daha karmaşık davranış modelleri gösterirler. Sefalopod'lar aynı zamanda kromatoforları, mürekkep keseleri ve ışık saçan yapıları ile de özel etkiye sahiptirler.

Kromatofor'lar ince elastik hücreler olup dış kabuğu bulunmayanlarda bütün vücuda saçılmışlardır. Çeşitli renk pigmentleri içerirler ve sefalopod'ların renk değiştirmelerini sağlarlar. Renk değişimi farklı renkteki kromatoforların kasılıp gevşemeleri ile olur. Bu kasılıp gevşeme kas kontrolü altındadır ve renk değişimi de sinir sistemi tarafından düzenlenir. *Octopus* beyninde yarım milyonu aşkın neuron, kromatofor kasları ile ilişkilidir. Bu beyin hücreleri, çevresel uyaranlara karşı kromatofor faaliyetini sağlarlar. Renklenmenin oluşması ise binlerce pigment hücresinin koordinasyonuna bağlıdır. Renklenme tarzı, basit bir şekilde kamuflajı da sağlar. Örneğin ahtapot; yuvasında iken genellikle çevresindeki kayaların rengini alır. Oysa dipte gezinirken bu yerlerdeki kayalık yada kumluk sahalara göre renk değiştirir.

Sefalopod'lardaki renk değişiminin büyük bir kısmı özel davranış modeli ile ilişkilidir. Kromatoforları sayesinde korkulacak bir predatör etkisi uyandırırlar. *Sepia* ve *Octopus* renklerini ağartarak vücutlarında korkunç büyük lekeler oluştururlar. En ayrıntılı renk değişikliği ise sefalopod erkekleri tarafından kur yapma sırasında görülür. *Sepia* erkekleri "zebra modeli" gösterirler. Pembe kahverengi zemin üzerinde sarı veya beyaz çizgilenme oluştururlar. *Loligo* ise kur esnasında kısa beyaz benekleri ile aynı renkteki uzun ventral çizgiler oluşturur.

Sepia parlak ve parıltılı görünümünü **iridosit**'ler tarafından oluşturulan tabakaya borçludur. Bu yansıtıcı hücreler kromatoforların altında yer alırlar ve renklerini yoğunlaştırırlar.

Sefalopod'ların mürekkep kesesi, barsağın yanında uzanan büyükçe bir vesikül halindedir (Şek. 12.43). Kaslı bir kanal ile rektum'a açılır. Kesenin duvarlarında yer alan mürekkep bezleri kahverengimsi veya siyah bir sıvı salgılar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

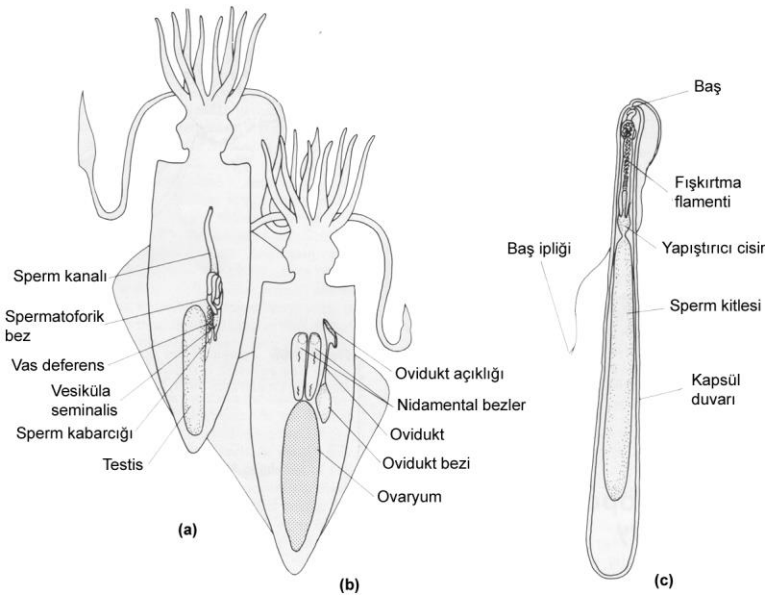
Bu koyu renk melanin pigmentlerinin yoğunluğundan kaynaklanmaktadır. Uygun çevresel uyaranların bulunması halinde örneğin predatörlerin varlığında bu mürekkep anüs yoluyla fışkırtılır. Mürekkep yayılması ile lokal bir alan siyahlaştırılır, bir perdeleme yapılır ve sefalopod'un bu karanlık perdenin arkasından görünmeden kaybolması sağlanır. Mürekkepteki bazı alkoloidler de avcı balık kemoreseptörlerini duyarsız hale getirir ve böylece emniyetli bir şekilde kaçış sağlanır.

Derin denizlerde yaşayan sefalopod'lar bu mürekkep kesesinden yoksundurlar ve kromatoforları da değişikliğe uğramıştır. Karanlık dünyalarında parıltılı aygıtları, aydınlatmada çok yardımcı olur. Bu aygıtlar, simbiotik ve ışık saçan bakteriler ile **fotofor** olarak adlandırılan yapılardır. Fotofor'lar, vücudun belirli bölgelerinde kromatoforların altında yer alırlar. Fotoforların içindeki kimyasal reaksiyonlar ışık oluşturur. Fotoforları çevreleyen kromatoforlar diyafram gibi görev yaparlar ve kromatofor kasları kasıldığı zaman da ışık saçılması sağlanmış olur. Fotofor yansıtıcılar, mercekler ve renk perdeleri içerebilir.

Sefalopod'lar akvaryum yaşamına son derece uyumlu olmaları nedeniyle öğrenme çalışmalarının da temel objeleri olmuşlardır. *Octopus*'ta görme deneyleri kolaylıkla yapılabilmektedir. Şekil yapı ve ağırlık farklarını algılayabilmektedirler.

Üreme sistemleri

Tüm sefalopod'lar dioktürler. Gonadları posteriördedir ve tektir. Erkeklerde spermler testis duvarlarında üretilir ve testis boşluğuna bırakılırlar (Şek. 12.48a). Silli olan vas deferens, anteriördeki vesikula seminalis'e gelir. Buradaki bezlerin yapışkan salgısı, spermleri kompleks bir kitin kapsül içinde paketler. Bu tür sperm paketleri **spermatofor** adını alır (Şek. 12.48c). Spermatoforlar oluştuktan sonra **Needham kesesi**'nde depo edilirler. Bu kese, manto boşluğunun sol tarafında yer alır.



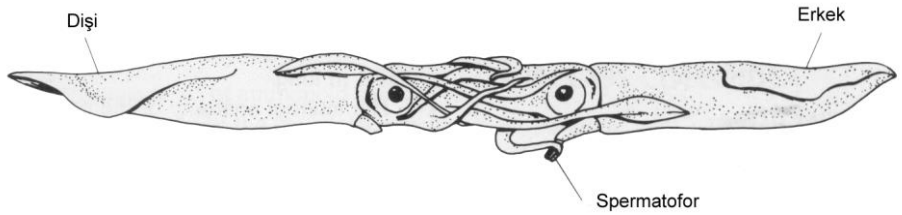
Sefalopod ovaryumları da testisler gibi, posteriörde bir kese halindedir (Şek. 12.48b). Yumurtalar lümene bırakılır. Bir veya iki ovidukt, yumurtaları ovidukt bezlerine taşır. Ovidukt bezleri, her bir

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

yumurtanın etrafında albümün salgılar.

Sefalopod'lar çiftleşirler. Pelajik formlardan *Loligo*'da kopulasyon genellikle bütün kommüniteyi kapsar. Erkekte ağız kollarından biri kopulas-yon organı halinde değişikliğe uğramıştır. Bu kol **hectocotylus** adını alır. Vantuzları daha küçüktür ve spermatoforları yakalar (Şek. 12.49). Hektokotil kolun distalde kaşık şeklinde olan ucu, *Sepia* ve *Loligo*'da da, *Octopus*'ta olduğu gibi sperm kapsüllerini taşır. Diğer sefalopod'larda ise hektokotil kol içinde, bir oktopod olan *Argonauta*'da olduğu gibi özel bir sperm odası vardır.

Şekil 12. 48. Sefalopod üreme sistemi: a) *Loligo pealeii*'de erkek üreme sistemi; b) *Loligo pealeii*' de dişi üreme sistemi; c) *Loligo*'da spermatofor yapısı.



Şekil 12. 49. Çiftleşme halinde iki *Loligo*. Hektakotil kol erkek hunisinden spermatoforları çekmektedir.

Kopulasyon esnasında erkek ve dişi kollarını birlikte birbirine dolarlar (Şek. 12.49). Erkek hektokotil kolu ile spermatoforları huniden veya doğrudan doğruya Needham kesesinden çeker. Bu sperm paketleri dişinin manto boşluğu duvarına, ovidukt açıklığına yakın bir yere bırakılır. Ahtapot, spermatoforlarını doğrudan doğruya ovidukta bırakır. *Argonauta* ise hektokotil kolunu dişinin manto boşluğunda bırakır. *Loligo* spermlerini ağzın altında özel bir reseptakulum seministe depolar. *Sepia* dişilerinde bukkal membran, spermatoforları çevreler. Spermler, spermatofor kesesinde iken hektokotil kol tarafından itildikleri zaman serbest hale geçerler. Yumurtalar, oluşturulduğunda ve suya bırakıldığında **nidamental bez** (Şek. 12.48b) tarafından salgılanan bir örtü ile çevrilirler. Bu örtü, yumurtalar suyla temas edince koruyucu bir kapsül şeklinde sertleşir. Yumurta kapsülleri jelatinimsi bir kitle halinde kayalara veya su bitkilerine tutunmak üzere suya bırakılırlar.

Dişi *Octopus*'ta embriyonik peryod esnasında yavru bakımı görülür. Yumurtalar kaya yarıkları arasına bırakılır ve burada sürekli olarak ana ahtapot tarafından korunurlar. Yumurtalar ana ahtapotun hunisinden püskürtüldüğü su ile temizlenir. *Octopus vulgaris* dişisi kuluçkaya yattığı zaman beslenemez ve yavruları yumurtadan çıktıktan sonra dişi ölür. *Argonauta*'da yumurtalar dişinin iki kolu tarafından salgılanan dış kalker kabuk içinde kuluçkaya yatırılır. Bu ince kabuk sadece yumurtaya koruma görevi yapmaz aynı zamanda dişinin içine çekilebileceği

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

koruyucu bir örtü görevi yapar. Bu kabuk aynı zamanda çok küçük olan erkeği de barındırır.

Sefalopod'larda yumurtalar, yumurta sarısını fazla içerdikleri için embriyogenezleri diğer mollusk'lar için tanımlanandan farklıdır. Mollusk'lardaki tipik larval safhalar (trokofora ve veliger) bu sınıfta tanımlanabilir durumda değildirler.

Esasen ince fakat tam organizasyonlu olan yavru, bir müddet sonra ergine dönüşür.

Sınıflandırılmaları

Sefalopod'ların çoğu sadece fosil olarak bilinmektedir. Kambrien'de denizde meydana gelmişlerdir. Bilinen fosil tür sayısı 7500 dür. Fosillerin çoğu *Nautiloidea* ve *Ammonoidea* altklasislerine aittir. Yaşayan türlerin hemen hepsi *Coleoidea* altklasis'indendir. Bu sayı 650 kadardır. Nautiloid'lerden yaşayan tek cins (*Nautilus*)'tir.

Subklasis: *Nautiloidea*

İlkin sefalopod'lardır. Paleozoik devirde ortaya çıkmışlardır. Yaşayan tek genus *Nautilus*'tur. 2500 fosil tür ile temsil edilmektedirler.

Nautiloidler düz ve kıvrık dış kabukları ile karakteristiktirler. Kabuğun üzeri düzdür. Boyları *Plectronoceras*'ta olduğu gibi 1cm.'den *Endoceras*'ta koni şeklinde 4m. uzunluğa kadar olabilir.

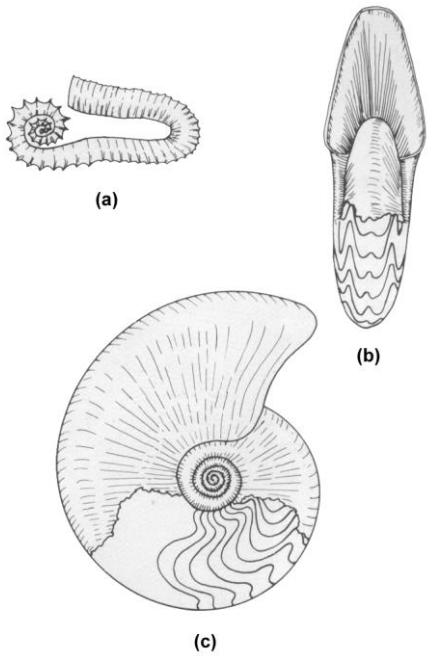
Grubun tipik temsilcisi *Nautilus* cinsidir. Hint pasifik denizinde yaşar. Atasal olan dış kabuğu taşıyan tek canlı cinstir. *Nautilus* kabuğu 25cm. çapında, bilateral simetrili ve başın üstüne aynı düzlemde spiraller içeren bir yapı gösterir. O nedenle de ergin mollusk'ta sadece son iki spiral tur belirgindir. Vücut yaklaşık 30 kabuk odacığından sonuncusuna yerleşir (Şek. 12.44). *Nautilus* son odacığa çekildiği zaman, kabuk açıklığını derimsi bir kapak kapatır. Başın etrafında 90 tentakül iki çelenk halinde dizilmiştir. *Nautilus* tentakülleri vantuz taşımazlar ve her biri kabuk içine çekilebilir.

İç organları çoğunlukla çift haldedir. Örneğin 4 solungaç, 4 osfaridium, 4 brankial kalp ve 4 böbrekleri vardır. Mürekkep kesesi ve kromatoforları vardır. Manto duvarı çok kaslı değildir. Çünkü dış kabukları vardır. Solunum ve hareketleri huni vasıtasıyla sağlanır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Yavaş hareketlidirler. Tehlike anında basit bir şekilde kabuk içine çekilirler. Çoğunlukla 600m. civarındaki derinliklerde yaşarlar ancak geceleri karideslerle beslenmek üzere daha yukarılara çıkarlar. Vertikal iniş çıkışlarda kabuk değişik derecede hidrostatik basınçla karşı karşıya kalır. Bu basınç değişikliği tolore edilebilir. Hayvan hareket ettiği zaman sıvı ve gazlar, spinkül boyunca öylesine hareket eder ki iç basınç daima dış su kuvvetini dengeler.

Nautilus'ta çift halde gonad kanalları vardır. Döllenme ve gelişmelerinin ayrıntıları ise tam olarak bilinmemektedir.



Şekil 12. 50. Ammonoid kabukları: a) *Ancyloceras*; b ve c) *Manticoceras* kabuğundan ventral ve lateral görüntü.

Subklasis: *Ammonoidea*

Ammonoid'ler dış kabukları bulunan fakat tamamen tükenmiş gruptur, Silurien period'ta ortaya çıkmışlar ve açık denizlerin primer karnivorları olmuşlardır. Mesozoik sonunda bilinen 5000 türün tamamı yok olmuştur. Kabukları birkaç özellik bakımından nautiloid kabuğundan farkıdır. Bu durum büyük ölçüde iyi yüzebilmeleri ile ilişkilidir. Kabuk oldukça dardır ve köşeli bir yüzeyle sonlanır (Şek. 12.50). Ventralde omurga benzeri uzantı taşır. Kabuk bölmeleri ve spinkül karmaşık yapıdadır. Değişik boyda olabilirler. En büyük ammonoid *Pachydiscus* cinsi olup 3m. çapındadır.

Subklasis: *Coleoidea*

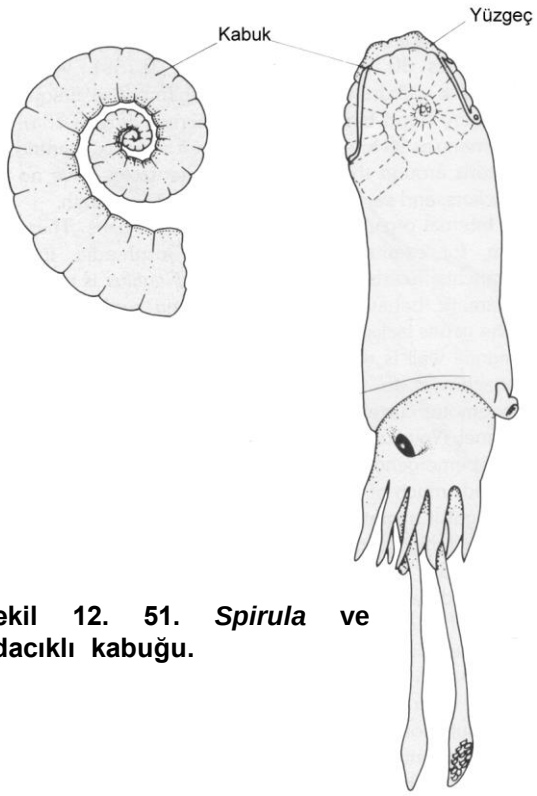
Nautilus dışındaki tüm günümüz sefalopod'ları koleoid'lerdendir. Bu subklasiste iç kabuğu bulunan veya kabuğu hiç bulunmayan mürekkep balığı, kalamar ve ahtapod gibi türler yer alır. Koleoid'lerde aynı zamanda geç paleozoik devirde yaşamış ve günümüzde fosil olan belemnoid'leri de kapsamaktadır. Kabuk özellikleri yanısıra bu subklasis vantuz taşıyan tentaküller bir çift solungaç bir çift nefridyum ve son derece aktif yaşam şekilleri ile karakteristiktirler.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Bu subklasis'ten 3 ordo tanımlanmıştır: *Decapoda*, *Octopoda* ve *Vampyromorpha*.

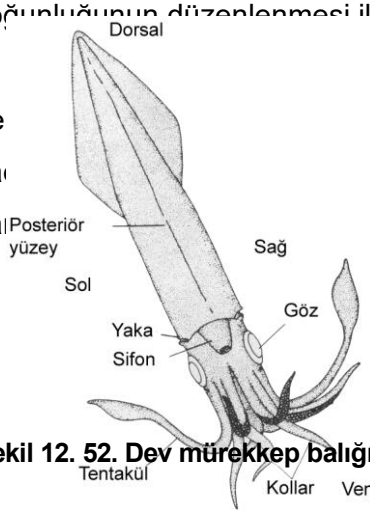
Ordo: *Decapoda*

Dekapod'lar mürekkep balıkları, kalamarlar ve tükenmiş belemnoid'leri içerir. Bu grubun günümüz türlerinde iki uzun tentakül ve 8 ağız kolu vardır. Bu organlar emme kapsülleri (vantuz) veya tutunma çengelleri içerirler. Vantuzlar genellikle bütün kol üzerinde dağılmıştır. Fakat tentaküllerde bir kaşık şeklinde uç kısımda toplanmışlardır. Vücut yanlarında yer alan yüzgeçler esas olarak hareket esnasında dengeli duruşu sağlarlar.

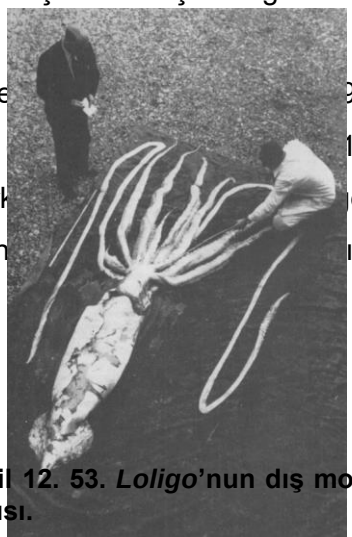


Şekil 12. 51. *Spirula* ve odacıklı kabuğu.

Mürekkep balıkları kısa ve tıkız dekapod'lardır. Nispeten büyük olan iç kabukları vücuda sertlik ve tıkızlık kazandırır. Yaklaşık 80 türleri bilinmektedir. *Sepia* ve *Spirula* türleri en çok araştırılanlardır. *Sepia* eski dünyanın subtropikal ve tropikal kuşaklarında sığ kıyı sularında yaşar. Bazı türleri 1m. boya kadar ulaşabilirler. Avrupa'da çok yaygın bulunan *Sepia officinalis*'in maksimum manto uzunluğu 40cm. kadardır. Ancak 2 tentakülü ile bu uzunluğu 50cm. daha aşar. Bu yakalama organları genellikle gözün yanlarında yer alan ceplerde tutunurlar. Ancak avlandıklarında hızlı bir şekilde dışarı uzatılırlar. Gün esnasında avlarını bulmakla meşguldürler. Hızlı yüzücü değildirler ve yan yüzgeçlerini hareket yeteneklerini arttırmak üzere dalgalandırırlar. Vertikal hareketleri iç kabuk içinde gaz ve sıvı yoğunluğunun düzenlenmesi ile sağlanır.



Şekil 12. 52. Dev mürekkep balığı *Architeuthis*.



Şekil 12. 53. *Loligo*'nun dış morfolojik yapısı.

Prof. Dr. Murat AKTAÇ

ışık saçar. Genellikle dikey yönde yüzmeyi tercih ederler. Dikey yüzerlerken arka ve ışık saçan küt tarafları yukarı gelecek şekilde pozisyon alırlar.

Diğer mürekkep balığı türleri *Sepiola* cinsine aittir. Küçük yuvarlak yaratıklardır. Kumlu zeminlerde kendi-lerini saklar ve krustase olan avlarını beklerler. *Idiosepius* cinsi türleri sadece 15mm. uzunluktadırlar. Mantolarında yer alan vantuz geçici olarak yeşil alglere tutunmalarını sağlar. Gel-git sularında yaşarlar.

Kalamarlar genelde uzun dekapod'lardır. Kabukları indirgenmiş yassı bir iç kabuk halindedir. Bütün denizlere yayılmışlardır ve su yüzeyi ile 2000m'ye kadar olan derinliklerde yaşarlar. Yaklaşık 350 türleri bilinmektedir. Boyları çok değişkendir. En küçükleri birkaç cm boyda olmakla beraber *Archileuthis* cinsi dev bir kalamar olup arka ucundan tentakül ucuna kadar olan uzunluğu 15m'dir (Şek. 12.52). Bu dekapod, omurgasızların en büyük türüdür. Balıklarla beslenir.

Loligo en yaygın olan kalamardır (Şek. 12.53). Yaklaşık 30cm. uzunluğa kadar erişebilir. Kıyı sularının dip kısımlarını tercih eder. Balıklar ve karidesler, besininin esasını oluşturur. İyi yüzücüdür. Genellikle 10-100 birey birlikte yüzer. Manto kenarı boyunca özel kapaklar ve kıkırdaklı eklentiler taşır. Bu yapıları kapattığı zaman, suyun manto boşluğundan, sadece huni yolu ile çıkışına izin verir.

Hızlı yüzen dekapod'lardan biri de *Onychotauthis*'tir. Uçan kalamar olarak adlandırılır. İnce vücudunu geniş posteriör yüzgeçleri destekler. Suyun huniden peş peşe püskürtülmesi ile havaya fırlar ve yüzgeçleri ile bir süre su yüzeyinde kayar. Bu tür davranışları predatörleri olan balıklardan kaçışlarına yardım eder.

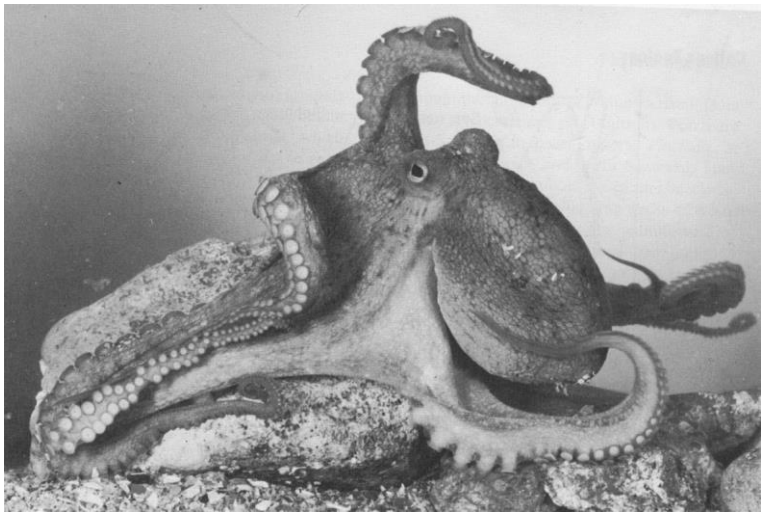
Diğer bir cins *Cranchia* olup planktonlarla beslenir, tombul yapıdadır.

Derin sularda yaşayan diğer kalamar cinsi *Chiroteuthis*'tir. Vücudu dar olup uzun kamçı benzeri tentakülü ile tuhaf ve ilginç bir görünüme sahiptir. *Histioteuthis* cinsi ise bir diğer derin deniz kalamarı olup perdeli kolları fotoforlarla donatılmıştır.

Ordo: *Octopoda*

Bu gruptaki sefalopod'lar daha çok dibe bağlı yaşam tarzına sahiptir. Okyanus zeminlerinde sürünür, su yüzeyinde gezinirler. Ahtapod'lar olarak ad-landırılan bu grupta vücut küreseldir ve yan yüzgeçler yoktur. Su, manto boşluğuna küçük ve ventral açıklıktan girer. Atasal türlerde kabuk ince bir iç plak veya çomak halindedir. Fakat genelde bu kabuk kaybolmuştur. İsminden de anlaşıldığı gibi oktopod 8 kolludur. Kolların hepsi eşit uzunluktadır. Vantuzları kitinsiz ve yumuşak olup kalamarlarda olduğu gibi sert değildir. Yaklaşık 150 oktopod türü tanımlanmıştır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 12. 54. *Octopus* (Ahtapod) – Kabuksuz Sefalopod.

En iyi bilinen cins *Octopus*'tur (Şek. 12.54). Filimlerdeki görüntüsünün aksine küçük bir hayvandır. Bazı türleri 1cm. genişliğe sahipken en büyük tür *Octopus hongkongensis*'te gövde genişliği yarım metreden azdır. Bu hayvanların çoğu sığ sularda kendileri için hazırladıkları yuvalar-da yaşarlar. Yuva bir ev görevi yapar. Avlanmak için çıkan ahtapod, evinde avını yer ve istirahat eder. Mercan kaya-lıkları, kaya yarıkları ve batık vazolar, küpler ev olarak kullanılabilecek uygun yerler-dir. *Octopus* bu tür mesken-leri kabuk ve taşlarla örter. Yuva veya ev yapımında kul-lanılan materyal belirli mesa-felerden taşınabilir. Burada-ki kabuklar genellikle avlan-dıkları krustase'leri temsil ederler ve evin yanlarına bırakılırlar.

Octopus, sosyal bir hayvan değildir ve yuvasını mümkün olabildiği kadar gizler. Hatta çiftleşme sonrası bile eşler birbirinden belli bir mesafede dururlar.

Diğer ahtapod cinsi *Argonauta*'dır. Sıcak sularda pelajik olarak yüzen türler içerir. *Argonauta* varlığını, dişinin dorsal kollar tarafından salgılanan büyük, ince dış kabuğa borçludur. Bu segonder kabuk bir çeşit kuluçka odası görevi yapar. Dişinin içine çekildiği bir oda olduğu gibi erkek birey için de oldukça küçük bir barınak oluşturur. Dişiler genellikle 30-40cm. boyda iken erkekte vücut 2cm. uzunluktadır. Hektokotyl kol iyi gelişmiştir ve erkek boyundan birkaç misli daha uzundur.

Cirrothauma, bu ordonun derin deniz diplerinde yaşayan temsilcisidir. Daha önce tanımlanan kalamar cinsi *Histiotuthis* ve tanımlanacak olan Vampyromorpha ordosu türlerinde olduğu gibi bu hayvanların kolları perdelidir. Deniz analarının yüzüşüne benzer şekilde, nabız atışı tarzında ve yavaşça yüzerler. *Cirrothauma* cinsi ise gözleri bulunmayan tek ahtapod'tur.



Şekil 12. 55. *Vampyroteuthis infernates* (Vampir ahtapot).

Ordo: *Vampyromorpha*

Bu üçüncü sefalopod ordosu, deniz diplerinde yaşayan *Vampyroteuthis infernales* türünü içerir (Şek.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

12.55). Bu tür vampir kalamar olarak adlandırılır ve dekapod'lar ile oktopod özelliklerini bir arada gösterir. 10 adet perdeli kolu vardır. Bunlardan ikisi çok incedir ve perdenin alt tarafındaki ceplerin içine çekilebilir. Tropik ve subtropik sularda 500-3000m. Derinliklerde yaşarlar.

ÖZET

1. **Bilateral simetrili, eusölomat, çoğunlukla segmentsiz omurgasızlar.**
2. **Manto epiteli tarafından salgılanan dorsal kabuklu, kambur şeklinde, kitlesel iç organlı, ventral kaslı ayaklı.**
3. **Önde radula içeren gelişmiş sindirim kanalı.**
4. **Açık kan dolaşım sistemli, manto boşluğunda solungaçlı, kompleks metanefridyumlu.**
5. **Dalga şeklinde kas kasılmasına bağlı hareket sistemli, kas ve hemosölik iskelet arasında antagonistik ilişkiye sahip.**
6. **Tipik protostom, yaşam döngülerinde trokofora ve veliger larvalı.**

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

13. FILUM : ARTHROPODA

Hayvanlar aleminin 1.000.000'dan fazla tür içeren en baskın grubudur. Yaklaşık olarak dört hayvandan üçü Arthropod'tur. Bu filum'un anahtar türleri, **Böcekler, Kabuklular** (istakoz, karides, yengeç), **Binayaklılar** (çıyan ve kırkayak), **örümcek ve keneler'**dir ve bunları oldukça yakından tanırız.

Arthropod'lar her türlü habitatta bol miktarda bulunurlar. Okyanus derinliklerinden, mutfaklarımızdaki çatlak ve yarıklara, Arktik Bölgeler'den, diğer hayvanların vücutlarına kadar hemen her yerde yaşarlar. Dolayısıyla gezegenimizin biyolojik ekonomisinin temel unsurlarını oluştururlar. Krustase'ler zooplankton ve bentozda belirgin bir şekilde yaşamakla beraber, böcekler, arahnid'ler ve myriapod'lar omurgasızlar dünyasının karada yaşayan en büyük gruplarını oluştururlar. Arthropod'ların yaşamlarını sürdürmede ve yayılmalarında bu denli başarılı olmaları büyük ölçüde 3 yapısal özelliklerinden kaynaklanmaktadır :

1. *Segmentli vücut yapısı,*
2. *Eklemli ekstremiteler,*
3. *Sert dış iskelet.*

Arthropod'lar Annelid'lerde görülen segmentli yapının sağladığı avantaja sahiptirler ve bazı araştırıcılar poliket parapodları ile arthropod'ların lateral eklentilerinin akraba olduğuna inanmaktadırlar. Dış iskeletleri sayesinde evrimsel başarının tüm basamaklarında diğer filumları geçmişlerdir. Arthropod dış iskeletleri sert, çok tabakalı vücut örtüsü olup kitin, protein ve diğer maddeler içerir. İskelet, vücudu örter ve vücuda desteklik sağlar. Vücut eklentileri hareketi sağladığı gibi hareket esnasında güçlü bir kaldıraç görevi de yaparlar. Bu eklentiler arthropod'ların geniş bir dağılım göstermelerinde ve aktif yaşam tarzlarına bağlı olarak en hareketli omurgasız grup olmalarında önemli rol oynar. Dış iskeletin gelişmesi sonucu arthropod sölomları küçülmüştür. Sölom hidrostatik organ olarak pek fonksiyonel

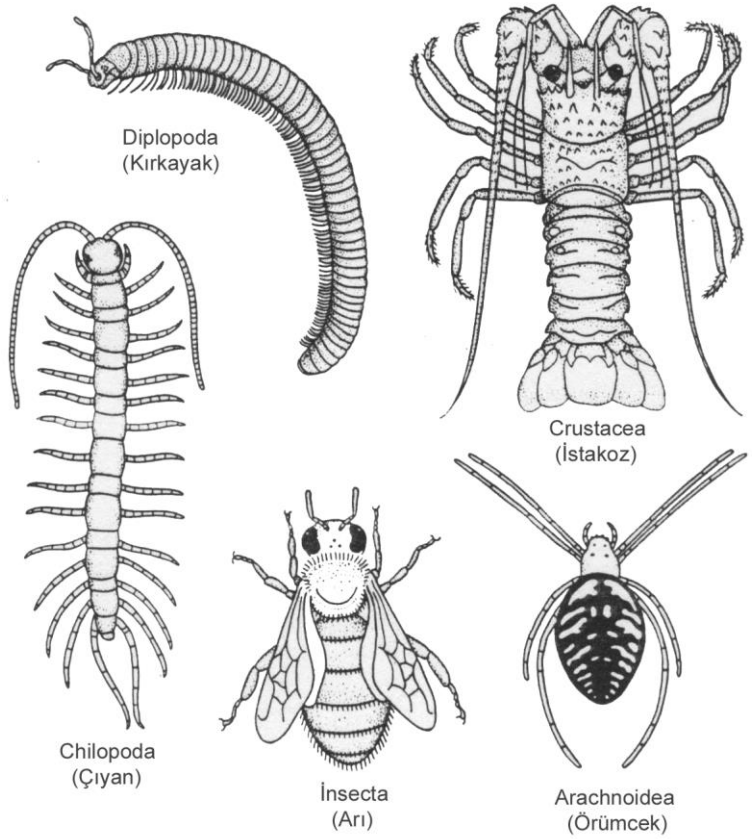
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

olmadığından çoğu arthropod'un ikinci vücut boşlukları sadece üreme ve boşaltım organlarının lümeni olarak kalır.

Genel yapısal özellikler ve yaşamsal faaliyetleri bakımından annelid'lere yakın olmakla beraber, dış iskeletin çeşitli özellikleri ve çoğu arthropod'ta segment sayısının azalması arthropod'ları annelid'lerden farklı kılan önemli özellikler olarak gösterilebilir.

Genel Morfoloji

Genelleştirilmiş bir arthropod'un vücudu, bilateral simetrili ve segmentli tüp şeklinde olup segmentlerdeki ekstremite çiftleri annelid'lerinkine oranla daha çok ventralde konumlanmıştır. Primitif olarak arthropod'lar nispeten küçük ve kurt şeklindedirler fakat günümüz temsilcileri boyca ve şekil bakımından çok çeşitlilik gösterirler (Şek. 13.1).



Şekil 13. 1. Belirli bazı Arthropod gruplarının temsilcileri (Vücut bölümleri ve ekstremiteleri).

Prof. Dr. Ahmet AKTAÇ

Keneler ve kopepod krustase'ler gibi küçük türler 1 mm'den daha kısa boyda iken örneğin yengeçlerde bacaklar açık halde iken 3 m'ye boya ulaşabilir.

Arthropod vücutları dış iskeletle desteklendiği için büyüklükleri belirgin bir şekilde sınırlanmıştır. Aksi takdirde belli bir noktadan sonra vücut dış iskeletle desteklenemeyecek hale gelirdi. Sucul arthropod'lar daha fazla büyüme potansiyeline sahiptirler. Çünkü sucul ortamın yüzdürme özelliği vardır. Büyük boyda örümcekler ve böcekler bulunmakla beraber, genelde boyları omurgalılardan küçüktür. Omurgalıların daha büyük oluşlarının nedeni, iç iskeletlerinin, böceklerin dış iskeletine oranla çok daha fazla ağırlığa desteklik sağlamasıyla açıklanabilir. O nedenle karasal arthropod'lara oranla omurgalılar karasal yaşamda dev boyutlara ulaşabilmişlerdir.

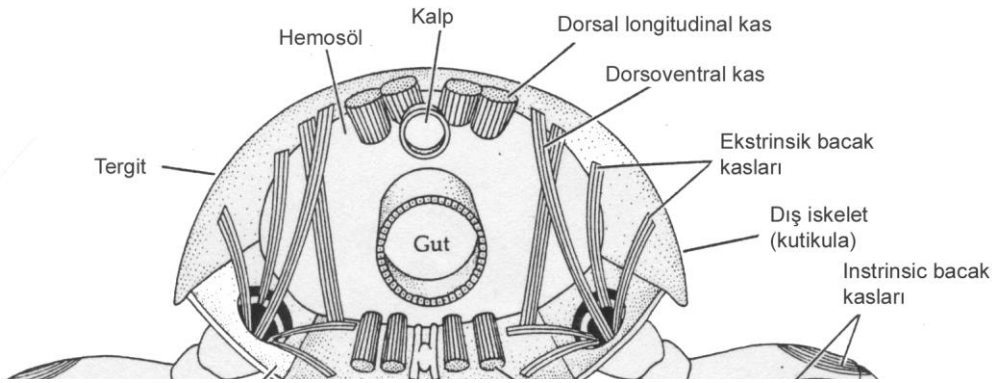
Arthropod'ların en tipik özelliklerinden biri de iyi gelişmiş bir başlarının bulunmasıdır. Baş, anteriördeki vücut segmentlerini içerir ve yine anteriörde yer alan fakat segmental yapıda olmayan **acron** bölgesi ile birleşmiş haldedir. Annelid'lerin prostomium'u ile homologdur. Bu bölgedeki eklentiler duysal özellik gösterdikleri gibi besin elde etme özelliğine de sahiptirler. Başta gözler yer alır. Çoğunda beyin iyi gelişmiştir. Vücudun orta bölgesi çok değişik sayıda segment içerir. Segmentasyon dış iskelet yanında içte dolaşım ve boşaltım sisteminde de belirgindir. Vücudun orta bölgesindeki ekstremiteler destek ve harekette görev almakla beraber solunum ve üreme amacıyla da kullanılırlar. Vücudun posteriöründe segment özelliği göstermeyen **pygidium** yer alır. Pygidium anüsü içerir.

Arthropod'larda embriyo segmentli yapıya sahip olmakla beraber birbirine komşu segmentlerin çeşitli derecelerde birleşmeleri sonucu segment sayılarında azalma görülür. Çoğu Arthropod'da bu tür birleşmeler süper segmental bir organizasyon oluşturur. Örneğin böceklerde sefalon, toraks, abdomen gibi vücut bölgeleri oluşurken, keliserat'larda prosoma, opistosoma gibi bölümler oluşur. Bu işlem **tagmatizasyon** olarak bilinir ve her vücut bölgesi de **tagmata** olarak adlandırılır. Ayrıca birbirine komşu segmentler de farklı amaçlara göre özelleşmiş olabilirler. Bu tür özelleşmeler baş segmentlerinde ve eklentilerinde görülür. Ağıza yakın bazı ekstemiteler besin aramak, bazıları besini yakalamak bazıları da besini çiğnemek üzere özelleşmişlerdir. Bazı segmentler ise tamamen kaybolabilir.

Fosil kayıtlar primitif arthropod'larda her vücut segmentindeki eklentilerin birbirine benzer olduklarını göstermektedir. Bu eklentiler esas olarak harekette kullanılırlar. Örneğin trilobit'ler gibi eski denizel arthropodlar baş ve gövdede benzer eklentilere sahipti. Arthropod evrimi belirli eklentilerin hareket dışındaki bazı

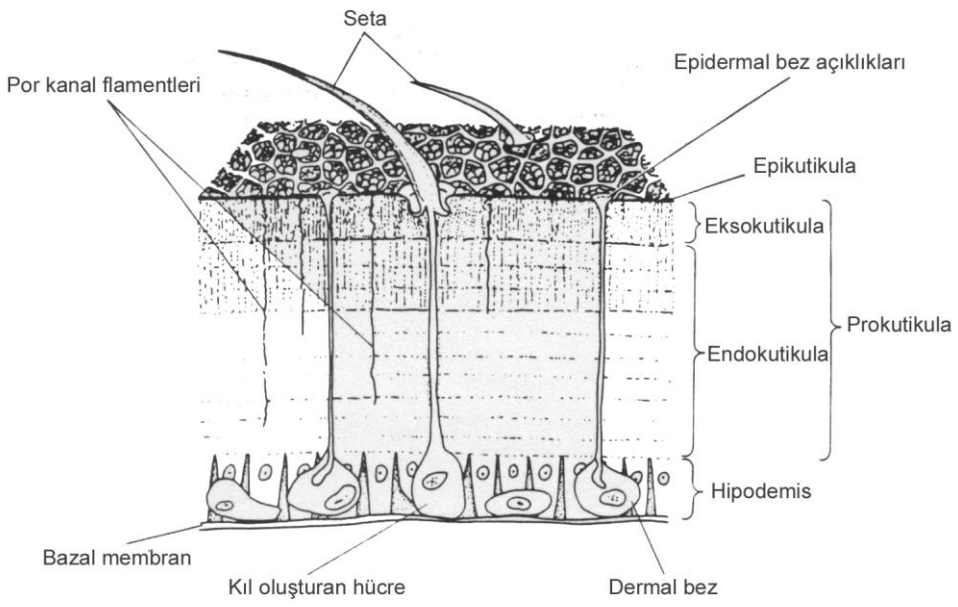
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

fonksiyonları yerine getirmek üzere özelleşmeleri ve bazı eklentilerin kaybolmasıyla tamamlanmıştır. İstakoz'un tırnakları, örümceklerin zehir dişleri (keliserler) ve



Şekil 13. 2. Genelleştirilmiş bir Arthropod segmenti (Hemosöl içindeki büyük organların konumu ve tipik vücut kaslarının düzeni gösterilmiştir).

Diğer omurgasız gruplarındaki kutikulalarda olduğu gibi arthropod kutikulası da hücresiz olup **hypodermis** tarafından salgılanır. Hypodermis tek sıralı hücre tabakası halindedir (Şek. 13.3). Kutikula birkaç tabaka içerir. En dışta **epikutikula** yer alır, incedir. Bir lipoprotein tabakası olup mum ile dolmuş haldedir. Epikutikula'nın altında **prokutikula** yer alır. Bu tabaka kalın olup dışta **eksokutikula**, içte **endokutikula**'ya ayrılır. Burada kitin ve protein birleşerek glikoprotein halinde organize olmuştur. Eksokutikuladaki glikoprotein çapraz bağlarla güçlendirilmiş ve serl **e**
(dal et
serl ı,
bu e
krus n
ara a
rağ a
açıl r.
Artl a
çeş r,
kan cı
yap

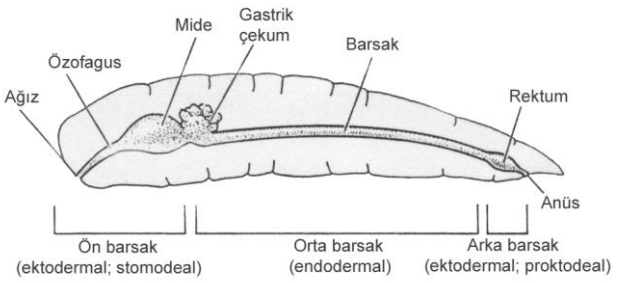


Şekil 13. 3. Arthropod integümenti (Kutikula + Hypodermis). Temel yapısal elemanlar belirtilmiştir.

Arthropod'lardaki hipodermis'te hareketli siller bulunmaz. Bu durum sert dış vücut örtüsü ve iyi gelişmiş kasları bulunan hayvanlar için doğaldır.

Beslenme ve Sindirim

Bu filuma ait hayvanlarda son derece değişik besinlerle beslenme görüldüğü gibi besin alma mekanizmaları da oldukça farklıdır. Arthropod'lar arasında herbivorlar, karnivorlar olduğu kadar, leş yiyiciler ve parazitler de oldukça iyi temsil edilirler. Bu farklı beslenmeye karşın arthropod'ların sindirim kanalı dikkate değer derecede benzerdir (Şek. 13.4). Sindirim kanalı anteriörde ventral konumlu bir ağızla başlar, pygidial bölgedeki anüse kadar uzanır. Sindirim kanalının her iki ucu da kutikula ile astarlanmıştır. Kutikula ile astarlı bu bölgeler, ön tarafta ön barsak veya **stomodeum**, arka kısımda ise arka barsak veya **proktodeum** olarak adlandırılır. Ön barsak besinin sindirilme işleminin başlatıldığı yerdir.Besin alınışına yardımcı olmak üzere ağız organlarından yararlanılır. Bölgenin arka kısmı ise esas olarak besinin sindirilmesi ve (veya) besinin depo edilmesi için özelleşmiştir. Ön barsağın temel özellikleri kuşkusuz ki besin ve beslenme tarzına bağlıdır. Orta barsak, endoderm orijinli olup besinleri sindirir ve emer (Şek. 13.4). Bez içeren duvarında yer alan derin katlanmalar çoğunda sindirim keselerini oluşturur. Kutikula astarlı arka barsak ise artık maddeleri oluşturur ve sindirilmemiş artıklardan suyu geri emer.

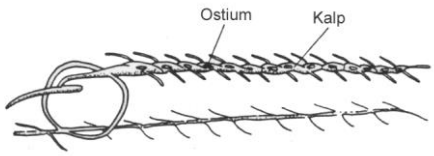


Şekil 13. 4. Arthropod sindirim kanalının temel bölümleri.

Dolaşım

Arthropod'ların iç taşıma mekanizmaları annelid'lerinkinden farklıdır. Bu farklılık Arthropod'larda sölomun hacim olarak küçülmesinden kaynaklanmaktadır. Yağ dokuları vücut duvarı ile barsak arasındaki alanın büyük bir kısmını kapsar. Bu dokular içinde **hemosöl** olarak adlandırılan birbiriyle ağ şeklinde bağlantılı yaygın boşluklar ve **sinüs'**ler vardır. Kan ile dolu bu ağ, filum'un açık kan dolaşım sisteminin bölümlerini oluşturur.

Dolaşım sisteminin esas elemanları dorsalde yer alan bir **kalp** ve kalple ilişkili



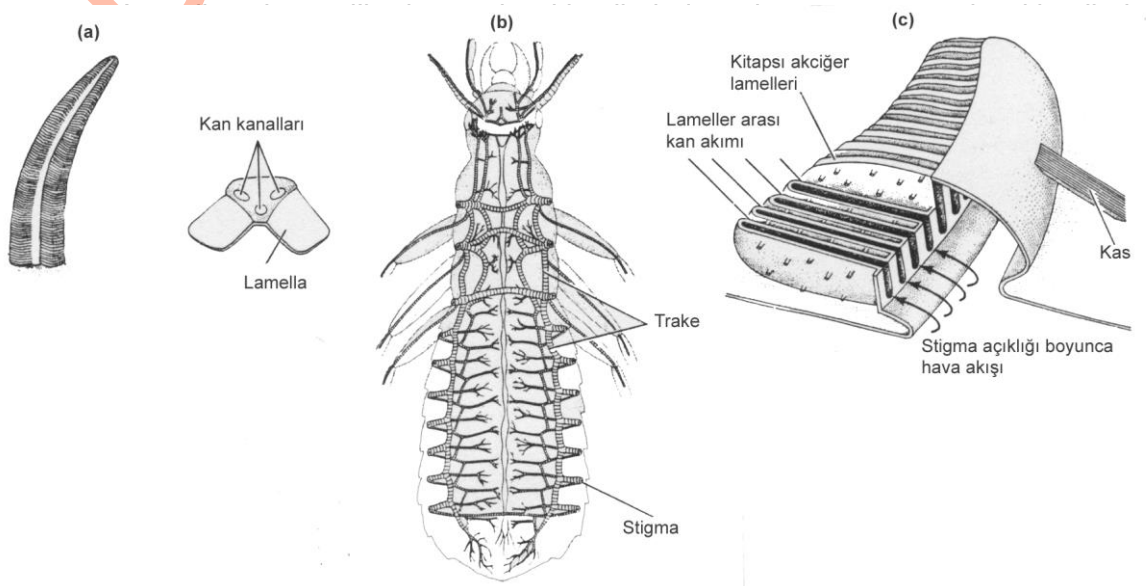
Şekil 13. 5. Genelleştirilmiş Arthropod dolaşım sisteminin temel yapısı

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

tüp'lerdir (Şek. 13.5). Arthropod kalpleri, annelid'lerdeki gibi kontraktil olan dorsal kan damarından gelişmiştir. Primitif arthropod-larda kalp, uzun ve tüp şeklindedir fakat yüksek organizasyonlularda daha tıkız pompalama organı halindedir. Ven'ler bulunmaz. **Ostium** adı verilen bir veya birkaç çift yan delik, kanı kalbe taşır. Kan ostiumlar yoluyla kalbe girdikten sonra ostium kapakları kapanır sonra kalp kaslarının kasılması ile kan arterlere doğru pompalanmaya başlar. Arter sistemi değişik düzeylerde karmaşıklık gösterir. Tek bir anterior damar halinde olabildiği gibi kanın doğrudan doğruya tüm belli başlı vücut bölgelerine girişini sağlayan dallanmış bir tüp ağı şeklinde de olabilir. Vücudun belirli yerlerinde kaslı arter duvarlarından yardımcı pompalama organları gelişir. Her arter taşıdığı kanı hemosöl'e boşaltır. Kan sinüslere doğru akar ve tüm dokular doğrudan doğruya kana gömülür. Çoğu yüksek organizasyonlu arthropod'ta kanın akış yönü rasgele olmayıp zarsı duvarlarla sınırlanmış bir yol izler. Solungaç ve akciğer gibi özelleşmiş solunum organı bulunanlarda bu organlar öncelikle kalbe dönen kana gömülürler. Arthropod'ların kanı genelde **hemolenf** olarak adlandırılır ve esas olarak doku sıvısı ile aynıdır. Çözünmüş solunum pigmentleri ve bunlar içinde en yaygın olarak mavi protein olan **hemosiyanin** bulunur. O nedenle çoğunda kanın rengi mavidir.

Solunum

Annelid'ler, gazların diffüzyonu şeklinde bir solunum mekanizması içeriyorlardı. Böyle bir mekanizma, arthropod'lar için, dış iskeletlerinin geçirgen olmaması nedeniyle pek uygun değildir. Su ve gazlar, çok ince ve mumlanmamış kutikuladan geçebilir fakat arthropod'ların çoğu daha etkin bir solunum sistemine sahiptir. Annelid'lere oranla daha aktif bir yaşam şekli göstermeleri özelleşmiş gaz alışverişi yöntemleri ile ilişkilidir.



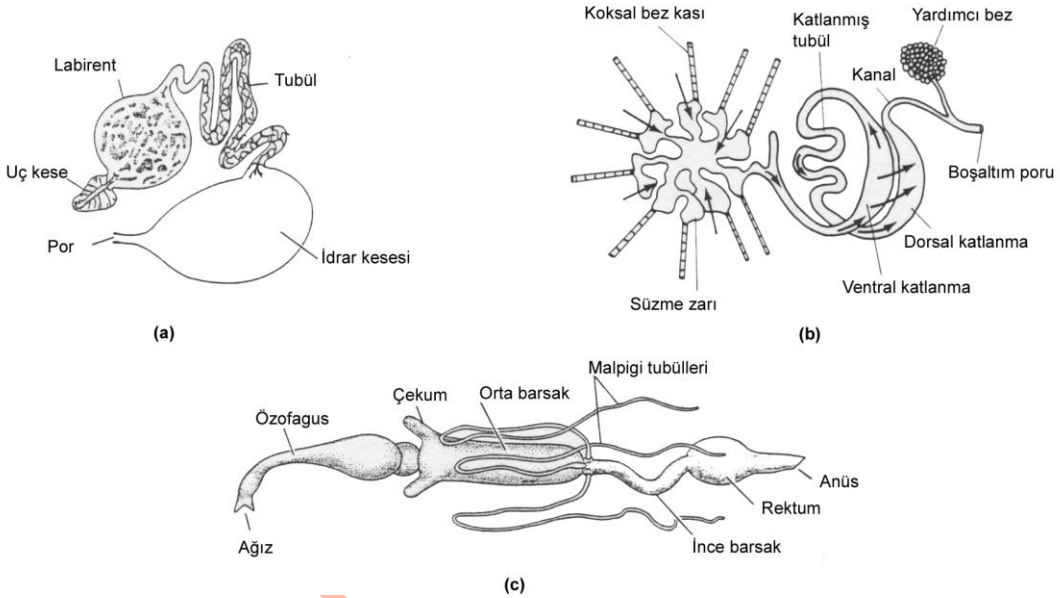
Şekil 13. 6. Arthropod'ların solunum organ yapıları a) Krustase solungaçı (yüzeyden görünüş ve enine kesit); b) Kınkanatlı'larda (Insecta) trake sistemi; c) Arahnid'lerde kitapsı akciğer.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Arthropod'ların geniş sölomları bulunmadığı için annelid'lerin nefridyumlarına benzer bir yapıları yoktur. Boşaltım ve osmoregülasyona ait yapılar her klasisin ihtiyacına göre değişkendir. En yaygın organlar **koksa bezleri, maxil bezleri, anten bezleri** ve **Malpighi tüpleri'** dir (Şek. 13.7).

Koksa bezleri (arahnid'lerde) ile maxil veya anten bezleri (krustase'lerde) ince duvarlı keseler ile bunlara bağlı tubüllerden ibarettirler. Keseler hemosölde yer alırlar. Artık maddeler bezlerin ince duvarları boyunca diffüzyon yoluyla tubüle



geçerler. Suyun geri emilimi de burada yapılır. Tuzların ve diğer organik bileşiklerin emilimi ve salgılanması da burada gerçekleşebilir. Boşaltım poru eklentilerin kaidesinde yer alır. Daima çift halde olan bezler sölomu temsil ederken, tubüller de sölom kanallarını temsil ederler. Bu yapılar nefridyumlarla karşılaştırıldıklarında, bu organların ileri düzeyde değişikliğe uğramış türevleri olarak kabul edilebilirler.

Şekil 13. 7. Arthropod'larda boşaltım organları a) Anten bezi (Istakoz-*Astacus astacus*'ta); b) Koksa bezi (Kene - *Ornithodorus moubata'*da); c) Malpigi tüpü (Orta barsak ile arka barsak arasındaki konumu).

Malpighi tubülleri, karasal arthropod'lar için karakteristik olan, katı artık maddeleri oluşturmaları ile tipiktirler. Arahnid'ler, böcekler ve myriapod'lar bu organların bir ve birden çok çiftini içerirler. Malpighi tubülleri orta barsağın proktodeumla birleşme yerinden uzanırlar. Bu ince ve genellikle kıvrıntılı olan

Prof. Dr. ... AKTAÇ

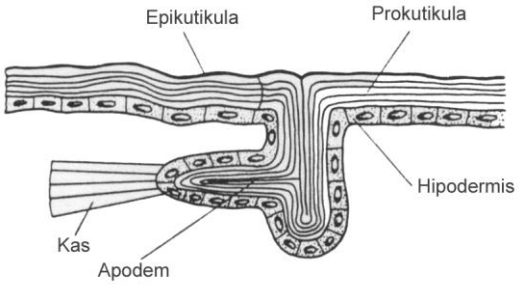
tubüller hemosölün ön tarafına doğru dallanırlar. Kanda oluşan artık maddeler bu tubüllerin ince duvarları boyunca geçerler ve suyun geri emildiği arka barsağa aktarılırlar.

Bu filumda katı artık maddeleri kontrol etmede tanımlanan bir diğer yapı **Nephrocyte'**lerdir. Bu hücreler artık maddeleri biriktirir ve bazen parçalarlar. Ayrıca krustase'ler bazı artık maddeleri solungaçları yoluyla atarken; böcekler katı artık maddeleri, atılacak olan ilk (eski) kutikulalarında depo ederler.

Aquatik krustase'lerin çoğu amonyağı basit bir şekilde atarlar. Tatlı su türleri hipotonik olan üreyi atarken solungaçları yoluyla da gerekli tuzu emerler. Arahnid'ler ise karasaldırlar ve belli başlı azotlu artıkları, kuru haldeki guanin kristalleri'dir. Karasal ortamda yaşayan böceklerin ise boşaltım maddesi ürik asittir.

İskelet ve Kas

Arthropod'lar, omurgasızlar dünyasında en aktif hayvanlardır. Arthropod'lar bacak içeren ilk omurgasız grup olmayabilirler ancak bacakların hareketli olmasıyla en ileri düzeyde avantaja sahip omurgasızlardır. Bacaklar uzunlukları boyunca kırılma, eğilme ve bükülmeye karşı direnç kazanmışlardır. Bacaklardaki nispeten küçük kasların kasılması ile dikkate değer bir hareket oluştururlar. Arthropod iskeleti, bacaklar ve tüm diğer eklentilerde uzanır. Eklem zarları da hareket için gerekli esnekliği sağlar. Eklem yerlerinde kutikula çeşitli kondiller ve soket'ler içerir. Bacaklar eklemli ve bükülebilir haldeyken yüksek organizasyonlu birçok arthropod'un vücudu eğilmez ve bükülmez haldedir. Bu durum özellikle bacak taşıyan segmentlerde vücudun, bacağın kaldırma gücü ile bükülmeden tutulmasından öte ileri doğru itildiğini ve her bacağın hareketinin tüm vücuda uygulandığını da gösterir.



Şekil 13. 8. Hypodermis ve kutikulanın, kasların eklenme yerleri olan apodemleri oluşturmak üzere içeri doğru katlanması

Arthropod kasları, dış iskeletle ilişkili olarak düzenlenmişlerdir. Annelidler'deki halka ve boyuna kas tabakaları yerine belirgin bir şekilde düzgün çizgili kas bantları vardır ve bu bantlar, iskeletin iç duvarlarındaki stratejik noktaları birbiri ile bağlantılı kılar. Genellikle prokutikula, kasların

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

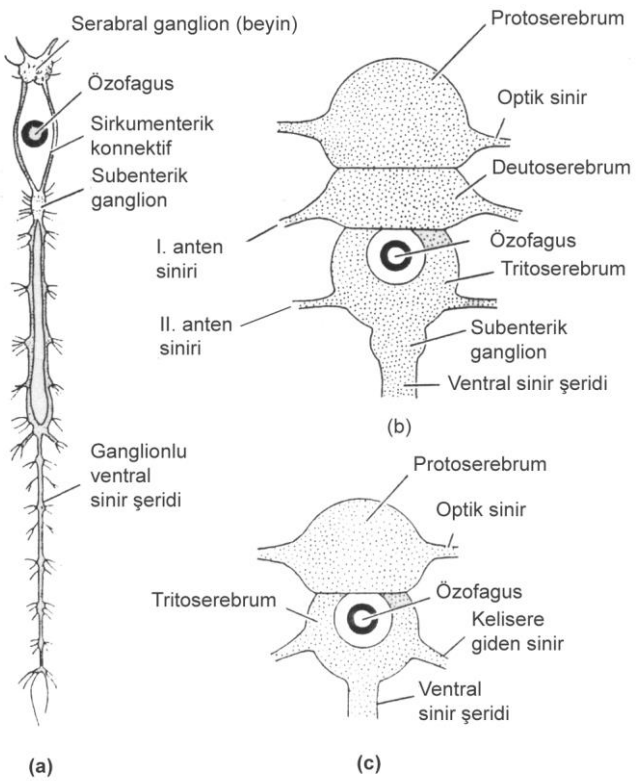
tutunacağı yerlerde içeri doğru katlanmalar yapar (Şek. 13.8). Bu özel tutunma yerleri **apodeme** olarak adlandırılır. Arthropod kasları dış iskeletin sadece bir tarafına tutunduğu için antogonistik kas çiftlerinin gelişmesi bir problemdir. Çift haldeki **extensor** ve **flexor** kasları bazı eklemleri hareket ettirmekle beraber çoğu arthropod, eklemlerini uzatmak için hemolenf basıncına bağımlı durumdadır.

Sinir

Arthropod sinir sistemi temelde annelid'lerinkine benzerdir. Ancak beynin gelişimi bakımından daha kompleks bir merkezleşme görülür.

Primitif Arthropod sistemi, dorsal anteriör sinir kütlesi, sindirim kanalı etrafında konnektifler ve her segmentte çift ganglionlu ventral sinir şeridi içerir. Bu yapı annelid'lerinkine benzerdir. Yüksek organizasyonlu arthropod'larda ganglionların ön tarafa doğru göç etmesiyle ventral sinir şeridinde birleşmeler görülür ve önemli ganlion'lar başta yoğunlaşırlar (Şek. 13.9a).

Arthropod beyni hayvanın tüm faaliyetlerini bütünleştirir. Baştaki duygu organlarının evrimi ile beynin gelişmesi arasında paralellik vardır. Beynin **protocerebrum, deutocerebrum, tritocerebrum** gibi belirli bölgeleri başa ait yapıların hareketlerini düzenler (Şek. 13.9b,c). En öndeki protoserebrum bölgesi optik sinirlerden uyartıları alır. Böylece kompleks yapıdaki gözler, arthropod'ların önemli çevresel verilerle donanmalarını sağlar. Arthropod'ların kompleks davranışlarının çoğu, protoserebrum'dan gelen uyartılar doğrultusunda gerçekleşir. Deutoserebrum veya orta beyin önemli duysal eklentileri olan antenlerden uyartıları alır. Burası aynı zamanda bütünleyici bir merkez olarak da görev yapar. Posteriördeki tritoserebrum ise ağız organları ve ön barsağı sinirlendirir.



Arthropod'larda kas lifleri, uyaranları birden fazla neurondan alırlar ve her neuron birkaç kas lifini sinirlendirir (omurgalıların bir neuron bir kas lifi sisteminden farkı). Neuron-lar birkaç tiptedirler:

a) Fazik neuronlar: Kasların çabuk kasılmasını sağlayan uyartıları

aktarırlar. Bu neuronlar hızlı hareket gerektiğinde aktif hale geçerler. Annelid ve Mollusk'lardaki benzer tarzda dev aksonlar fazik nöronlara örnek gösterilirler.

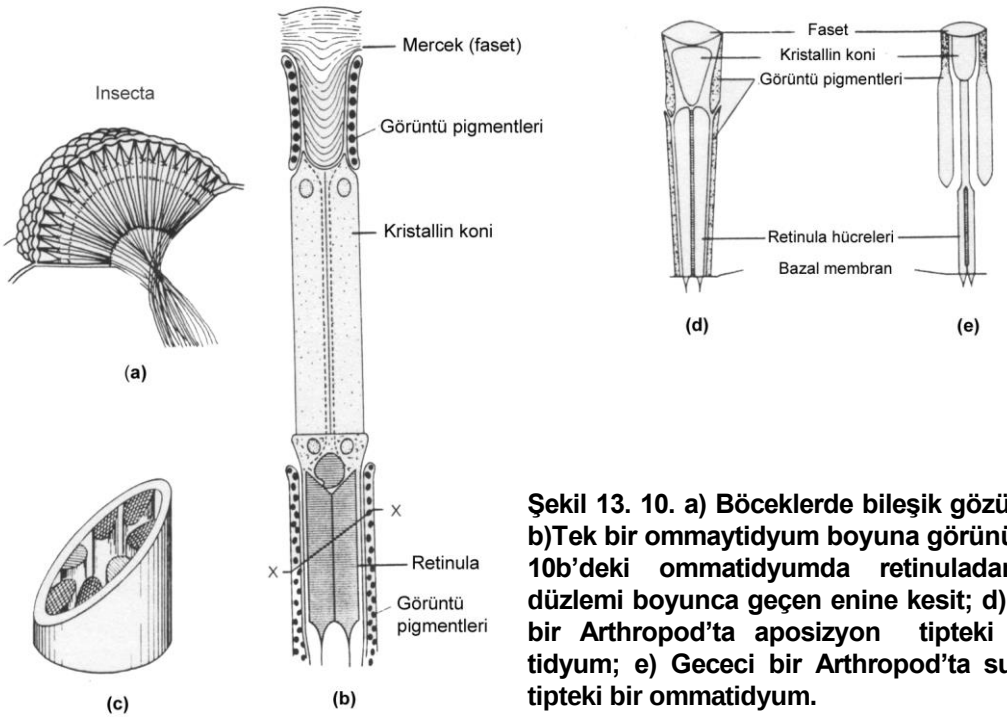
b) Tonik neuronlar: Kasların ağır ve sürekli kasılmalarını sağlarlar. Faaliyetleri hayvanın duruşunu ve yavaş hareketlerini düzenler.

c) Durdurucu neuronlar : Kasılmayı bloklaştırmak üzere kas-lara uyaranlar gönderir ve az bir motor üniteyle geniş bir cevap oluşturulabilmektedir. Alınan sinirsel uyaranın tipine göre çoğu kas lifi değişik hızda kasılabilme yeteneğine sahiptir. Bu durum omurgalıların sinir-kas sisteminden oldukça farklılık gösterir. Çünkü omurgalılarda çoğu kas lifi her bir neurona ya hep ya hiç tarzına cevap vermektedir.

Şekil 13. 9. Arthropod sinir sistemi a) Istakozda merkezi sinir sistemi (Temel Annelid yapısına benzer); b) Krustase'de beyin; c) Keliser'lilerde beyin.

Duygu Organları

Arthropod'ların bulundukları çevre hakkında bilgi edinmeleri için uyaranlara gereksinimleri vardır. Kutikulada uyaranları almak üzere özelleşmiş bölgeler vardır. Bu bölgelerde duysal hücrelerle astarlı fazla sayıda ince kanallar vardır ve bunların çoğu duysal kıl veya dikenin yüzeye ulaşmasına olanak sağlar. Bu tür duysal alanlar esas olarak dokunma ve kimyasal uyaranlarla ilgilidirler (Şek. 13.3). Bütün vücut yüzeyine yayılmışlardır ancak eklentilerin birleşme yerlerinde daha çok yoğunlaşmışlardır. Baştaki eklentiler antenlerdir ve duysal hücrelerle donatılmışlardır. Diğer kutikular duysal yapılar denge ve işitme organlarıdır. Arthropod'lar-da gözler iyi gelişmiştir. Bu filumda birkaç göz tipi görülür ve bazıları oldukça karmaşık yapıdadır. En ayrıntılısı bileşik gözlerdir (Şek. 13.10a,b). Bileşik



Şekil 13. 10. a) Böceklerde bileşik gözün bir kısmı; b)Tek bir ommaytidyum boyuna görünüşü c) Şekil 10b'deki ommatidyumda retinuladan x--------x düzlemi boyunca geçen enine kesit; d) Gündüzcül bir Arthropod'ta aposizyon tipteki bir omma-tidyum; e) Gececi bir Arthropod'ta superpsizyon tipteki bir ommatidyum.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

çevreleyen hücrelerden ibarettir. Bu hücrelerin iç kenarları merkezi odaya uzanan çok sayıda tubül şeklinde katlanmıştır (Şek. 13.10c). Bu katlanmalar ışığın algılandığı yerlerdir. Retinula uyarıldığında tek bir birim gibi cevap oluşturur. Uyaranlar, beyini uyarmak üzere aksonlar boyunca gider (her retinula hücresine bir akson olacak şekilde). Her bir ommatidium ışığın bir noktasını algılayabilme yeteneğine sahiptir.

Beyine ulaşan haber çevresel görüntüye uygun ışık modelini tanımlar. Görüntünün kaliteli olması büyük ölçüde gözdeki ommatidium'un sayısına bağlıdır. Bileşik gözler 2-3 adet ile 10.000 adet kadar ommatidium içerir. Genelde arthropod gözü çok belirgin bir görüntü oluşturamaz. Ancak hareketi algılamak üzere oldukça elverişli bir yapıdadır. Karşılarındaki objenin davranışında hafif bir değişikliğin olması halinde bu durum ommatidiumların sayıları ve konumlarına göre defalarca algılanır.

Arthropod' lar her bir ommatidiuma giren ışığı kontrol edebilirler. Bu kontrol hareket halindeki pigmentlerin sayesinde sağlanır. Ommatidium'un distal ucu özelleşmiş pigment hücreleri ile çevriliyken, retinular hücreler de pigment granülleri tarafından doldurulurlar. Işık yoğun olduğu zaman pigmentler her iki uçtan merkeze doğru göç eder. Ommatidium duvarları opaklaşır ve ışık retinulaya ancak retinulanın ait olduğu mercek yoluyla girer. Işık zayıf olduğunda ise pigmentler geri çekilirler, retinula sadece ait olduğu mercekten ışığı değil aynı zamanda komşu ommatidium' lardan gelen ışığı da algılar.

Arthropod'lar hem gündüz hem de gece aktif olabilirler. Gözleri bu yaşam modeline göre uyum sağlamıştır. Gündüz aktif olan hayvanlarda perdeleyici pigmentler iyi gelişmiştir. Kristal konileri retinula'lara yakın yerde sonlanır (Şek. 13.10d). Bu iki faktör ommatidium'ları birbirinden izole eder ve total görüntünün net algılanmasını sağlar. Bu tür gözlerde ışığın ancak %1'inden az bir miktarı komşu bir ommatidium'dan diğerine geçebilir. Gececi arthropod' larda perdeleyici pigmentler azalmıştır ve kristal koni ile retinula arasında uzun bir mesafe vardır (Şek. 13.10e) . Bu tür gözde her bir retinula, çevresindeki ommatidiumlardan da ışık alır ve gececi arthropod' ların retinulaları ışıklarının yarısı kadarını komşu ommatidiumdan alırlar.

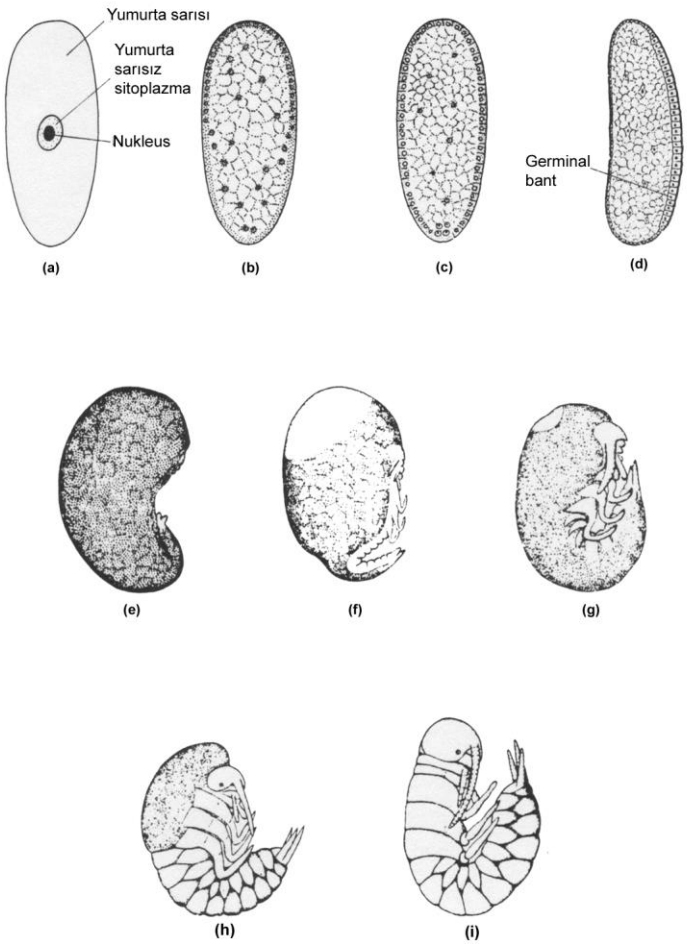
Üreme ve Gelişme

Arthropod'lar genellikle dioktürler. Gonadlar göğüs bölgesinde yer alırlar ve bir tubül sistemi ile bağlantılıdırlar. Üreme sistemi ventralde bir veya iki genital porla dışarı açılır. Bu porların etrafındaki kutikula cinsel aktivite için değişikliğe uğrayabilir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Örneğin erkek arthropod'lar penis içerebilirler. Buna ek olarak vücudun bazı eklentileri de sperm transferi ile ilgili olarak değişikliğe uğrayabilir.

Arthropod'ların gelişmesi klasik anlamda protostomia özelliği gösterir. Yumurta tipi **sentrolesital'**dir. Segmentasyonları **superfizial'**dir. Döllenmiş yumurta, yumurta sarısından ibaret bir küre halindedir. Bu kürede yumurta sarısı içermeyen sitoplazma küçük bir kitle halinde olup merkezdeki nukleusu çevreler (Şek. 13.11a). Merkezdeki nukleus mitotik bölünmelere başlar. Bölünmeler sonucu oluşan nukleuslar yumurta hücresinin periferine doğru hücre zarını oluşturacak şekilde göç ederler. Böylece embriyo ince bir hücre tabakası ile çevrili yumurta sarısından ibaret bir küreyi temsil eder (Şek. 13.11b,c). Bu safha **steroblastula'**dır. Steroblastula'nın ventral tarafı boyunca **germinal bant** oluşur (Şek. 13.11d). Bu bandın ana ekseni boyunca da gastrulasyon oluşur. Segmental farklılaşmalar başlar, büyüyen embriyo giderek bütün küreyi kapsar (Şek. 13.11e-i) .



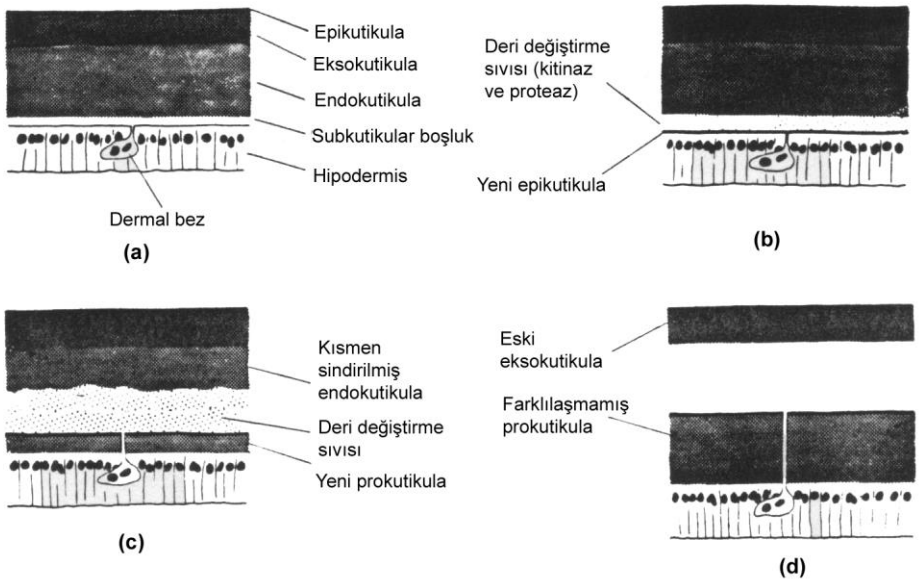
Şekil 13. 11. Arthropod'ların embriyonik gelişmesi: a) Döllenmiş bir böcek yumurtası; b) Nukleusların perifere göçü; c) Steroblastula'yı oluşturacak tek nukleuslu hücrelerin periferde oluşumu; d) Steroblastula'nın ventral tarafında blastodermden germinal band'ın oluşumu; e-i) Embriyo gelişmesindeki ardışık safhalar (seg-mental farklılaşmalar ve extremite tomurcukla-rının gelişimi).

Yumurtadan yeni çıkmış arthropod, ergine özgü özelliklerin çoğundan yoksundur. Larval safhada ve genç safhadaki arthropod erginden öylesine farklıdır ki yaşam tarzı bile değişiktir.

Arthropod dış iskeletleri büyüyemez. Dış iskelet salgılandığında ve sertleşmiş bir yapı kazan-dığında artık arthropod'un büyük-lüğü de sınırlanmıştır. Arthropod'un daha fazla büyüyebilmesi için dış iskeletin atılması gerekir. Bu işlem yani eski iskeletin atılması ve yeni bir iskelet oluşumu deri değiştirme olarak adlandırılır (Şek. 13.12).

Deri değiştirme, epidermis eski kutikuladan ayrılınca başlar. Bu esnada hücre bölünmesi devam eder ve epidermis yeni bir kutikula salgılar. Bu işlemden

sonra epidermal hücreler **chitinase** (kitinaz) ve **protease** (proteaz) enzimleri de salgılar. Bu enzimler yeni epikutikulaya doğru gider ve eski sertleşmemiş (sepilenmemiş) endokutikulayı sindirir. Sindirim maddeleri epidermal hücreler tarafından tekrar absorbe edilirler ve yeni kutikulanın oluşumunda kullanılırlar. Eski kutikulanın sindirimi ve yeni kutikulanın salgılanması aynı anda olur. Sindirim işlemi endokutikula tamamen bitene kadar devam eder. Sert haldeki sepilenmiş eksokutikula ve epikutikula sindirilmez. Yeni epikutikula sindirime karşı dayanıklıdır



ve yeni sentezlenmiş kutikulayı sindirime karşı korur.

En son ana kadar kaslar ve sinirler eski epikutikula ve eksokutikulaya tutunmuş haldedirler böylece hayvan deri değiştirme esnasında hem hareket etme hem de çevresindeki uyaranları alabilme yeteneğine sahiptir. Eski kutikula atılmadan birkaç saat önce epidermal hücreler yeni kutikulanın yüzeyine doğru su geçirmez nitelikte balmumu salgılarlar. Eski kutikulanın atılması olayı **ecdysis** adını alır. Eski kutikula daha önceden belirlenen bir çizgi boyunca yırtılır ve arthropod sürünerek bu eski kutikuladan çıkar. Her ekdisis esnasında kutikulanın tamamı (stomodeum, proktodeum, üreme ve solunum kanallarındaki astarlar da) atılır. Ekdisis'ten sonra epidermis yeni eksokutikulayı sertleştirmek üzere çeşitli kimyasallar ve enzimler salgılar. Aynı zamanda epidermis, dış iskeletin kalınlaşmasını sağlamak üzere endokutikulayı da salgılamaya devam eder.

Deri değiştirme hormonal kontrol altındadır. Bu hormonal kontrol en iyi

Şekil 13. 12. Deri değiştirme esnasında integümentte meydana gelen değişimler: a) Hypodermisin kutikuladan ayrılışı; b ve c) Kutikula ile hypodermis arasında oluşan boşluğa kitinaz ve proteaz enzimlerinin salgılanarak eski endokutikulanın yerine yeni epikutikula ve prokutikulanın salgılanışı; d) Enzim içeren deri değiştirme sıvısının reabsorbe edilişi, eski eksokutikulanın atılışı ve yeni kutikulanın salgılanışı.

Prof. Dr. M. ·TAÇ

şekilde böceklerde çalışılmıştır. Böceklerin protoraksındaki protorasik bez tarafından steroid bir hormon olan **ecdyson** salgılanır. Bu hormon doğrudan doğruya epidermal hücrelere etki eder ve deri değiştirmeyi uyarır. Protorasik bez tarafından salgılanan ekdison, böcek beynindeki özelleşmiş neurosekresyon hücreleri (hormonal salgı yapan sinir hücreleri) hormonları vasıtasıyla kontrol edilir. Bu hormonların salgılanması da çeşitli çevresel ve besinsel uyaranlar tarafından sağlanır. Diğer arthropod'ların da benzer hormonal mekanizmayı kullandıkları anlaşılmaktadır. Atnalı yengeçleri, örümcekler, krustase'ler ve böceklerde, yani tüm arthropod'da deri değiştirmenin benzer olması ve aynı steroid hormon tarafından düzenlenmesi arthropod'ların tümünün ortak bir atadan geldiğini de gösterir.

Sepileme işlemi ekdisis sonrasında devam etmediği için yeni dış iskelet yumuşak ve bükülebilir haldedir. İleri düzeyde koruma ve destek sağlayamaz o nedenle deri değiştirme sonrası periyodu arthropod için yaralanma ve zedelenme anıdır. Çoğu grup bu safhada salgı salgılar. Koruyucu bir kılıf olan **kokon**, oluşturulan en yaygın yapıdır.

Bazı arthropod'larda ekdisis yaşam boyu sürer, bazılarında ise deri değiştirme sayısı sınırlıdır. İki deri değiştirme periyodu arası **instar** olarak adlandırılır. Larval instarlar yeni vücut kısımlarını kazanmak üzere ekdisis oluşumuna yönelik metabolik süreci hızlandırırlar. Bazı gruplarda her bir sonraki instarda yeni segmentler kazanılabilir. Sabit sayıda instarı bulunan gruplarda, son deri değiştirmede eşeysel olgunluğa ulaşılır.

ÖZET

1. **Bilateral simetrili, segmentli, sert dış iskeletli eklemli ekstremiteli omurgasızlar.**
2. **Klasik anlamdaki metamerizmi kaybetmiş hayvanlar.**
3. **Başları iyi gelişmiş ; başta kompleks bileşik gözler ve ileri düzeyde gelişmiş beyin vardır.**
4. **Açık hemosölik dolaşımları ve dorsalde kalpleri olan hayvanlar.**
5. **Omurgasızlar dünyasının en hareketli ve karasal yaşamın en başarılı grubu.**
6. **Superfizial segmentasyonlu ve deri değiştirmeli büyüme özellikli.**

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Arthropod'ların Sınıflandırılması

Filum : *Arthropoda*

Altfilum: *Trilobitomorpha*

Klasis : *Trilobita* (Fosil Trilobit'ler)

Altfilum : *Chelicerata*

Klasis : *Merostomata* (Atnalı yengençleri ve fosil akrabaları)

Klasis : *Arachnida* (Örümcek,kene, akar, akrep ve akrabaları)

Klasis : *Pycnogonida* (Deniz örümcekleri)

Altfilum : *Mandibulata*

Klasis : *Crustacea* (Yengeç, Istakoz, Karides, Kopepod, vb..)

Klasis : *Chilopoda* (Çıyanlar)

Klasis : *Diplopoda* (Kırkayaklar)

Klasis : *Pauropoda*

Klasis : *Symphyla*

Klasis : *Insecta* (Böcekler)

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

SUBFILUM : *TRILOBITOMORPHA*

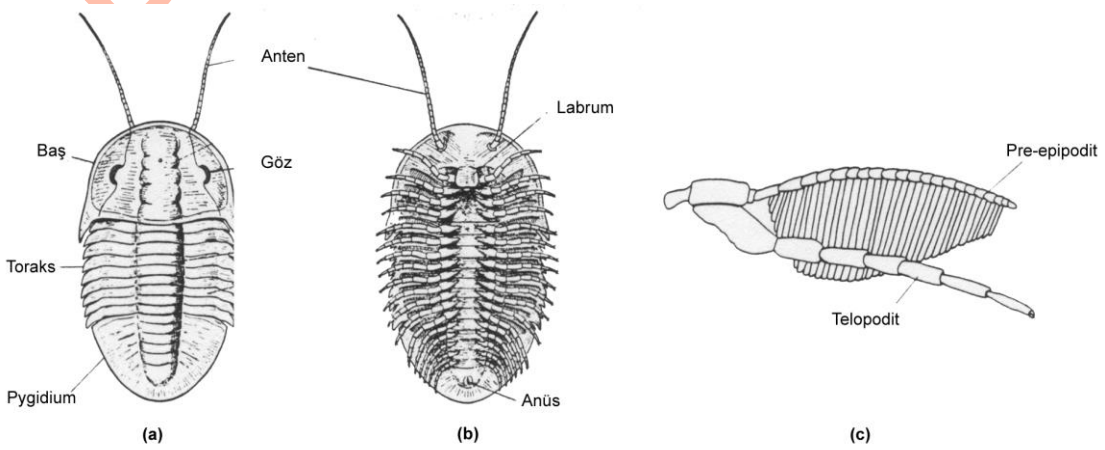
Milyonlarca yıl bu hayvanlar eski denizlerin tabanının baskın grubunu oluşturmuşlardır. Fakat paleozoik sonunda tükenmişlerdir. Bugünün öncü arthropod organizasyonunu göstermeleri ile evrimsel çalışmalar için bir temel oluşturmaktadırlar.

Yaklaşık 4000 trilobit türü tanımlanmıştır. Çoğunda sadece dorsal iskelet fosilleşmiştir. $CaCO_3$ ile güçlendirilmiş bu iskelet, hayvanın eklentiler taşıyan ventral yüzeyin ince kutikulasını desteklemek üzere bükülebilir ve yanlamasına küre haline gelebilir.

Trilobit'ler genellikle küçüktür. Çoğu 10 cm uzunluğa ulaşmaz. Bazı türler 1 mm'den küçüktür. İstisna olarak yarım metreden büyük türler de vardır.

Trilobit'ler'in vücudu anteriör cephalon (baş), thorax ve pygidium'a ayrılır (Şek. 13.13a). Vücudun dorsalinde yer alan iki oluk vücudu median ve iki yan lop olmak üzere böler. Trilobit ismi de buradan gelmektedir (üç loplu).

Baş, kaynaşmış haldeki ilk dört postoral segmenti içerir. Bu bölge oldukça serttir ve tek parça halindeki kutikular karapaks tarafından örtülür. Karapaksın yan loplarında bir çift bileşik göz bulunur. Ağız ve birkaç çift haldeki eklentiler ventralde konumlanmıştır. Ağız, **labrum** adı verilen dudak benzeri yapının arkasında yer alır (Şek. 13.13b). Duysal antenler (preoral segmette konumlanmış) labrumun yanlarından uzanırlar. Postoral bölgede yer alan dört segment, çift halde eklentiler taşır. Trilobit eklentileri **iki kollu'**durlar. İç kol (**telepodit**) yürüme bacağı halindedir. Dış kol (**preepipodit**) çeşitli sayıdaki flamentin eklendiği yerdir. Flamentler posteriöre



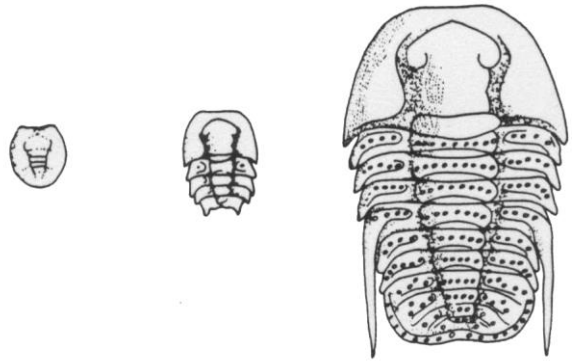
Şekil 13. 13. Genelleştirilmiş bir Trilobit. a) Dorsal'den görünüşü; b) Ventral'den görünüşü; c) Genelleştirilmiş Trilobit ekstremitesi.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

doğru uzanan solungaçlar veya besin toplamaya yarayan yapılar halindedir (Şek. 13.13c).

Toraks ve pygidium değişik sayıda benzer segmentle temsil edilir (Trilobit pygidiumu annelid'lerin ve çoğu arthropod'un segmental olmayan terminal pygidiumu ile homolog değildir). Ventralde her vücut segmenti benzer yapıda bir çift eklenti taşır, ancak bu eklentiler baştakilerden daha büyüktür. Eklentilerin boyu pygidiuma doğru gidildikçe küçülür. Vücudun bu uç bölgesinde birbiriyle birleşmiş segmentler dorsalde tek parça halinde sert bir kutikula ile örtülüdürler.

Türlerin çoğu deniz dibinde sürünerek yaşar, poliket'ler ve küçük omurgasızlarla beslenirler. Yassılaşmış vücutları ve dorsalde konumlanmış gözleri bu tür yaşam tarzı için elverişlidir. Bazı türler oyucudurlar, organik artıklarla beslenirler. Ekstremiteleri daha geniş ve yastık şeklinde olanlar ise suya daha dayanıklı olup yüzücüdürler. Bazı türleri de planktoniktir.



Şekil 13. 14. Trilobit'lerin gelişmelerinde birbirini izleyen larval safhalar.

Trilobit'lerin birbirini izleyen üç gelişme safhası (larva) vardır: **Protaspis, meraspis, holaspis** (Şek. 13.14). Bu gelişme safhaları sonunda ergine ulaşılır. Protaspis ince planktonik formdur, acron'u ve başı oluşturacak segmentleri içerir. Meraspis safhasında pygidium, anteriöründe yer alan torasik segmentlerden ayrılmaya başlar. Holaspis, son gelişme safhası olup temel olarak ergine benzer, büyümesi ve olgunlaşması ile ergin hale gelir.

SUBFILUM : *CHELICERATA*

Omurgasızlar dünyasındaki en korkunç hayvanların bazıları keliserli'ler altfilum'undadır. Yakından tanıdığımız at nalı yengeçleri, örümcekler, akrepler, kene ve akarları içeren tanımlanmış 65 bin türü vardır. Bu türlerin büyük bir kısmı zararsızdır ancak özellikle küçük çocuklar için tehlikeli olabilirler.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Vücutları anteriör **prosoma** ve posteriör **opisthosoma** olmak üzere iki kısımdan ibarettir. Prosoma, baş bölgesi ile besin almaya ve harekete yarayan eklemli ekstremitelerin bulunduğu segmentleri içeren bölgedir. Opistosoma ise bunların dışında kalan segmentleri taşır ve bu segmentlerdeki ekstremiteler son derece indirgenmiştir. Sindirim, üreme ve solunum opistosoma'nın önemli fonksiyonlarındandır.

Bu subfilumu ayrıntılı kılan ekstremiteler **chelicera** ve **pedipalp'**lerdir. Keliserler hemen ağzın önünde yer alırlar ve besin almada kullanılırlar. Pedipalpler ise ağızın arkasındadır ve çeşitli keliserli gruplarda değişik şekillerde özelleşmeler gösterirler.

Antenler yoktur. O nedenle beyinlerinde deutocerebrum bölgesi de bulunmaz. Aynı zamanda krustase'ler, böcekler, çıyan ve kırkayaklar için karakteristik olan çeneler de yoktur.

Keliserli'lerin çoğu karasal hayvanlardır. Dolayısıyla karasal çevreye başarılı şekilde uyum sağlama yönündeki arthropod evrimi bakımından ilk grubu temsil ederler.

Üç keliserli klasisi tanımlanmıştır. En primitif grup merostomata'dır (I. klasis). Aquatik bir gruptur ve çoğu türü tükenmekle beraber günümüzde atnalı yengeçlerini içerirler. Modern keliserli'lerin hemen tümü arahnida klasisine aittir. Örümcekler, akrepler, kene ve akar'lar bu gruptandır (II. klasis). Keliserlilerin üçüncü klasisi ise deniz örümceklerini içeren Pycnogonida'dır.

Klasis : *Merostomata*

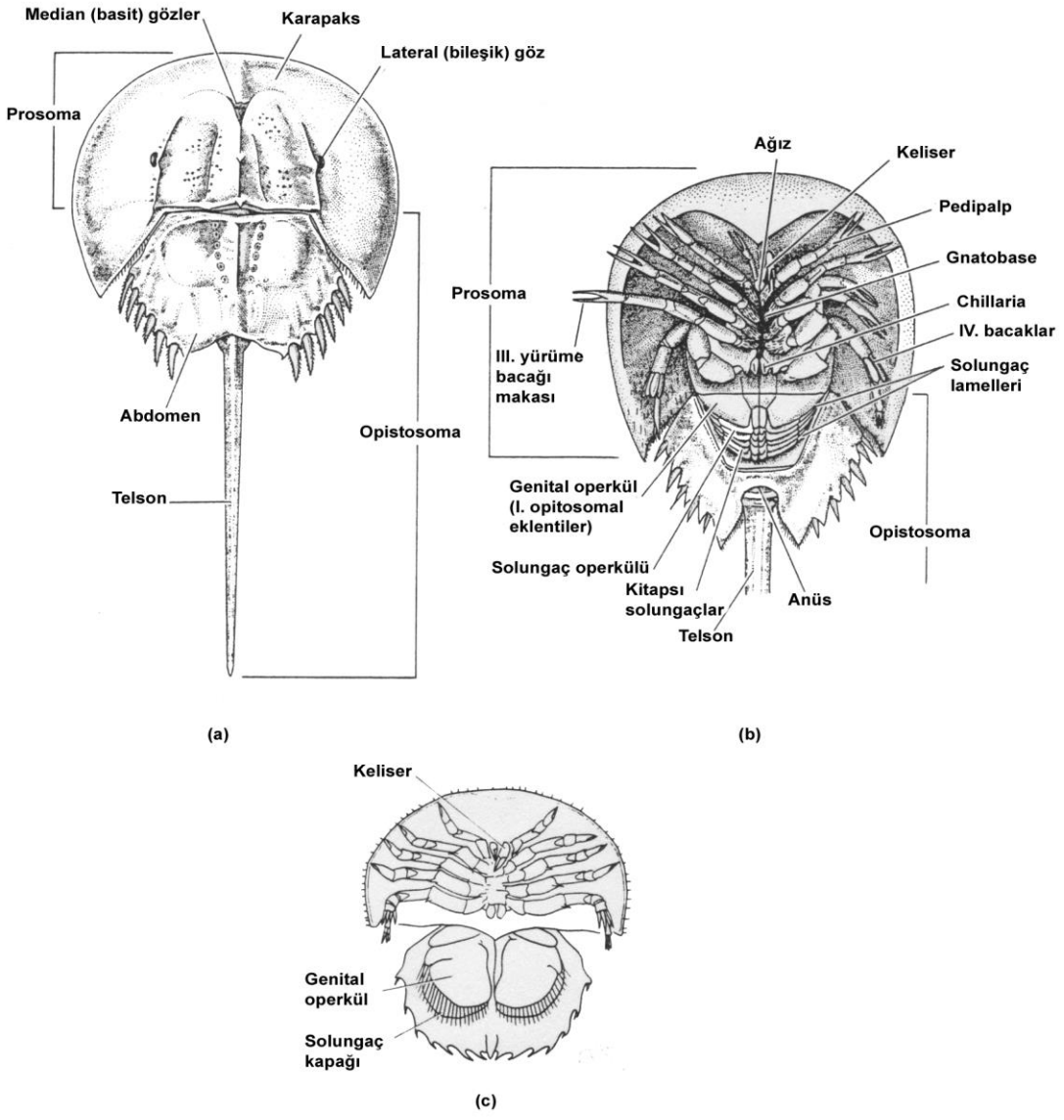
Merostomat'lar nispeten büyük ve primitif aquatik keliser'lilerdir. Opistosomal ekstremitelerinin belirli bazıları solungaçlar ile vücudun arkasından uzanan uzun kaudal spin'i (kuyruk dikeni) oluştururlar (Şek. 13.15a) . Merostomat'ların hemen tümü günümüzde tükenmiştir. İki subklasisten Xiphosura'da sadece 4 tür yaşamaktadır. Eurypterida'de ise sadece fosil türler vardır.

Subklasis : *Xiphosura*

Bu grupta günümüzde yaşayan 4 tür bilinmektedir. Merostomat'ların en büyüğü olan *Limulus polyphemus* (atnalı yengeci) (Şek. 13.15a), Doğu Amerika kıyılarında, diğer 3 tür ise Asya sularında yaşamaktadır. Fosil türleri ise ordovisien ve silur devrinde yaşamışlardır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Atnalı yengeçleri yaşayan fosiller olarak bilinmektedirler. İsimleri prosomayı örten dorsaldeki konveks karapaksın atnalına benzemesinden kaynaklanmaktadır. Bu karapaksın posteriör kenarları ise 3 yanlı bir yiv şeklindedir ve vücudun geri



Şekil 13. 15. Atnalı yengeci *Limulus polyphemus*: a) Dorsal'den görünüşü; b) Ventral'den görünüşü; c) Trilobit larvası (ventralden görünüşü).

kalan kısmı bu yapıya uygun şekil almıştır (Şek. 13.15a)

Hem karapaks hem de opistoma'nın dorsal örtüsü, bulundukları bölgedeki segmentlerin tergal levhalarını temsil etmek üzere kaynaşmış ve kalkan şeklini almıştır. Uzun kaudal spin opistosoma'nın arkasından geriye doğru uzanır. Bu spin, harekette ve uyaranlara cevap vermede kullanılır. Korunma veya saldırı silahı olarak kullanılmaz. *Limulus*, yaşayan en büyük arthropod'lardan biridir ve 60 cm boyunda olabilir.

Vücudun ventral yüzeyinde çift halde segmental eklentiler vardır (Şek. 13.15b). En öndekiler keliserlerdir. Keliserler 3 parçalıdır. Son iki parça makas şeklindedir ve **chelate** adını alırlar. 5 çift yürüme bacakları vardır. İlk dört çifti makaslıdır. Kaide segmentleri **gnathobases** adını alırlar. 5. çift yürüme bacağı makaslı değildir. Bazal segmentleri **flabellum** adı verilen solungaç temizleyici bir uzantı içerir. Bu uzantılar vücut yüzeyine yapışmış çamur ve diğer maddeleri temizlerler. Prosoma bir çift küçülmüş ekstremite ile sonlanır. **Chilaria** adını alan bu ekstremiteler dejenere olmuş gnathobaz olabilirler.

Atnalı yengeçlerinde faklılaşmış pedipalpler bulunmaz. Yürüme bacaklarının I. çifti diğer keliserlerin pedipalpleri ile homologdur ve farklılaşmamış olması primitif bir özelliktir.

Opisthosoma'daki ekstremiteler üreme ve solunuma uyum sağlamışlardır. Her çift yassılaşmıştır ve geniş membranımsı bir kapak oluşturmak üzere medianda birleşmiştir (Şek. 13.15b). En öndeki **genital operculum'** dur. Bu yapı vücudun 8. segmentindeki bir çift gonopod'u örter. Genital operkulumu izleyen 5 çift kapak ise gaz alış-verişine olanak sağlar. Bu eklentilerin her biri **kitap akciğeri** olarak adlandırılan çok sayıda lamelli katlanmalar içerir.

Atnalı yengeçleri okyanus tabanındaki poliket, küçük mollusk ve diğer yumuşak omurgasızlarla beslenirler. Keliser'ler ve diğer ekstremiteler besini gnatobaz'lara aktarırlar.

Duygu organları bir çift bileşik lateral göz ile bir median göz ve ventralde labrumun önünde kimyasal algılayıcı olan frontal organdır. Gnatobaz spinler sıvı besini algılamaya yarar. Yürüme bacaklarının distal eklentileri de kimyasal algılama merkezleridir. Keliser'lileın başka bir grubunda bileşik gözler bilinmemektedir. Ayrı eşeylidirler. Dişi kumda 1000 kadar yumurtasını gömmek üzere yuva kazar. Yumurtalar bırakıldıklarında erkek tarafından döllenmişlerdir ve kumla örtülüdürler.

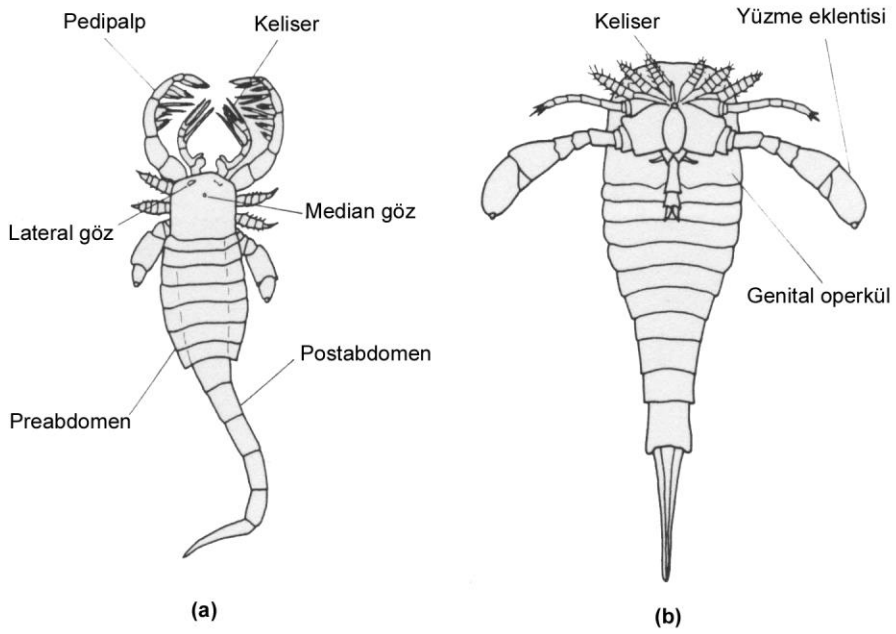
Atnalı yengeçlerinde yumurtadan **trilobite larva** çıkar. Bu larva prosoması ve başı ile ergine benzer. Ancak kaudal spini çok kısadır ve abdominal ekstremiteleri eksiktir (Şek. 13.15c). Tam ergin hale on yılda gelirler. Bütün ömürleri 20 yıl kadardır.

Subklasis : *Eurypterida*

Belki de dünyanın en büyük Arthropod'ları bu subklasise aittir. Bu merostomat'ların hepsi fosildirler ve paleozoik denizlerde yaşamışlardır. *Pterygotus* cinsine ait bir tür 3m uzunluğa ulaşabilmiştir. Bazı türler hem tatlı suda hem de

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

karada da yaşamıştır. 200 kadar türleri bilinmektedir. Modern atnalı yengeçlerine benzerler (Şek. 13.16a). Prosoma, opistosoma ve kaudal spinleri vardır. Ventral ekstremitleri de benzerdir. Ancak eurypterid karapaksı vücudun sadece ön kısmını örttüğü için daha tıkızdır. Dorsalde lateral ve median gözleri çevreler. Opistosoma iki bölgeye ayrılır. I. bölge (preabdomen) birkaç çift ekstremite taşır, II. bölge (postabdomen) ekstremitesiz birkaç segment içerir. Bazı türler de postabdomen terminal bir diken oluşturur.



Şekil 13. 16. a) Eurypterid (*Mixopterus kiaeri*)'in dorsal görünüşü; b) Eurypterid (Genus *Eurypterus*)'in ventral yüzeyi.

Eurypterid' ler sürünerek veya yüzerek yaşarlar. Ayakları iyi gelişmiştir. Bazı türlerde kitapsı akciğerler preabdominal iskeletin uzantıları tarafından korunduğu için karaya çıkabilirler. Akrep benzeri *Mixopterus kiaeri*' (Şek. 13.16a)'de olduğu gibi bazı eurypterid'lerde anteriördeki bacak çifti, yakalayıcı pedipalpler halindedir. Yüzücü türlerde 5. ve bazen 4. presomal ekstremite çifti kürek şeklinde uzamıştır. Preabdomende ekstremitelere ilave olarak genital operkulum ve kitapsı akciğerler de bulunur. Larvaları atnalı yengeçlerinkine benzer.

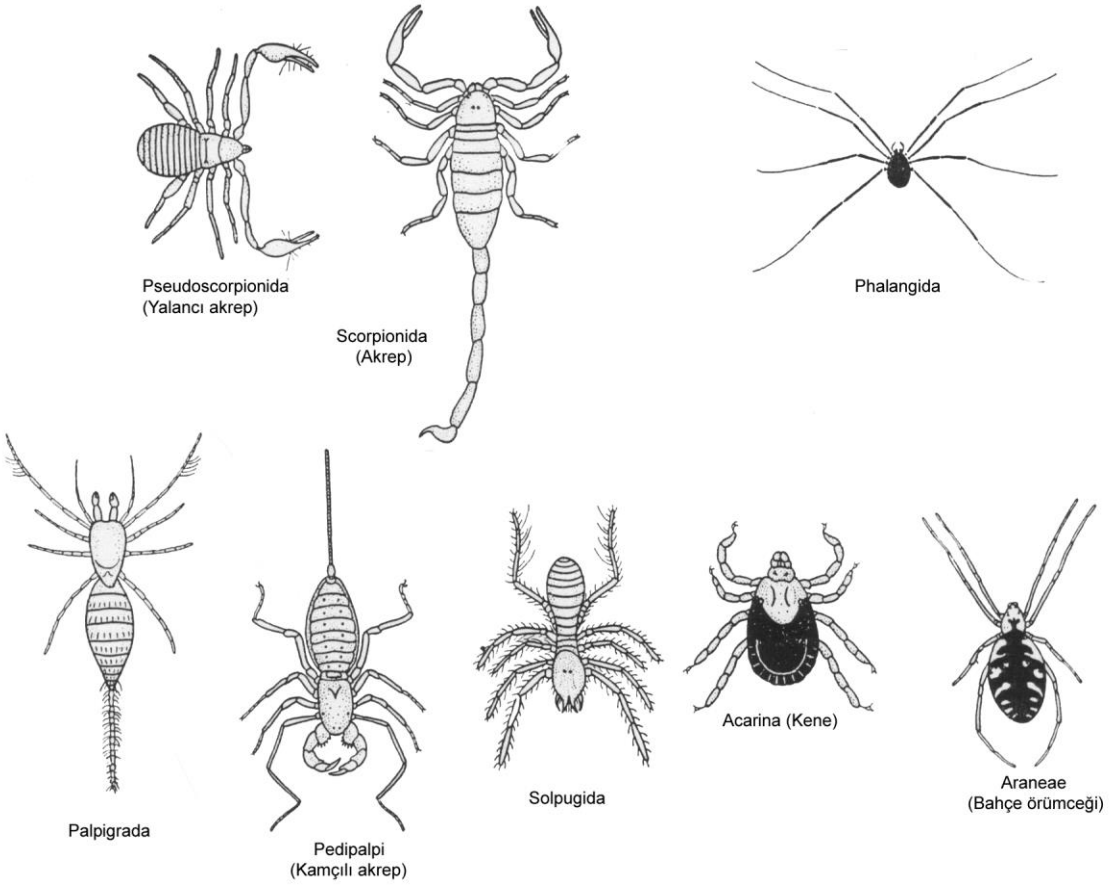
Evrimsel süreçte merostomat'ların (özellikle eurypterid'ler), keliser'lilerin en büyük klasisi olan *Arahnida*'nın doğmasını sağladıkları söylenebilir.

Klasis : *Arachnida*

Prof. Dr. N. ATAÇ

Bu sınıfta yaklaşık 60 bin örümcek, akrep, kene, akar ve yakın akrabaları yer almaktadır (Şek. 13.17). Binlerce türü de henüz tayin edilmemiştir. Bazı arahnid'lerde zehir bezi bulunduğu için bu sınıfa ait sınırlı sayıdaki tür, insan için zararlıdır.

Arahnid'ler karasal hayvanlardır. Devon devrinden beri başlayan ve devam eden karasal yaşam çevredeki öncü arthropod grupları oldukları fikrini güçlendirmektedir. Daha sonra birkaç arahnid aquatik yaşama dönmüştür. Bugün için birkaç belirgin ordo altında toplanmışlardır.



Şekil 13. 17. Tipik bazı Arahnid örnekleri

Genel Morfoloji

Arahnid vücutları prosoma ile değişken sayıdaki metamerik opistosomadan ibarettir. 7. vücut segmenti bu iki bölge arasında bir bağlantı oluşturur. Bu segment **pedicel** adını alan dar bir bel kısmına dönüşebilir. Çok primitif türlerde opistosoma, segmentli preabdomen ve postabdomen halindedir ancak bir kısmında vücudun posteriör kısmında bazı segmental birleşmeler meydana gelir. İleri organizasyonlu ordolar tamamen segmentsiz opistosomal yapı gösterirken çoğu özelleşmiş arahnid'te (keneler) vücut segmentleri tamamen kaynaşmış haldedir (Şek. 13.17).

Prosomanın dorsal yüzeyini tıkız bir karapaks örter. Sternal levhalar ve / veya ekstremitelerin yapısı vücudun geri kalan kısmının metamerizmine bağlıdır. Arahnidlerin epikutikulası balmumu ile doymuş haldedir böylece su geçirmez.

Prosomal ekstremiteler bir çift keliser, bir çift pedipalp ve dört çift yürüme bacağı halindedir. Keliser'ler doğrudan doğruya ileri yönelmiş haldedir. Farklı ordolarda değişik boyda olup besin koparma dudakları halindedirler. Küçük keliserleri bulunan arahnid'lerin genellikle büyük pedipalpleri vardır. Besini tutmaya yararlar. Pedipalpler yürüme bacakları olarak görev yapabildikleri gibi duysal ekstremiteler olarak ta görev yaparlar.

Opistosomal ekstremiteler bulunmaları halinde ya solunum yapıları veya ağ örme yapıları haline dönüşmüşlerdir.

Beslenme ve Sindirim

Tipik arahnid'ler yırtıcı karnivorlar olup küçük arthropod'larla beslenirler. Keliserler, pedipalpler veya bacaklar avı yakalamaya yarar. Ön barsakları nispeten küçük bir tüp halindedir ve sadece küçük nemli partikülleri alabilir. Arahnid'lerin diğer keliser'liler gibi gerçek çeneleri bulunmadığı için besinlerinin ağıza ulaşmadan önce mutlaka parçalanması gerekir. Arahnid'ler avlarını yakaladıktan kısa bir süre sonra hareket edemedikleri için parçalama işlemi yavaş olabilir. Avın hareketsiz hale getirilmesi ise keliserlerin zehir kanallarından geçen ve pedipalplerden salgılanan toksin maddeler vasıtasıyla olur. Av yakalandıktan sonra keliserler tarafından küçük parçalar haline getirilir.

Orta barsak enzimleri ağızdan çıktığında ve avın dokularına girdiğinde sindirim vücut dışında başlar. Bu sırada keliser ve pedipalplerde bulunan tükürük bezlerinden de tükürük salgılanmaya başlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Dolaşım sistemi

Arahnid'lerin dolaşım sistemi karakteristik arthropod özelliği gösterir. Yüksek organizasyonlu arahnid'lerde, kalpte boyca küçülme görülür ve bazı gruplarda kalp sadece bir segmentte yer alır. Kenelerde kalp genellikle bulunmaz. Kalbin küçülmesi ve yok olması sadece vücudun boyca küçülmesiyle ilişkili olmayıp özellikle yüksek organizasyonlu gruplarda etkili bir trake solunumunun evrimi ile ilişkilidir.

Solunum sistemi

Arahnid solunumu, **kitapsı akciğerler** ve / veya **trake** ile gerçekleşir. Kitapsı akciğerler karasal yaşama uyumu sağlayan kitapsı solungaçları temsil ederler. Kitapsı akciğerler opistosomanın ventral yüzeyi boyunca çift halde yer alırlar. Her biri küçük bir iç hava odacığı halinde olup **spirakulum** adı verilen dar bir yarık şeklindeki açıklıkla dışarı açılırlar. Akciğer odasının bir tarafı kutikular çubuklarla ayrı ayrı tutulan çok sayıda lamel içerir. Hava kitapsı akciğere spirakulum yoluyla girer ve gaz alış-verişi lamellerin ince duvarları boyunca gerçekleşir. Spirakulumun açılıp kapanması ve oda hacminin kaslarla kontrol edilmesi sonucu su kaybı kontrol edilir ve aynı zamanda solunum hızı da ayarlanır.

Gaz alış-verişinde kitapsı akciğerlere bağımlı olan arahnid'ler hemosiyanin içerirler. Kalplerinin ve arter sistemlerinin iyi gelişmiş olması, kanlarının solunumda rolü olduğunu gösterir.

Bazı arahnid'ler (örümceklerin çoğu) kitapsı akciğer ve trakeye sahiptir. Ancak solunumları için sadece trake de yeterlidir. Arahnid'lerde iki tip trake sistemi tanımlanmıştır. Primitif olanlar hemosölde uzanan kitin astarlı tubüller halindedir. Bu tubüller yüzeye tek spirakulumla açılırlar. Gaz alış-verişi hemolenfte yapılır. Daha modern trakelerde ise tubüller vücudun daha derinlerine inerler ve dokulara yakın sıvı dolu boşluklarda son bulurlar. Solunum gazının değişimi doğrudan doğruya dokularda olur böylece dolaşım sistemi atlanmış olur. Bu gibi ileri düzeyde trake sistemine sahip arthropod'larda kalp ve arter sistemi indirgenmiştir ve hemosiyanin de bulunmayabilir. Her trake dışarı bağımsız olarak açılabilir ancak ileri organizasyonlu arahnidler'de trakeler arası ağ yaygındır.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Boşaltım ve su regülasyonu arahnid'lerde koksa bezleri ve malpigi tubülleri ile olur. Ayrıca nefrositlerin de bu işlemi yaptıkları belirlenmiştir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Koksa bezleri, prosoma'da lateralde yer alan çift haldeki keselerdir. Sayıları 4 çift kadar olabilir. Kandaki artık maddeleri emerler, uzun ve katlı haldeki tubülden geçirerek boşaltım poruna aktarırlar. Her por çifti **koksa'**da veya prosomal ekstremitlerin bazal eklentilerinde yer alır.

Malpigi tüpleri 1-2 çift olup opistosoma'da yer alırlar. Orta barsak ile ince barsağın birleşme yerinden orijinlenirler (Şek. 13.7c). İnce duvarları ile hemosölik artıkları absorbe ederler. Bu maddeler tubül boyunca geçerek arka barsağa yani suyun geri emildiği yere bırakılırlar. Arahnid'lerin çoğunun boşaltım maddesi kristal yapıdaki guanin'dir. Oldukça kuru azotsu yapıda olan bu madde arahnid'lerin karasal yaşama uyumunu gösterir.

Kas ve İskelet

Arahnid ekstremiteleri birçok eklemden ibaret olan uzun yapılardır. Çeşitli faaliyetler için özelleşmişlerdir. Hepsinde bir çift yakalama makası vardır. Bu yapılar örümceklerde ve kenelerde keliserlerdir. Akreplerde, pseudoskorpion'larda yakın akraba gruplarında keliserler daha küçüktür. Fakat pedipalpleri daha büyüktür ve kıskaçlıdır. Hangi çift daha fazla gelişmiş olursa olsun bu ekstremiteler çeşitli faaliyetlerde örneğin av yakalama, korunma, kazma, çiftleşmede rol alma ve bazen de sperm transfer etmede önemli rol oynarlar.

Prosoma ve opistosomanın dar bir bel kısmı ile birleştiği gruplarda bu iki bölge arasında bükülebilme imkanı doğar. Bu tür bir hareket posteriördeki organların öne doğru getirilebilmesine olanak sağlar. Böylece posteriör bezler öne gelir ve salgıları olan asetik asit püskürtülerek düşman uzaklaştırılır, örümcekler de terminal ağ örücüleri ile ağ örebilme imkanına sahip olurlar.

Akreplerin pediselleri yoktur ancak uzun ve dar olan opistosomal segmentleri posteriör'de yer alan zehir dikeninin gerektiğinde öne doğru bükülebilmesine olanak sağlar. Arahnid eklemlerindeki flexor kaslar oldukça iyi gelişmiştir. Flexör kasların bulunmaması halinde son derece yüksek olan hemolenf basıncı kasılmış eklemlerin yeniden uzatılmasını sağlar.

Sinir

Sinir sistemleri bölgesel olarak dikkate değer derecede yoğunlaşmıştır. Primitif arahnid'ler (akrepler) ; supraözofageal beyin, sirkumözofageal konnektifler ve opistosomal segmentlerdeki tek ganglionları birbiriyle bağlantılı kılan ventral sinir şeridi içerirler. Beyin gözlere sinir gönderen protoserebrum ile keliserlere sinir

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

gönderen tritoserebrum içerir. Yüksek organizasyonlu arahnid'lerde ise opistosomal ganglionlar beynin yaka şeklindeki genişlemiş kısmıyla birleşmiş haldedir. Bu tür hayvanlarda bütün büyük sinirler özofageal kompleksten çıkarlar ve böylece bütünleyici bir davranış sağlarlar.

Duyu Organları

Arahnid duyu organları gözler, kompleks duysal kıllar ve yarık şeklindeki duygu organlarıdır. Arahnid gözleri bileşik gözler şeklinde değillerdir. Sayıları ve diziliş şekilleri de farklı takımlarda farklı farklıdır. Genel olarak her göz kalın kutikular kornea, mercek, hypodermal tabaka ve retina içerir. Algılama, retina hücrelerinin yoğunluğuna bağlıdır ve çoğu arahnid'te zayıf gelişmiştir. Bazı örümceklerde bununla beraber iyi algılama yapabilen gözler vardır.

Duysal kıllar özellikle eklentilerde boldurlar ve en önemli çevresel bilgiler bu kıllar sayesinde aktarılırlar. Keliserler, pedipalpler ve I. çift yürüme bacağı üzerindeki kıllar büyük dokunum organlarıdır. Bu eklentiler diğer arthropod gruplarının antenleri gibi iş görürler.

Öndeki eklentilerin uç kısmındaki bazı kıllar oyukturlar ve duysal özellikli olabilirler. Bir kısmı ise çok uzun ve incedir. **Yarık duygu organları**, dıştan bir membranla örtülü dar kutikular yarıklardır. Ses titreşimlerine cevap oluştururlar. Bu organlar tek veya paralel seriler halindedirler.

Davranış

Arahnid'ler bir ölçüde gizlenmeyi severler. Çoğu gececi olup toprak ve duvar yarıkları arasında veya yerdeki döküntüler arasında yaşarlar. Bu durum küçük boydaki çoğu arahnid'in predatör olmasına olanak sağlamıştır. Büyüklük bazen habitat seçimini etkiler. Çok küçük türler hacimlerine oranla geniş yüzeye sahip oldukları için su kaybı probleminin daha az olduğu nemli alanları işgal ederler. Bazı büyük arahnid'ler (akrepler ve tarantulalar) ise çölde yaşayabilirler.

Arahnid'lerin büyük bir kısmı zehirleme, ağ örme ve dans etme özelliği gösterir. Zehirleme ile, avlarının hareketini önlerler. Böylece sindirim ağız dışında başlatılır. Avlanma esnasında ağlarını da da kullanılabilirler. Örümceklerin çoğu, kurbanlarını yemeden önce ağla örerler. Ağ, ayrıca yakalama tuzağı oluşturmada, yuva kurmada ve harekette kullanılır. Bu grupta değişik şekillerde kur yapma dansları ve çiftleşme davranışları da vardır. Çok saldırgan ve yırtıcı bir grup oldukları için çiftleşme daima arahnid'ler için risklidir. Çünkü bu esnada, çiftleşmeden amacın erkeğin dişi tarafından yenmesinden öte, üremeye yönelik olduğu hatırlanmaz.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Arahnid'lerin tümü eşeysel yaratıklardır. Erkekte ve dişide opistosomal gonadlar bir kanal sistemiyle bağlantılı olarak 8. vücut segmentindeki genital porla ilişkidedirler.

Sperm transferinin çeşitli yöntemleri vardır. Bazıları çiftleşirler. Grupların çoğunda ise gonoporlar doğrudan birleşme için elverişli değildir. Bu fiziksel sorunu gidermede birinci yol spermatofor oluşturmalarıdır. Bu bağımsız haldeki sperm paketi, basit bir şekilde yerde depo edilir ve dişi tarafından bulunduğunda alınır. Erkek spermatoforlarının bulunması için kimyasal koku izi ve ağ izi bırakılır.

Spermatofor oluşturmayan arahnid'ler spermlerini değişik ekstremitelerle aktarırlar. Spermleri dişinin gonoporuna aktarma işleminde örümcekler pedipalplerini, bazı keneler keliserlerini veya I. çift yürüme bacaklarını kullanırlar. Döllenmiş yumurta dişi üreme kanalında gelişebilir fakat çoğu grup yumurtalarını dışarıda emniyetli bir yerde stoklarlar. Çoğu kez ağları ile bir kuluçka odacığı veya kokon oluştururlar. Kokonlarını kayalar üzerine, bitkiler üzerine bırakırlar veya anne tarafından taşınır. Doğum sonrası yavru bakımı yaygındır. Dişi yavrularına bekçilik yapar, hizmet eder ve onları ağız yoluyla besler. Bazı türlerin gençleri annelerinin sırtına yerleşirler.

Arahnid'ler, büyük bir olasılıkla karada yaşayan ilk arthropod'lardır. Karasal yaşam için gereksinim duydukları temel fizyolojik özellikleri kazanmaları ile ileri düzeyde "adaptif radyasyon" u sağlamışlardır.

Arahnid'lerin yaşayan türleri 10 ordo'da toplanmıştır :

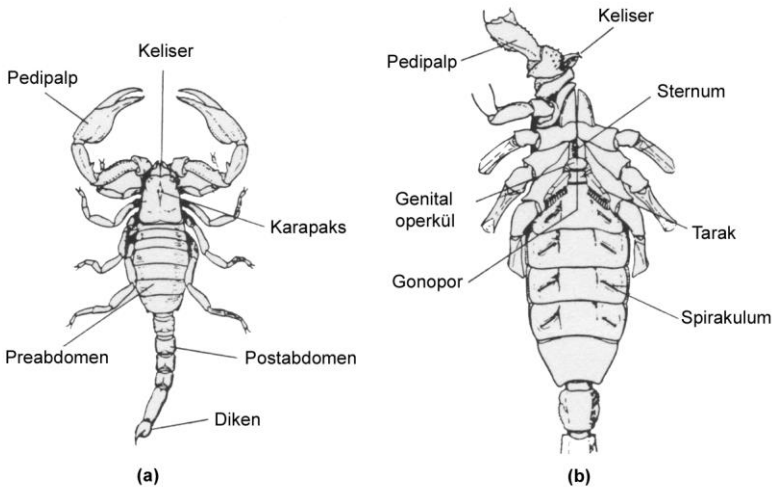
Ordo : *Scorpiones*

En primitif arahnid'ler akreplerdir ve bu atasal grubun karasal yaşamı Devon devrinde başlamıştır. İlk akreplerin sucul oldukları tahmin edilmektedir fakat karasal yaşama uyma başarısını sağlayan ilk grup olma özellikleri de vardır.

Gerek ormanlık yerlerde gerekse çöl habitatlarında, tropiklerde, subtropik ve ılıman bölgelerde tanımlanmış 800 türleri vardır. Akrepler gececi hayvanlardır. Gündüzleri taş altlarında, oyuklarda ve bitkisel materyallerin altında yaşarlar. Yaygın olmamakla birlikte binalarda da yaşarlar. Bu takımın primitif özelliği, çeşitli organ sistemlerinde metamorfizmin devam etmesidir.

Akrepler, arahnid boy standartlarına göre büyük sayılırlar. Bazı paleozoik bireyler 1m uzunluktaydı fakat günümüzde türlerin çoğu 3-9 cm uzunluktadır. Prosoma dorsalde nispeten küçük bir karapaksla örtülüdür. Ventralde de sternumla kaynaşmıştır (Şek. 13.18a,b).

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 13. 18. Akrep. a) dorsalden görünüşü (*Chostas*'ta dış morfolojik özellikler gösterilmiştir); b) ventralden görünüşü (*Pandinus*'ta dış morfolojik özellikleri gösterilmiştir).

Akrepler çok sayıda ve çift halde göze sahiptirler. Ortada bir çift büyük göz yer alırken, anteriörde karapaksın kenarında da 5 çift küçük gözleri vardır. Keliserleri küçüktür, pedipalpler büyüktür, 4 çift yürüme bacakları vardır. Vücutlarının arka kısmı preabdomen ve postabdomene ayrılır. Preabdomen 7 seg-mentten ibarettir. I. segment genital operkülleri içerir. II. Segment **pectin** (tarak şeklinde yapılar olup muhtemelen dokunum duyusu ve kimyasal duyu algılayıcılarıdır) içerir. Bu segment üzerinde aynı zamanda bir çift, yarık şeklinde ve kitapsı akciğerlere açılan stigma vardır. 3., 4. ve 5. preabdominal segmentlerde de benzer solunum yapıları (stigmalar) yer alır (Şek. 13.18b). Akreplerin postabdomenleri halka şeklinde 5 dar segment içerir. Bu segmentlerin sonunda anüs ve zehir dikeni yer alır.

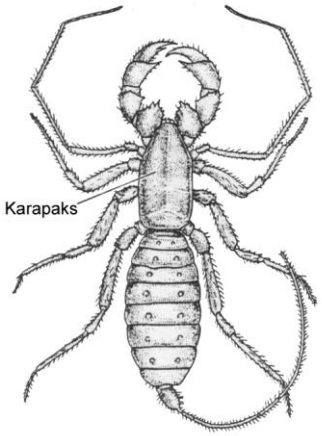
Akrepler karnivordurlar. Avlarını genelde böcekler oluşturur. Avı pedipalp tırnakları ile yakalarlar. Avlarını, büyük olması halinde, zehir dikeni ile hareketsiz hale getirirler. Keliserler avı parçalar, besin dışarda sindirime hazırlanır ve daha sonra emilir. Kaslı bir yutak, prosoma ve opistosomada bir çift çekum içerirler. Kalpleri preabdomendeki metamerizme uygun olarak 7 segmentlidir. 4 çift kitapsı akciğerleri, bir çift koksa bezleri ve 2 çift malpigi tüpleri vardır. Sinir sistemleri primitiftir. Preabdomende ventral sinir şeridi ve 7 belirgin ganglion içerir.

Akreplerin hareket sistemleri içinde en ilginç yapıları, korunmada ve avı hareketsiz hale getirmede kullandıkları zehir dikenleridir. Tipik bir şekilde zehir dikenlerini başın üzerinden öne doğru uzatarak avlarını sokar ve avın pedipalpler tarafından tutulmasını sağlarlar.

Akrep zehirleri nörotoksiktir , küçük omurgasızları öldürür veya paralize eder. İnsanlar için çoğu türün sokması arı sokması gibidir. Sahrada yaşayan *Androctonus australis* türü ise bir insanı sokarak 7 saatte ölümüne neden olur. Meksika, Arizona ve New Mexico'daki çoğu *Centruroides* türü oldukça toksiktir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Ayrı eşeylidirler, gelişme ovovivipari veya vivipari tarzındadır. Defalarca tekrarlanan kur yapma dansı çiftleşmelerini kolaylaştırır. Akrep çiftleri kur yapma esnasında yüz yüze gelirler ve bir halka oluşturacak şekilde abdomenlerini yukarı kaldırırlar. Erkek dişiyi pedipalpleri ile yakalar ve ileri-geri hareket başlar. Bu hareket birkaç saat (spermatoforların depolanması için uygun bir yer bulunana kadar) devam eder. Burada pektinlerin yer seçiminde rol oynadıkları tahmin edilmektedir. Gelişme dişi üreme kanallarında olur. Birkaç ay içinde 90 kadar yavru meydana gelir ve yavrular annelerinin sırtına çıkarlar. Burada I. deri değiştirme evresini geçirirler. Yerde defalarca devam eden deri değiştirme işlemi sonunda ergin hale gelirler.



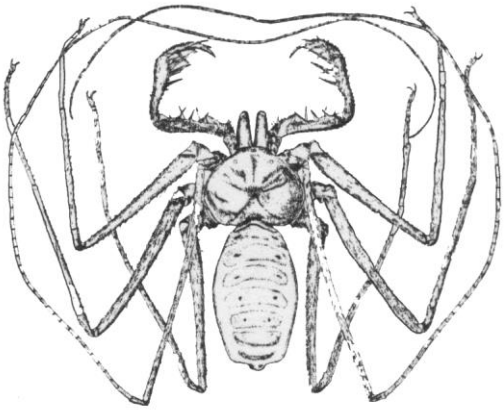
Şekil 13. 19. Kamçılı akrep (*Mastigoproctus*).

Ordo : *Uropygi*

Kamçılı akrepler olarak bilinirler. Sıcak ve nemli bölgelerden tanımlanmış 130 türleri vardır. Tamamen gececidirler. Gün esnasında toprak parçaları ve döküntüler arasında yaşarlar. Çoğu türü tünel kazar.

Prosoma tek veya iki parçalı karapaksla örtülüdür, abdomen segmentlidir ve kamçı taşır (Şek. 13.19). Terminal kamçı ışığa duyarlıdır. Boyları birkaç mm'den 7cm'ye ulaşır (*Mastigoproctus giganteus*).

Keliserleri küçük pedipalpleri büyüktür. 4 çift bacakları vardır. I. bacak çifti anten şeklindedir ve duysal ekstremite olarak görev yapar. Diğer bacaklar harekette kullanılırlar. Küçük böceklerle beslenirler. Anüslerine bir çift anal bez açılır. Bu bezlerin yoğun asetik asit salgısı düşmana karşı püskürtülür. Dolaşım sistemleri iyi gelişmiştir ve iki çift kitapsı akciğerlerle ilişkilidir. Boşaltım organları koksa bezleri ve malpigi tüpleridir. Birleşme spermatofor transferi şeklinde olur. Kur yapma bir gün sürebilir. Dans eden erkek tarafından depo edilen sperm paketleri, bir manevra ile dişinin gonoporu üzerine doğru getirilir. Bu durum akreplerinkine benzerdir. Ayrıca erkek keliserleri spermatoforu doğrudan doğruya dişi üreme organ açıklığına bırakabilir. Dişi emniyetli bir yere 40 kadar yumurta bırakır. Bazıları yumurtalarını kazdıkları tünelde



Şekil 13. 20. Amblipigi *(Charinus milloti)*.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

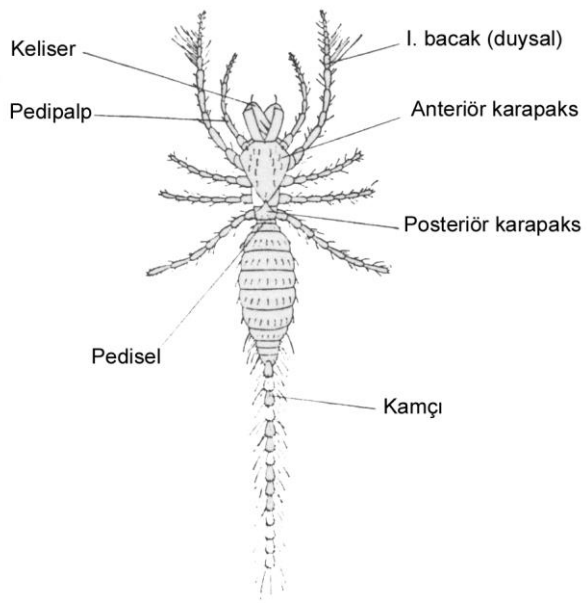
oluşturdukları kuluçka odacıklarında saklarlar. Anne yumurtadan çıkan yavrularla kalır. Yavru birkaç instar dönemini annesinin sırtında geçirir. Yavrular annenin sırtından indikten sonra dişi ölür.

Ordo : *Amblypygi*

Boyları, davranış şekilleri ve dağılımları bakımından üropiygitlere benzerler. Daha önceleri bu iki grup *Pedipalpi* adı altında toplanmışlardı. Amplipiygitler kamçısız akrepler ve kamçılı örümcekler olarak bilinirler . Bu gruptan 60 tür tanımlanmıştır. Yassılaşmış merkezi bir vücut şekilleri ve kamçı taşımamaları ile tanınırlar (Şek. 13.20). Anal bezleri de yoktur. I. bacak çiftleri son derece uzundur ve kamçı şeklindedir aynı zamanda dokunma duyusu organı halindedir. Pedipalpleri uzun ve dikenlidir. Böcekleri avlar ve keliserlere aktarırlar. İç organizasyonları bakımından kısmen örümceklere benzerler. İki çift kitapsı akciğerleri vardır. Koksa bezleri ve malpigi tüpleri boşaltım görevi yapar. Kur yapma dansları duysal bacakların zarif bir şekilde karşılıklı teması ile olur. Sperm transferi akreplerdeki gibidir. Yumurtalar zarımsı bir kese içinde dişi vücudunun abdomeni üzerine bırakılır. Üreme bezlerinin özel salgısı olan bu kese yumurtadan çıkan yavruyu da barındırır. II. instar safha dişinin sırtında geçirilir. III. instar safha da annenin sırtından ve arka tarafından dikkatlice inilir. İnerken eğer yavrulardan biri annenin önüne ve yanına düşerse anne tarafından yenir.

Ordo : *Palpigradi*

Bu ince arahnid'ler hakkında çok az şey bilinmektedir. Sıcak, nemli ortamlarda toprak döküntüleri arasında ve mağaralarda 50 kadar türü tanımlanmıştır. Cüceleşmiş uropygit'leri temsil ederler. 3 mm'den daha büyük bireyleri yoktur. Vücutları iki parçalı prosoma, bir bel kısmı (pedisel) ve uzun terminal kamçılı opistosoma'dan ibarettir (Şek. 13.21). Bir çift öne doğru uzamış güçlü keliser, pedipalp ve 4 çift yürüme bacağı içerir-ler. I. bacak çifti duysal özellikli olduğu için pedipalpleri hareket ekstremiteleri halindedir. Gözleri yoktur. Duysal kılları (Trichobothria) vardır.



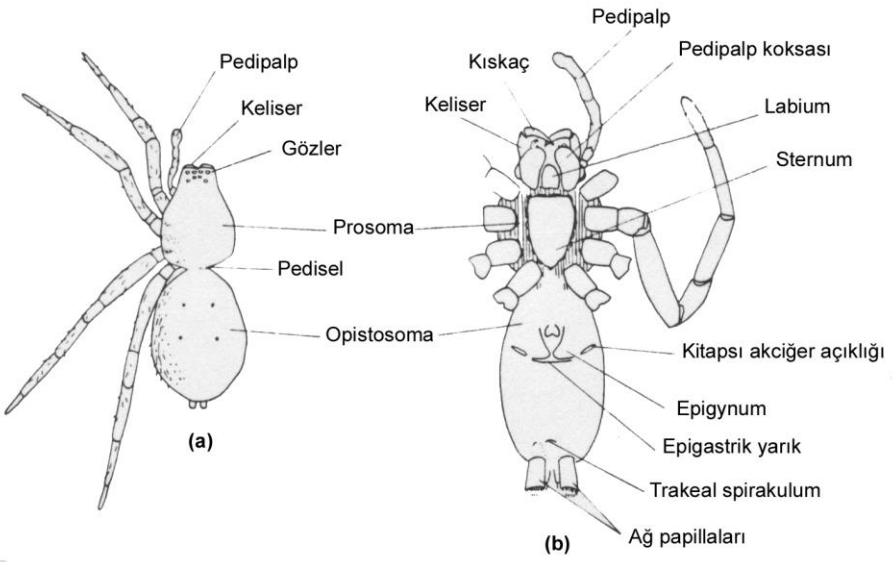
Bazı türlerde kitapsı akciğerler vardır. Ancak solunum ve boşaltım

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

organları bulunmaz. Kutikulalarının çok ince olması nedeniyle solunumda diffüzyon olayı önemli rol oynar. Malpigi tüpleri yoktur, bir çift koksa bezleri bulunabilir. Üreme sistemleri tanımlan-mamıştır. Ancak bazı türlerin erkek populasyonları çok sınırlı.

Ordo : *Araneae*

Arahnid'lerin en yaygın grubu olan örümcekler bu ordodandır. Bu grupta 35.000'in üzerinde tür tanımlanmıştır ve hemen her ay yeni bir tür tanımlanmaktadır. Antarktika hariç her kıtada yaşarlar ve tüm karasal habitatlarda bulunurlar. Ilıman kuşak ormanlarında, çölde, çayırda, mağaralarda, tatlısu ve deniz kenarlarında yaşarlar. Bir türü (*Argyroneta aquatica*) Avrupa ve Asya'da tatlısuda yaşar. Geniş alanlara yayılmakla kalmayıp bir dekarlık çayırlık alanı 2 milyondan fazla bireyle kuşatabilirler. Örümceklerin farklı habitatlarda başarılı bir şekilde yayılmalarında rol oynayan çeşitli faktörler vardır. Zehirleri avlarını yakalamada ve korunmalarında önemli bir rol oynar. Bazı avcı türler çok hareketlidirler ve belirgin gözleri vardır. Bazıları titreşim algılama özelliğine sahiptirler. Bu denli başarılı olmalarında kuşkusuz ki ördükleri ağı doğrudan doğruya kullanmaları rol oynamaktadır.



Skleroprotein

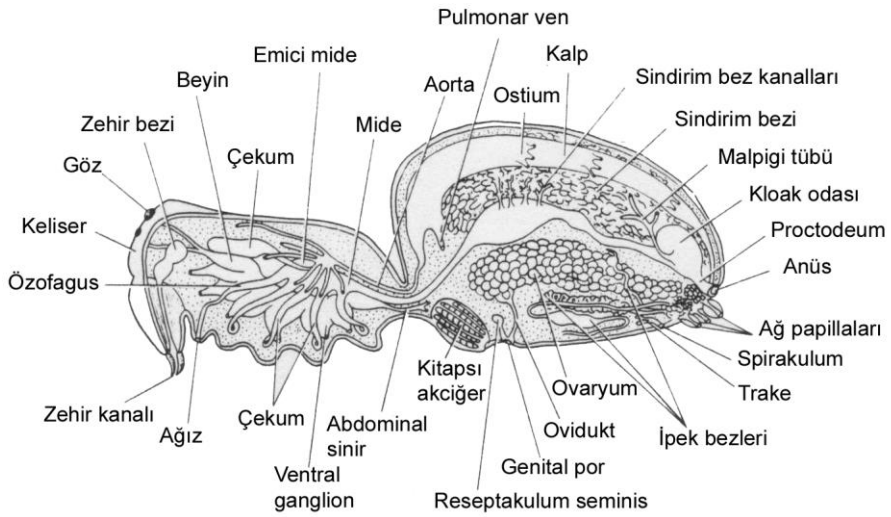
Şekil 13. 22. Örümceğin dış morfolojisi: a) Dorsal'den görünüşü (sağdaki ekstremiteler gösterilmemiştir); b) Ventral'den görünüşü (ekstremitelerin çoğu gösterilmemiştir).

Prof. Dr. Vihat AKTAÇ

bileşimindeki ağ, örümcek yaşamında birçok yönden önemlidir. Bu gruptaki türler eşeysel birleşmelerin çeşitli davranış modellerini gösterirler. Bu durum da kuşkusuz ki birleşmeyi büyük ölçüde destekler.

Vücutları prosoma, pedisel ve opistosoma kısımlarını içerir (Şek. 13.22a,b). Boyları 0.5 mm'den 10 cm (örn. *Tarantula*)'ye kadar ulaşabilir. Ekstremitelerini yanlara doğru açtıklarında çok daha büyük olurlar. Prosomaları dorsalde karapaksla örtülüdür. Anteriör'de sekiz kadar göz içerebilirler. Ventralde sternumları kaynaşmıştır. Çok primitif formlarda opistosoma segmentsizdir.

Prosoma eklentileri keliserler, pedipalpler ve dört çift yürüme bacaklarıdır. Keliserler kısa ve küttür. Distalde zehir dişi şeklindedirler. Buraya zehir bezi kanalı açılır (Şek. 13.23). Pedipalpler, bacak şeklinde olup, duysal özelliklidirler (Şek. 13.22b). Erkekte aynı zamanda indirekt sperm transferi için gonopod görevi de yaparlar. Yürüme bacakları kıskaçlı ve daima kıllıdır. Opistosoma ekstremitesizdir. Ancak embriyonal eklenti tomurcuklarından 1-2 çift kitapsı akciğer ve terminal ağ örme cihazı gelişebilir. Ağ örme cihazı ağ bezi açıklıkları içerir (Şek. 13.23).



Şekil 13. 23. Örümcek iç organları (Longitudinal kesit).

Prof. Dr. Cemal AKTAÇ

Genellikle bu açıklıklar üç çifttir. 6 farklı tipte, çeşitli kalınlıkta ve yapışabilme özelliğinde ağ bezi içerebilirler. Ağ iplikleri başlangıçta oldukça elastiktir. Fakat gerildikleri zaman proteinleri sertleşir. Ağın nasıl kesildiği bilinmemektedir. Ancak ağız salgısı olan enzimler de bilinmektedir.

Vücudun sekizinci segmenti üzerinde, opistosoma'nın ventral yüzeyini enine olarak kat eden ve epigastric oluk olarak adlandırılan bir yapı yer alır (Şek. 13.22b). Bu yatay oluk üreme ve solunum porlarıyla ilişkilidir.

Arahnid'lerin çoğu gibi örümcekler de karnivordurlar. Besinlerinin büyük kısmını böcekler oluşturur. Ancak büyük türler avlarını keliser ve pedipalpleri ile yakalarlar. Bir kısmı ise avlarını ağ tuzakları ile yakalar. Ön barsakları pompalama özelliği olan bir yutak ile kaslı yapıdaki emici mideyi içerir (Şek. 13.23). Mide duvarları çok sayıda çekuma açılır. Sindirim bezleri de opistosomanın büyük bir kısmını doldurur. Midenin arka kısmı kloak odacığı şeklinde genişler ve kısa bir proktodeumla anüse açılır.

Primitif örümcekler opistosomada yer alan iki çift kitapsı akciğer içerirler. Anteriördeki birinci çift, epigastrik oluğun her iki ucundan spirakulumlara açılır (Şek. 13.22b). İkinci çift ise çoğunda yerini trakeye bırakmıştır. Spirakulumları posteriör'e göç etmiştir ve ağ cihazının hemen yanında tek açıklık halinde kaynaşmışlardır. Bazı örümceklerde her iki kitapsı akciğer de yerini trakeye bırakmıştır. Bu durum çoğu küçük türde ve aquatik *Argyroneta*'da görülür. Çünkü bunlar hava solunumu yaparlar. Kitapsı akciğerleri olanlarda güçlü bir kalp ve iyi gelişmiş antenler vardır. Trake solunumu yapanlarda ise kalp ve damarlar indirgenmiştir.

Boşaltım, prosomadaki nefrositler, koksa bezleri, mide duvarı ve malpigi tubülleri ile yapılır. Primitif örümceklerde iki çift koksa bezi vardır. Yüksek organizasyonlularda koksa bezlerinin bir veya iki çifti de indirgenmiş veya yokolmuştur. Ağ bezleri ile zehir bezlerinin koksa bezinden oluştuğunu gösteren bazı kanıtlar vardır. Malpigi tüpleri artık maddeleri kloak odacığına boşaltırlar. Malpigi tüplerinin duvarları aynı zamanda guanin ve diğer azotlu asitleri sindirim kanalının aşağı kısımlarına salgılarlar.

Merkezi sinir sistemi özofagus etrafında toplanmıştır (Şek. 13.23). Supra-özofageal olan beyin protoserebrum ve deutoserebrum kısımlarını içerir. Tüm prosoma ve opistosoma ganglionları ise subözofageal sinir kitlesi ile kaynaşmıştır. Duygu organları; dorsal gözler, dokunum ve kimyasal duyarlı kıllar, trikhobothria'lar ve yarık şeklindeki yapılardır. Sekiz adede kadar ulaşabilen gözlerin, karapaksın anteriöründe konumlanma şekilleri taksonomik öneme sahiptir. Kurt örümcekleri gibi

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

avcı türlerde iki göz sırası vardır. Her sırada dört göz yer alır. Örümceklerde görüntü oluşturma (şekil canlandırma) minimum düzeydedir. Retinaları yoğun şekilde paketlenmiş değildir. Sıçrayıcı örümceklerde ise gözler çok büyüktür ve resimleri çözümleme yeteneğine sahiptirler. İyi görme yeteneğine sahip oldukları, yaptıkları kur danslarının karmaşıklığından anlaşılmaktadır. Ağ ören örümceklerde çevreye uyum bakımından vibrasyon çok önemlidir. Ayaklarının eklem yerlerinde paralel seriler halinde **lyriform organ'**lar olarak adlandırılan yarık şeklindeki duygu organları vardır. Trikobotria tarafından titreşim algılandığında örümcek avın varlığını hisseder. Pedipalplerin uç kısımlarında oyuk şeklinde setalar vardır. Bu setalar avı, eşleri ve yavruları tanımada önemlidirler.

Örümceklerin çoğunda zehir neurotoksiktir ve zehirleri ile avlarını çabucak etkisiz hale getirirler. Zehirleri insanlar için pek tehlikeli değildir. Çünkü çoğu tür, keliserleri ile insan derisini delemez, delse bile zehiri etkili değildir. *Lotrodectus* cinsi türlerinin ise insan için tehlikeli zehirleri vardır. Zehirleri çok acı verir, öldürücü değildir ancak solunumu güçleştirir. Kuzey Amerika'daki *Tarantula*'lar genel inanışın tersine zehirli değildirler. Ancak ele alındıklarında abdomenlerindeki diken şeklindeki keskin kılları ele batabilir. Birkaç Güney Amerika ve Avustralya türü küçük omurgalıları avlayabilirler.

Ağ örme bu grubun en önemli özelliğidir. Örümcek ağları omurgasızlar dünyasındaki en güçlü doğal liflerdir. Örümcek yürüdükçe kuru ağ iplikleri oluştururlar. Ağın yapışıcı özelliği olduğu için, avın ağlara yakalanması çok kolaydır. Bazıları avlarını hareketsiz hale getirene kadar etraflarında dolaşır ve ağ örer. Çoğu örümcek yuvalarını ağları ile sınırlar. Toprakta açılır kapanır kapısı olan yuvaya sahip örümcekler ağla döşeli yuvada gizlenirler. Avın ağ iplikleri üzerinde yürümesi kapıdan anlaşılır ve örümcek böylece avının üzerine atlar. Bu tür titreşimleri algılama yöntemi ile karmaşık tuzaklar oluştururlar. Çayır örümcekleri olan *Agelenopsis* ve *Agelena* türleri yeraltında oluşturdukları yuvalarını konik ağlarla örerler. Bu örümcekler tünelin ortasına yerleşirler ve tuzağa yakalanan böcekleri avlarlar.

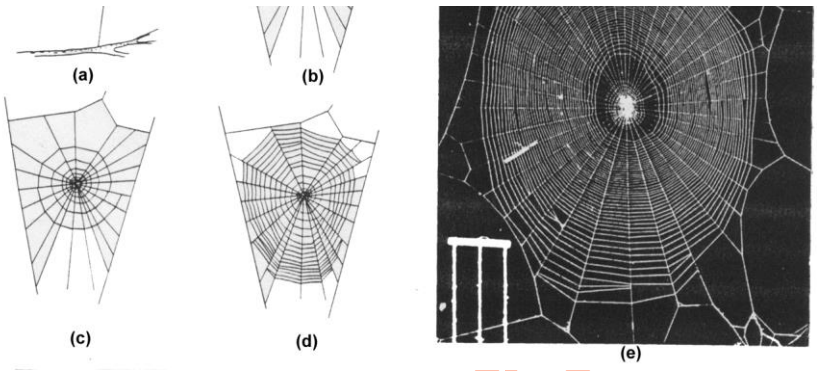
Uçan böcekleri yakalamak üzere de ağlar oluştururlar. Basit ve düzensiz ağlar *Dictyna* cinsi tarafından oluşturulur. Bu cinsin türleri, ağlarını taşların ve bitki gövdelerinin üzerine gelişigüzel bir şekilde örmelerine rağmen yine de avlarını yakalama başarısını gösterirler. *Theridion* cinsi türleri ise sıkı bir şekilde ördükleri ağı yapışıcı damlalarla sıvarlar. Ağ üstünde uçmaya çalışan veya koşan böcek, ağ ipliklerinin kopmasına ve sonuçta yuvanın merkezine yuvarlanmasına neden olur. Böcek çırpındıkca, etrafını yapışıcı ağları ile tekrar sıkıca örerler. Bazıları tek bir

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

yatay ağ ipliği oluşturur ve bu ağdan sarkarak uç kısımları serbest olan ve bir damla yapışkan madde içeren ilave iplikler oluştururlar. En karmaşık ağlar küresel ağlardır (Şek. 13.24). Küresel ağlar, iki sabit yüzey arasında yatay bir iplik örme ile başlar. İkinci bir iplik, birincisinin sağından köşe oluşturacak şekilde örülür ve sonra Y



Şekil 13. 24. a-d) Örümceklerde küresel ağ örme aşamaları; e) Küresel ağ örücü *Araneus diadematus*'ta tamamlanmış ağ.



şeklinde bir çerçeve yapılır. İlave ağlar bu çerçeveyi sınırlayıp destekleyebilir. Bu genel model içinde ilave ışınsal çerçeveleri oluştururlar. Bu ışınsal çerçeveler arasındaki boşluklar ayaklar tarafından ayarlanır. Bu ışınsal çerçeveler tamamlandığında, örümcek ağın merkezinden dışına doğru kuru olan ağdan geçici olarak bir spiral ağ örer. Daha sonra örümcek ördüğü bu spiral ağın üzerinden tekrar geçerek bu ağı yapışıcı ağla değiştirir. Peşpeşe gelen enine ağlar arasındaki mesafe avlanacak böceğin boyuna göre düzenlenir. Böcek istemeyerek ağa düştüğünde bir titreşim oluşturur, bu titreşim örümceğin lyriform organları ve trikobotria tarafından algılanır. Yakalanan böcek keliserler tarafından zehirlenmeden önce ilave ağlarla da sarılabilir. Spiral şeklindeki ağ ipliklerinin yapışma özellikleri zayıfladığında eski iplikler örümcek tarafından yenir ve yenileri oluşturulur. Örümceklerin çoğu ağlarının tamamını ve bir kısmını her gün veya her gece yeniden örerler. Bu tür ağ ören örümceklerin gözleri iyi gelişmemiştir. Bu eksiklik dokunum duyu organları ile giderilmiştir. Ağ örücü örümcekler avcı örümceklerle karşılaştırıldıklarında daha kısa ekstremitelere sahip oldukları görülür. Yürüme bacaklarındaki ilave tırnaklar ağ üzerinde serbestçe dolaşmalarını sağlar. Ancak kendi yapışıcı ağlarına nasıl yapışmadıkları bilinmemektedir.

Üreme sistemi

Prof. Dr. M. Nuri AK - AÇ

Örümceklerde erkek üreme sisteminde bir çift tubüler testis, ortak bir üreme kanalı ve sekizinci vücut segmentinde yer alan gonoporlar vardır. Dişilerde iki ovaryum vardır. Yumurtalar olgunlaştığında ovaryumlar abdomenin büyük bir kısmını doldurur. Birleşmiş oviduktlar genital atrium yoluyla epigastrik oluğun ortasında yer alan genital por (gonopor)'a açılırlar. Primitif örümceklerde dişi atriumunun yanlarından reseptakulum seminisler ayrılır. Modern türlerin çoğunda ise bu sperm depolarına açılan döllenme açıklıkları vardır. Bu açıklıklar epigastrik oluğun önünde epigynum adı verilen bir levha üzerinde yer alır. İndirekt sperm transferi erkek pedipalpleri tarafından yapılır. Bu ekstremitenin sondan bir önceki segmentleri, spermleri almak üzere değişikliğe uğramışlardır ve spermleri dişinin genital açıklığına enjekte ederler. Tipik olarak erkek örümcek küçük bir ağ örer ve bu ağın üzerine spermlerini bırakır. Pedipalpleri ile sperm kitlesini bu ağın üzerinden alır ve eşini aramaya başlar.

Örümceklerin erkekleri daima dişilerinden küçüktürler. Ancak bacakları daha uzundur ve dişiyi bulmak üzere kimyasal duyu algılayıcıları içerirler. Ağ izleri eşini arayan örümcek için önemli bir rehberdir. Çünkü örümcekler kendi türlerine ait ağ ipliklerini tanırlar. Ağ örmeyen türler ise eşlerini gelişmiş gözleri yardımı ile bulurlar. Örümcekler aynı zamanda eşlerini bulmada feromonları da kullanırlar.

Araneid'ler çok saldırgan karnivor hayvanlar oldukları için küçük olan erkekler dişiye çok ihtiyatlı yaklaşmak zorundadırlar. Birleşmeden önce kur dansları yaparak birleşme için uygun ortam hazırlarlar. Sıçrayıcı örümcekler eşlerini cezbetmek üzere belirgin şekilde bantlı olan abdomenlerini sallarlar. Ağ ören dişi örümceklerin ağları erkek tarafından kopartılarak dişiye birleşme arzusunda olup olmadığına dair mesaj gönderilir. Bazı erkekler ağlarına yakalanmış bir böceği dişilerine hediye ederler. Eğer hediye kabul edilirse bu böcek dişi tarafından yenir ve çiftleşme gerçekleşir. Bazı örümceklerin kur dansları çok saldırgandır ve eşlerden biri diğerini çiftleşmek üzere ağ ile sarmalayabilir. Birkaç türde çiftleşme süresince dişi erkeğini ısırabilir. Bazıları ise eğer birleşme esnasında bir kesinti söz konusu olursa dişilerini yerler. Kurt örümceklerinin erkekleri dişilerini havaya atarak onları keliserleri ile yakalarlar.

Çiftleşmeden sonra dişi örümcek bir ağ tabakası oluşturur. Döllenmiş yumurtalar bu tabaka üzerine bırakıldıktan sonra etrafları ilave ağlarla örülür. Örme işlemi tamamlanınca koruyucu bir kokon oluşturulmuş olur. Daha sonra örümcek kokonunu ya ağdan oluşturduğu yuvasına götürür ya kokonu bir taşa, bir bitkiye tutundurur veya beraberinde taşır. Genç bireyler daima iyi korunur. Çoğu genç

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

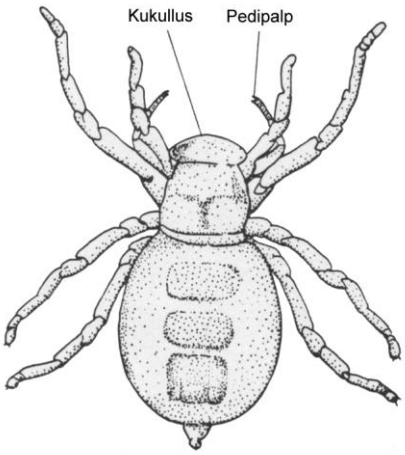
örümcek kokondan çıktığında 2. instar safhasındadır. Bir süre annesiyle kalıp besinini paylaşabilir.

Gezintileri esnasında balon gibi uçma yaygın bir yöntemdir. Genç örümcek bir bitkinin veya kayanın uç kısmına tırmanır ve rüzgara doğru uzun bir ağ ipliği fırlatır. Eğer rüzgar yeterli ise örümcek uzaklara kadar sürüklenir. Bu yolla çok uzak mesafelere gidebilir. Bazıları yüzlerce mil uzaktaki gemilere ulaşabilirler.

Örümcekler yaşamları boyunca çok sayıda deri değiştirirler. Büyük olanlar daha çok deri değiştirir. Bazı türlerde bu sayı 15' e kadar ulaşır. Dişinin ise erkeğe oranla daha fazla instarı vardır. Bazı örümcekler sadece bir defa ürerler ve sonra ölürler. Bazı tarantula'lar laboratuvar koşullarında 25 yıl yaşatılabilirler.

Ordo : *Ricinulei*

Risinulid' ler küçük, sert kütikulalı olup karanlıkta ve nemli yerlerde yaşarlar. Mağaralar en uygun yaşam yerleridir. Şimdiye kadar bu gruptan 25 kadar tür tanımlanmıştır. Hiçbir bireyi 1 cm uzunluğa ulaşamamıştır. Diagnostik özellik olarak; ağız ve keliserlerin üzerine inen anteriör konumlu kukuleta benzeri bir yapı (**cucullus**) içeren kalın eksoiskeletleri gösterilebilir (Şek. 13.25). Keliserler küçük ve koparıcı özelliktedir, pedipalpler bacaklara benzerler. Opistosoma posteriördeki segmentlerin redüksüyonu sonucu kısadır.



Şekil 13. 25. Genç bir Risinuleid (*Ricinoides feae*)'in dorsal'den görünüşü.

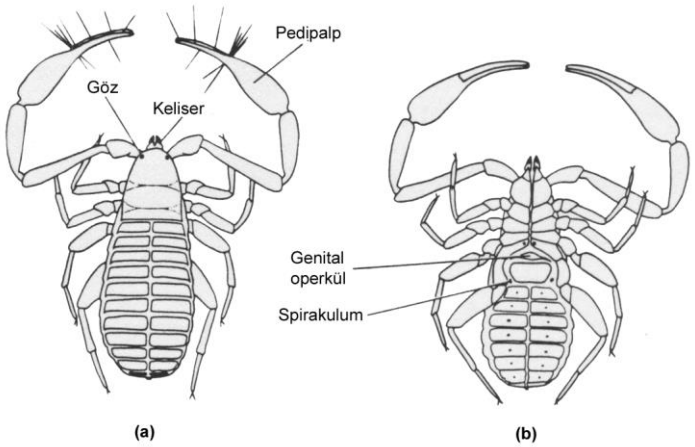
Avlarını termitler ve böcek larvaları oluşturur. Basit bir trake, solunumda gaz alış verişini sağlarken, bir çift malpigi tubülü ve bir çift koksa bezi boşaltım organı olarak görev yapar. Tüm ganglionları beyinle kaynaşmıştır. Duyu organları birkaç kıl ile sınırlanmıştır.

Çifleşme dansları kısa sürelidir. Erkek, 3. bacaklarından birisi ile spermlerini dişiye aktarır. Yumurtadan çıkıştan önce yumurtalar dişi kukullu-sunun altına taşınabilir. Gençleri zamanlarının büyük bir kısmını, yer altında geçirirler. Deri değiştirmede yer altında gerçekleştirilir.

Ordo : *Pseudoscorpiones*

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

İsimlerinden de anlaşılacağı üzere ilk bakışta akreplere benzerler. Yaklaşık 2000 türleri bilinmektedir. Nemli yerlerde, bitki kırıntıları arasında yaşarlar. Pseudoskorpionlar yakalayıcı pedipalpleri ile akreplere benzerler (Şek. 13.26). Opistosomaları segmentli olmasına rağmen basit ve yassılaşmıştır. Posteriörü yuvarlaklaşmış ve diken içermez. Aynı zamanda akreplere oranla daha küçüktürler. Boyları ender olarak 1 cm'yi aşar, çoğunlukla 0.5 cm boyundadırlar.



Şekil 13. 26. Pseudoskorpionid'in eksternal morfolojisi (*Chelifer cancroides* - erkek): a) dorsal'den görünüşü; b) ventral'den görünüşü.

Ekstremitelerinin ve organ sistemlerinin kompleks yapıda olması nedeniyle organizasyon düzeyleri yük-sek olan bir grupturlar. Keli-serleri iki eklemli parmak şeklindedir. Parmakların distal ucu boynuzsu yapıdadır ve ağ bezleri buraya açılır. Ağ bezleri prosomada yer alır ve örümcek keliserlerindeki zehir bezi ile homologtur. Bu yapıların kenarları tarak şeklinde olup, kendilerine çeki düzen vermede kullanılırlar. Büyük ve ürkütücü olan pedipalplerin distal eklemleri zehir bezleri içerir. Küçük böcekler ve arahnid'lerden oluşan avları pedipalplerle yakalanıp zehirlenir ve keliserlere aktarılırlar. Keliserler avın eksoiskeletini parçalar ve böylece iç dokulara ulaşırlar. Önce sindirimi başlatırlar sonra da tipik arahnid tarzında emerler.

Kalpleri küçüktür, tek bir anteriör arterleri vardır. Trakeleri iyi gelişmiştir. Malpighi tüpleri yoktur. Bir çift koksa bezi ile prosomal nefrositleri vardır.

Tüm ganglionları birleşmiştir. Dokunma duyuları ve titreşim algılama duyuları çok iyi gelişmiştir. Eşeysel davranışta kimyasal algılama duyusu önemli rol oynar. Gözler bulunmaları halinde lateral ve indirektirler. Trikobothria'lar pedipalpler üzerinde yaygındır. Yarık duygu organları ve basit duysal hücreleri de vardır.

Sperm transferi daima indirektir. Spermatofor oluştururlar. İleri organizasyonlu olanlarda erkek dişiyi pedipalpleri ile yakalar ve spermatoforları üzerine doğru iter.

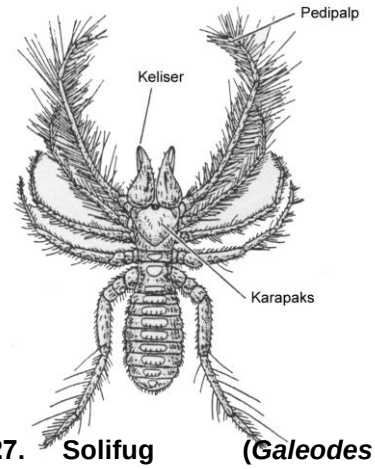
Ağ bezleri pseudoskorpion'ların gelişiminde önemli rol oynar. Döllenmiş dişi yuva materyali (bitkisel maddeler, taşlar, besin kırıntıları) 'ni ağları ile birleştirerek

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

yuva oluşturur. Yavruları gelişinceye kadar dişi yuvada kalır. Genital atriumları boyunca dişi dış kuluçka kesesi oluşturur. Embriyolar burada gelişir. Ayrıca bezlerden salgılanan süt ile yavru beslenir. Genç pseudoskorpion yumurtadan çıkana kadar 3. instar evreye ulaşır ve geçici ağ yuvalarında ardışık deri değiştirmeler gerçekleşir. Ilıman kuşaktaki türler kışı kokon içinde geçirirler.

Ordo : *Solifugae*

Solifujlarda tanımlanmmış 800 tür vardır. Bu türler tropik ve subtropiklerde bulunurlar. Hem nemli hem de kurak sahaları severler. Çoğu kez güneşte aktif oldukları için de bunlara güneş örümcekleri de denmektedir. 7 cm'ye ulaşan boyları ile büyük arahnid'ler grubuna girerler. Prosomal karapaksları iki hareketli bölge içerir (Şek. 13.27). Öndeki büyük bölge iki median göz ile oldukça iri keliserleri taşır. Her keliser, prosomanın tamamından daha uzundur ve kaidede birbiriyle pens şeklinde eklemlenen iki kısım halindedir. Diğer prosomal eklentiler uzun ve yassı pedipalpler ile 4 çift yürüme bacağı taşır. Solifuj pedipalpleri uçta yapışma özelliği olan yastık benzeri yapılar içerirler ve bu yapılar besin alınımına yardımcı olurlar. 1. çift bacakları küçüktür ve dokunmaya karşı duyarlıdır. Diğer bacak çiftleri solifujların hızlı yürüyüşünü sağlar ve böylece "rüzgar örümcekleri "olarak da adlandırılırlar. Opistomaları büyük ve segmentlidir.



Şekil 13. 27. Solifug (*Galeodes arabs*)'un dıştan görünüşü.

Çoğu arahnid'ler gibi solifujlar yırtıcı karnivordurlar. Yapışkan pedipalplerle yakalanan av keliserlere aktarılır ve burada parçalanır. Avlarını esas olarak termitler oluşturur. Büyük türler küçük kertenkeleleri de avlarlar. Orta barsakları 4 prostomal kese içerir ve örümceklerinkine benzer şekilde opistosomada yer alan çekumları vardır. Dolaşım sistemleri indirgenmiştir. Trake sistemleri iyi gelişmiştir. Prosomal ve opistosomal stigmaları mevcuttur ve vücut boyunca trakeleri dallanmıştır. Boşaltımda görevli bir çift Malpighi tüpleri ve bir çift koksa bezleri vardır.

Merkezi sinir sistemleri bir beyin ve 8. vücut segmentinde opistosomal ganglionları içerir. Büyük median gözleri vardır. Pedipalpleri ve 1. bacak çifti üzerinde yoğunlaşmış duyu kılları vardır.

Kur yapma süreleri kısadır. Sperm transferi doğrudan doğruyadır. Erkek dişiyi yakalar, 1. bacak çiftleri ile dişiye çarparak ve onu ters çevirir ve keliserleri ile genital

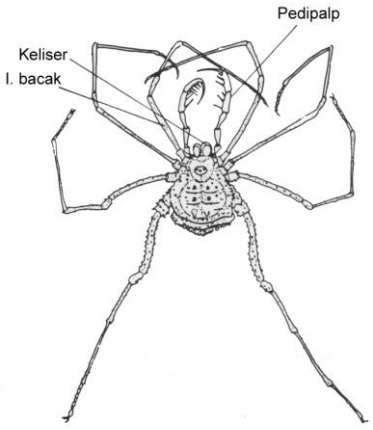
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

bölgeyi kendisiyle karşılıklı pozisyona getirir. Spermler yere bırakılabilir, daha sonra keliserlerle yerden toplanarak dişinin gonoporuna bırakılır. Amerika'da yaşayan çoğu türde ise erkek spermlerini doğrudan doğruya dişinin orifizine bırakır. Döllenmeyi takiben düzinelerle yumurta yerdeki yuvalara bırakılır. Yavrular ergin karakterleri gelişinceye kadar 1 veya daha çok instar safhasında hareketsiz kalırlar.

Ordo : *Opiliones*

Opilionid'ler uzun bacaklı örümcekler veya hasatçı örümcekler olarak tanınırlar. Yaklaşık 3200 kadar türleri tanımlanmıştır. Nemli ve organik bakımdan zengin habitatlar, özellikle orman döküntüleri yaşadıkları yerlerdir.

Opilionid'ler çoğu kez yanlışlıkla örümceklerle karıştırılırlar fakat bel kısımlarının bulunmayışı ile örümceklerden farklıdırlar. Prosoma ve opistosomalarının bütün genişlikleri boyunca birbiriyle kaynaşmış olması, oval şekilli bir vücut oluşumunu sağlar (Şek. 13.28). Mediandaki bir çift gözleri ortada dorsalde bir tüberkülü andırır. Bacakları çoğunlukla uzundur. Gövdeleri 1 cm'den daha az uzunlukta iken bacakları bu uzunluğun 3-40 katı kadardır. Bacakları sarılma yeteneğine sahip olduğu için ağaçların tepelerine ve çalılara tırmanabilirler. Keliserleri 3 eklemlidir. Son iki eklem ileriye yönelik konumdadır ve bir pens oluşturur. Kısa pedipalpleri bacak şeklindedir.



Şekil 13. 28. Opilionid (*Platybunus bucephalus*)'in anteriörden görü-nüşü.

Bazıları omnivor olmalarıyla arahnid'ler arasında istisna oluşturur. Avlarını küçük böcekler, salyangozlar, ölü organizmalar, meyveler ve bitkiler oluşturur. Besin pedipaplerle keliserlere götürülür ve burada parçalanır. Sindirim ağızdan önce başlar.

Kalpleri ve arter sistemleri indirgenmiştir. Trake sistemleri iyi gelişmiştir ve bacaklarda da segonder olarak spirakulum içerirler. Duyu organları olarak gözlerden başka dokunum kılları ve yarık duygu organları vardır.

Opilionid'ler **repugnatorial bezler** (fena koku salgılayan bezler)' i ve taklit yetenekleri ile kendilerini düşmanlarından korurlar. Repugnatorial bezler pedipalplerin kaidesinde yer alır. Ekşimsi salgılarını düşmana doğru püskürtürler veya damlalar halinde, bacakları ile tutarak düşmanlarına fırlatırlar. Bacakların uzun olması da doğal korumayı sağlar. Ayrıca tehlike anında bacaklarını kendilerine doğru çekerek birkaç dakika ölü numarası yaparlar.

Prof. Dr. A. Ninat AKTAÇ

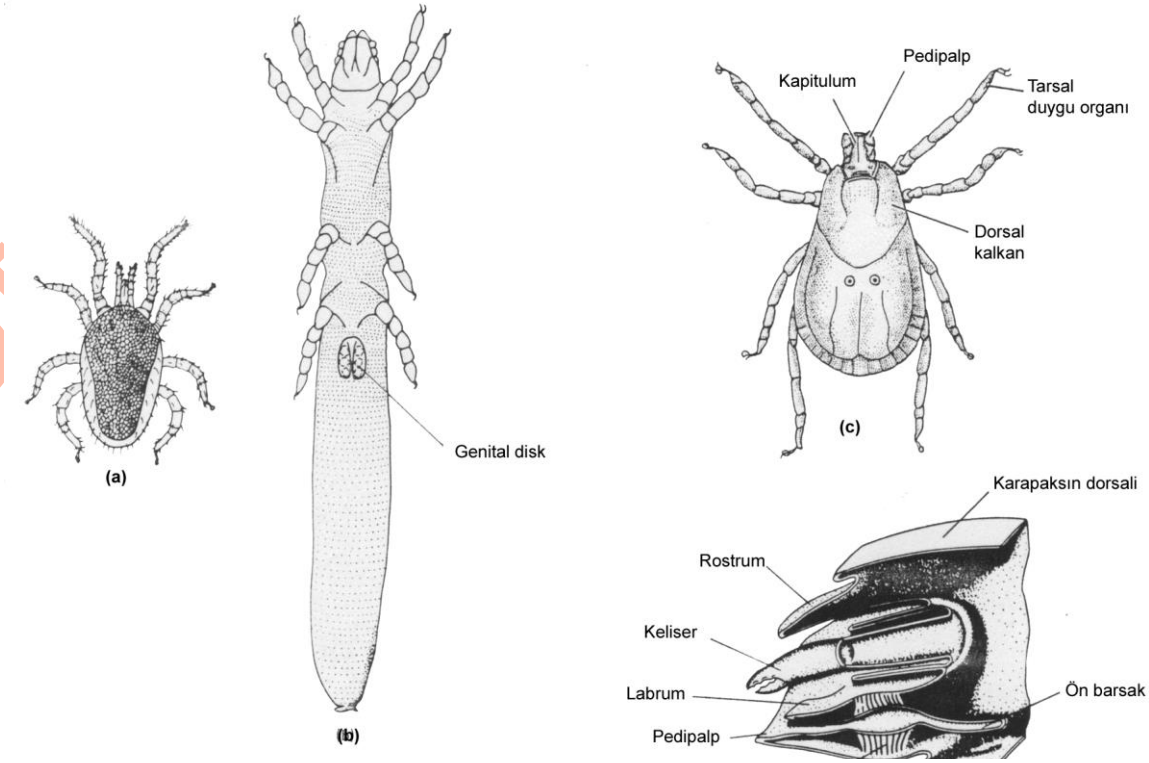
Opilionid'lerin gonadları tüpsü yapıdadır. Her iki eşeyde de genital atrium distalde değişikliğe uğramıştır. Erkekte penise, dişide ovipositöre dönüşmüştür. Opilionid'ler kısa süreli kur yaparlar ve basit bir şekilde dişi genital pora ulaşabilirler. Döllenmeden sonra dişi yumurtalarını boş salyangoz kabuklarına ve bitki gövdelerinde kabuk altlarına bırakır. Ilıman bölge türleri kışı yumurta halinde geçirilebilirler. Ekdisis esnasında, bacaklar uzun oldukları için sıkıntı yaratabilir. Çoğu birey pedipalpleri ve keliserleri yardımı ile eski kütikula'larından kurtulabilmek üzere dallara asılı halde tutunur.

Ordo : *Acarina*

Kene ve akar olarak adlandırılan küçük hayvanlardır. Tüm diğer arahnid'lerin toplamından daha çok sayıdadırlar. 100.000 kadar türleri olduğu tahmin edilmektedir. Fakat sadece 25.000 kadar türleri tanımlanmıştır. Birkaç türü hem sağlık açısından hem de ekonomik açıdan önemlidir. Ürünlerimizi yedikleri gibi, çiftlik hayvanlarımızı da enfekte ederler (hastalık bulaştırırlar). Bazı türleri de insan kanında ve dokularında parazit yaşar.

Keneler ve akarlar nemli olan her yerde yaşarlar. Çoğu türe ait populasyonlar, humus ve organik madde bakımından zengin yerlerde bulunabilir. Kurak çöller ve kutuplarda da yaşıyabilirler. Yaklaşık 3000 kadar tür de suda yaşamaktadır. Boyları genellikle 1mm'den daha kısadır. Küçük boyda olmaları farklı habitatlarda yaşamalarına olanak sağlar.

Boylarının küçük oluşu nedeniyle predatörleri tarafından kolay avlanmazlar.



Şekil 13. 29. Keneler: a) *Dermanyssus gallinae* - erkek, (dorsal'den görünüşü); b) Gal kenesi *Nematalycus*'un ventral'den görünüşü; c) *Dermacentor'un* dorsal'den görünüşü; d) Baştan longitudinal kesit.

Prof. M. Nihat AKTAÇ

Dolayısıyla predatörlerine karşı bir avantaj sağlarlar. Bu nedenle üreme potensiyelleri son derece yüksektir.

Akarin'lerin hemen hemen tümünde prosoma ve opistosoma birleşmiştir ve vücut tek bir karapaksla örtülüdür (Şek. 13.29a). Bu birleşme her ne kadar oval şekilli olmalarını sağlarsa da kurt şeklinde olanları da vardır (Şek. 13.29a,b). Vücut ve eklentilerindeki kutikula çeşitli yapılanmalar içerebilir ve üzeri çok sayıda kıllarla örtülü olabilir. Kılların şekli ve dizilişi akarin'lerin taksonomisinde önemli rol oynar.

Akarin'lerin baş kısmını oluşturan bölge **capitulum** veya **gnathosoma** adını alır. Kapitulum ağız ekstremiteleri olan keliserleri ve pedipalpleri içerir (Şek. 13.29c). Üzerleri karapaksın ileri doğru uzaması sonucu oluşan ve **rostrum** adı verilen bir çıkıntı ile örtülüdür. Birleşmiş haldeki pedipalplere ait koksalar rostrumdan dışarı taşar ve oval bölgeyi kuşatır.

Keliserler bu yapının ve rostrumun arasından uzanır. Katlı bir membran keliserlerin kaide kısmını vücutla bağlantılı kılar (Şek. 13.29d), böylece keliserler vücut içine doğru çekilebilir veya dışarı uzatılabilirler. Keliserlerin altında ve ağızın hemen üstünde labrum yer alır. Labrum, prebukkal odacığı çevrelemek üzere pedipalplere ait koksaları birleştirir. Bu bukkal odacığın duvarları **buccal cone** (bukkal koni)' yi oluşturur. Bukkal koni dışarıya uzatılabilir.

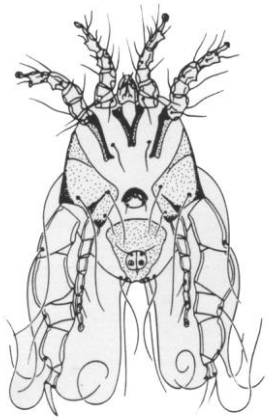
Akarin'ler herbivor, karnivor, çöpçül, kommensal, bitki ve hayvan paraziti olmaları bakımından nematod'larla karşılaştırılabilirler. Ağız organları, sindirim kanalları ve genel vücut morfolojileri her türün beslenme tarzına göre farklılık gösterir.

Belli başlı herbivorlar; örümcek keneleri, gal keneleri ve bazı deniz alg yiyicileridir. Örümcek keneleri pamuk ve meyve ağaçlarına zarar verirler. Çoğu herbivor kenede her keliser, ısırıcı özelliği olan tek bir stilet'e dönüşür. Böylece bitki ısırılır ve öz suyu emilir. Gal örümcekleri bitki dokusunda tüneller açarak bitki öz suyunu emerler. Bu türler ve diğer ekin yiyen keneler, doğal düşmanları ve rakipleri olan böceklerin pestisitlerle azaltılması halinde çoğalırlar ve büyük bir problem oluştururlar.

Karnivor keneler nematod ve küçük artropod'larla beslenirler. Ergin olmayan safhalarında daha kolay avlanırlar. Çoğu kene böcek yumurtaları ile beslenirken aquatik türler küçük krustase'lerle beslenirler. Genellikle su akarları'nın larvaları krustase'lerin veya aquatik böceklerin solungaçlarını parazitler. Predatör kenelerin pedipalpleri kıskaçlıdır ve keliserlerinin iç kenarları da dişlidir. Karnivor olanları çoğu kurbanlarını diğer arthropod'larda olduğu gibi emerler. Bazıları ise kurbanlarını

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

keliserleri ile keserler. Kesilen parçalar prebukkal boşluğa alınır ve enzimlerle sindirilirler. Leş yiyiciler ölü hayvanlar, ölü bitkiler ve ayrışmış organik maddelerle beslenirler. Entomolojik kolleksiyonlar *Thieophagus entomophagus* türünün saldırısına uğrar. Bazıları eski yorgan, yastıklarda yaşar. *Dermatophagoides* toz-toprak içinde yaşar.



Şekil 13. 30. Kuşlarda kommensal yaşayan tüy kenesi *Analgas:* Erkek (ventral'den görünüşü)



Şekil 31. *Leptotrombidium akamushi* (büyütülmüş).

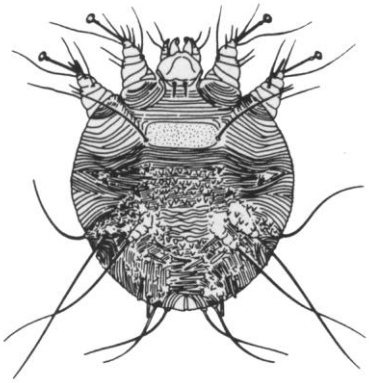
Tüy keneleri kuşlarda yaygındırlar. Ekstremiteleri ve vücut yüzeyleri tüylere tutunmak üzere değişikliğe uğramıştır (Şek. 13.30). Bu keneler deri yağı ile beslenirler ve tüylerinin dökülmesine neden olurlar. Diğer kommensaller ise ölü memeli derisi ve kürk yerler. Bazıları ise bal arıları ve eşek arıları yuvasında yaşarlar. Burada dışkı ve leşle beslenirler.

Bazı kene grupları omurgasız ve omurgalıları parazitlerler. Ektoparazitlik çok yaygındır. Endoparazitlik konağın solunum kanalına girmeleriyle gerçekleşir. Keneler parazitliği yaşam döngülerinde çeşitli yollarla oluştururlar. Genelde sadece larval safha parazittir. Bu tür yaşam döngüsü *Leptotrombidium* ve akraba türlerinde görülür (Şek. 13.31). Yumurtadan toprakta çıkarlar ve larvaları omurgalı vücuduna doğru tırmanır. Dermal doku ile beslenirler ve deride şiddetli kaşıntıya neden olurlar. Daha sonra larva yere düşer, peşpeşe deri değiştirme sonucu serbest yaşamlı ergin haline dönüşürler. Erginin besinini de böcek yumurtaları oluşturur.

Keneler periodik parazitlik için tipik örnektirler. Büyük olanlar insan, köpek, sığır ve koyunları parazitler. Bazı keneler konaklarına sadece beslendikleri zaman tutunurlar. Kapalı haldeki keliserleri ile önce integümenti delerler daha sonra keliserlerini açarak lateral dişleri ile yarayı büyütür ve pedipalpleri üzerindeki keskin

Prof. Dr. M. Niha AKTAÇ

kıllarını konak dokusuna batırırlar. Antikoagulant salgılarının yardımıyla da kan emmeye başlarlar. Kenelerin çoğunun mide çekumları çok gelişmiştir ve esneme yeteneği olan dış iskeletleri sayesinde fazla miktarda kan emebilirler. *Amblyoma clypeolatum* dişisi 3 cm kadar şişebilir. Çeşitli hastalıklar akarinler yoluyla bulaştırılır. Örneğin *Dermacentor* cinsi türleri spiroket bakterileri taşır ve ateş yükselmesine neden olurlar (Şek. 13.29c).

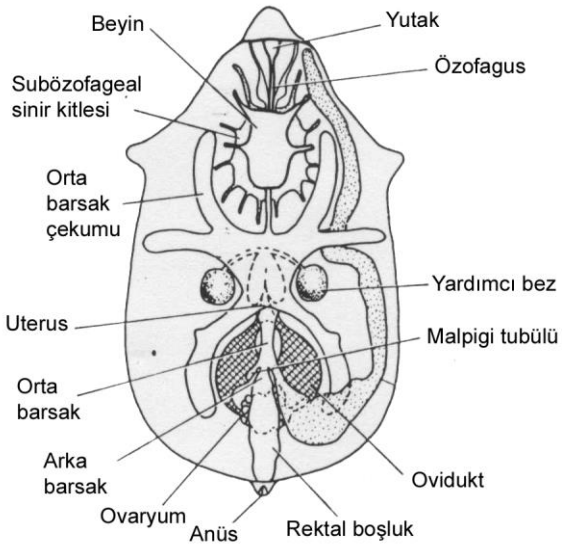


Şekil 13. 32. Uyuz böceği (*Sarcoptes scabei*).

Sarcoptes scabei (uyuz böceği) (Şek. 13.32) insan derisinde yaşar. Bu küçük kenenin erkeği 0.25 mm uzunluğundadır. Dişi ise erkeğin sadece iki katı boydadır. Epidermis boyunca derinin epidermisinda tünel açarlar ve orada ürerler. Tıkız ve yuvarlak vücutları konaklarında hareket etmelerine olanak sağlar. Bir insandan diğer bir insana geçişleri bulaşmış deri ile temas olduğu zaman sağlanır.

Sindirim kanallarında kaslı ve pompalama özelliği olan yutak ile 7 çifte kadar ulaşabilen mide çekumu içerirler (Şek. 13.33). Çoğu kenede (*Trombidiformes)* anüs bulunmadığı için intraselüler sindirim vardır.

Bazı kenelerin anterördeki stigmalara açılan trakeleri vardır. Stigmalar ekstremitelerin koksalarında yer alırlar dolayısıyla diğer arahnid'lerin spirakulumları ile homolog olup olmadıkları tartışmalıdır. Bazı akarin'lerin ise özelleşmiş solunum organları yoktur. Bu hayvanlar küçük oldukları için derilerinden yapılan direkt diffüzyon, gaz alış-verişine olanak sağlar. Solunumları bakımından vücut yüzeyine bağımlı olan akarin'ler nemli yerleri tercih ederler. Boyları çok küçük olduğu için indirgenmiş bir kalpleri ve aynı şekilde damar sistemleri vardır. Genel kas kasılması ile hemolenfleri vücutta dolaşır.



Boşaltımlarında 1-4 çift koksal bez ile 1-2 çift malpighi tüpleri rol oynar. Bazılarında malpighi tüpleri yoktur. Mide duvarlarında biriken artık maddeler malpighi tüplerinde oluşan artıklarla birlikte sindirim kanalına aktarılır ve arka barsak yoluyla boşaltılır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

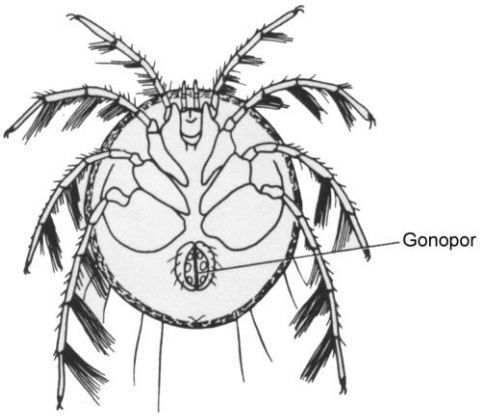
Akarin'ler su kaybı ile karşı karşıya oldukları için çoğu tür kuru rüzgarda toprak derinliklerine iner. Bazıları ise örneğin *Acarus* suyu havadan absorbe eder.

Sinir sistemleri bir yere toplanmıştır ve tüm ganglionları özafagus etrafında birleşmiştir. Dokunma ve koku alma en gelişmiş duyu organlarıdır. Çeşitli sayıdaki dokunum kılları bütün vücuda yayılmıştır. Kıllar I. bacak çifti üzerinde yoğunlaşmıştır. Su akarları avlarını kıllarla yakalarlar. Akarin'lerin trikhobotria'ları **pseudostigmatic** organ adını alır. Bu kıllar titreşimleri ve rüzgarı algılarlar. I. bacakları üzerinde de **Haller organı** adı verilen kimyasal maddelere duyarlı bir duygu organına sahiptirler. Bu organ seta ve sinir hücreleri ile astarlanmış geniş bir çukurluk halindedir. Yarık organlara benzeyen yapıları da vardır. Görme bu grupta iyi gelişmemiştir ve bazılarının gözleri yoktur. Oribatid'lerde tek median bir göz bazı su akarlarında da 5 göz vardır. Yapılan deneylerle yarı şeffaf olan vücut yüzeylerinden ışık geçtiği zaman beyinin doğrudan doğruya cevap oluşturduğu belirlenmiştir.

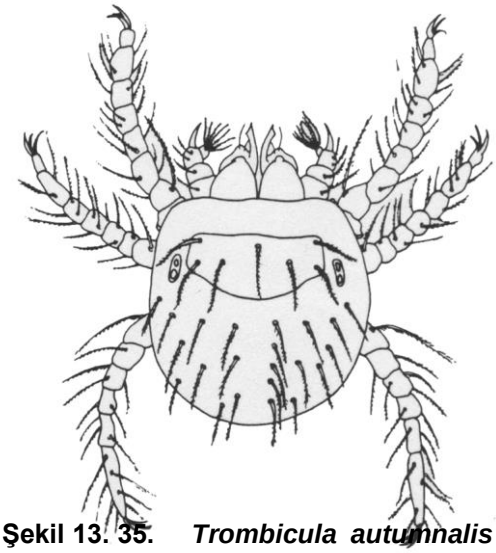
Şekil 13. 33. *Laminella peraphora* türü kenede anatomik yapının dorsal'den görünüşü.

Akarin'ler neme karşı çok duyarlıdırlar. Bu duyarlılık en ön bacaklarında yer almıştır. Çoğu tür için ise sıcaklığın bilinmesi konağı tanımada önemli rol oynar ve ısıya duyarlı merkezin arka bacaklarda yer aldığı tesbit edilmiştir.

Bazı türlerin larvaları insanın solunumu esnasında dışarı verdiği CO_2'e veya derideki aminoasidlere karşı duyarlıdır. Bu anlamda negatif geotaktik'tirler ve konak vücuduna tırmanmaya meylederler. Son üç çift bacakları hareket için değişikliğe uğramıştır. Aquatik olanların bacaklarında uzun kıllar vardır. Yüzme esnasında suya karşı direnç oluşturur ve aktif bir yüzme sağlarlar (Şek. 13.34). Oyucu formlarda bacaklar genellikle kısadır. Çoğu parazit tür ise konağa tutunmak üzere uyum sağlamıştır. Bazı keneler kın kanatlılara veya arılara tutunmuşlardır ve onlarla geniş alanlara dağılırlar. Bu tür parazitik olmayan dolaşım **Phoresy** olarak adlandırılır ve bazı nematod'lar için aynı oluşum söz konusu idi.



Şekil 13. 34. Su kenesi *Mideopsis orbicularis.* Bacaklarda uzun kıllar (ventral'den görünüş).



Şekil 13. 35. *Trombicula autumnalis* larvası (Dorsal'den görünüşü)

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

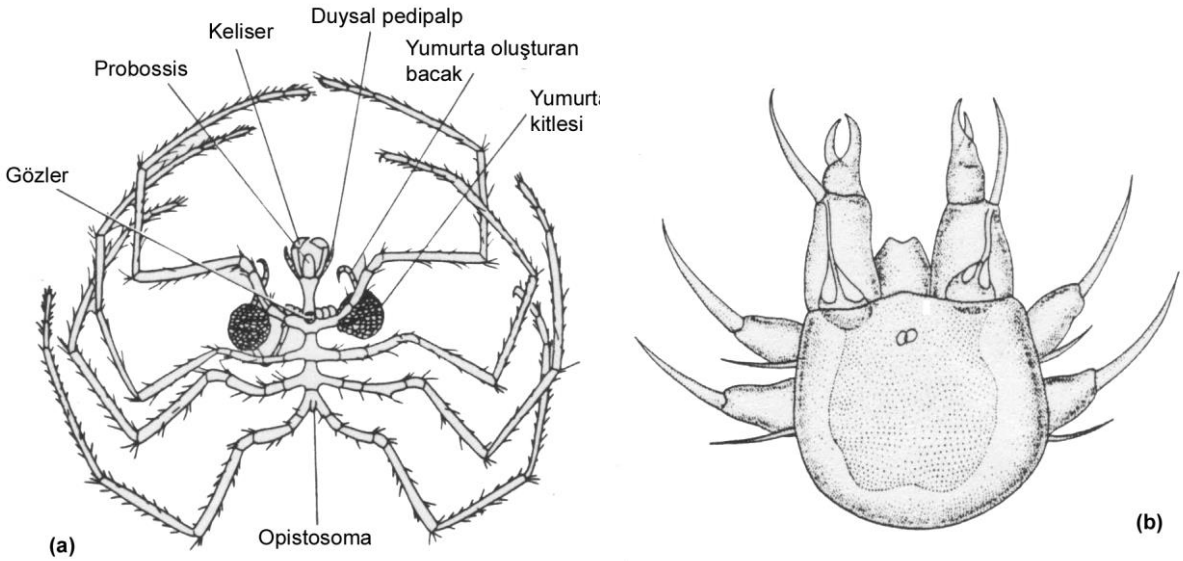
Gonadlar ve yardımcı bezleri kenelerin vücudunun orta kısmında yer alırlar. Testisler çifttir fakat ovaryumları tektir. Dişide reseptakulum seminis vardır. Çoğu erkekte kutikular penis vardır. Her iki eşeyde de sternit üzerinde genital porlar yer alır (Şek. 13.34). Sperm transferi doğrudan doğruya veya dolaylıdır. Dolaylı çiftleşmede spermatoforlar bir ekstremite kanalıyla aktarılırlar. Keliserler genelde penis yerine kullanılabilir fakat su keneleri penis yerine 3. çift yüzme bacaklarını kullanırlar. Bu yöntemlere alternatif olarak saplı spermatoforlarını yerde depo edebilirler ve dişi, spermatoforun bulunduğu yerden geçerken sperm kitlesini alır. Bu pseudoskorpionlardaki durumu hatırlatmaktadır. Doğrudan sperm transferi ise penisin dişi gonoporuna bırakılması ile gerçekleşir. Çiftleşme esnasında erkeğe ait ekstremiteler, çiftlerin birlikteliğini sağlar. Bazılarında ise çiftleşme esnasında birleşme ve yapışmayı arttırmak üzere posteriörde bir tutunma vantuzu vardır.

Yumurtalar nemli topraklara veya topraktaki döküntülere bırakılır. Bazı keneler yumurtalarını diğer hayvanların üzerine bırakırlar. Birkaçı da ovovivipardır. Kenelerin genç bireylerinde sadece 3 çift bacak vardır (Şek. 13.35). Deri değiştirme ile bacaklar 4 çifte tamamlanır. Ömürleri 1 hafta ile 3 yıl arasındadır.

Klasis : *Pycnogonida*

Çok özel yapıdaki arthropodlardır. Diğer keliserlil'ere beyin yapıları ve keliserlerinin varlığı ile benzerler. Pedipalpleri ve 4 çift bacakları vardır.

Tanımlanmış 600 türü de denizde yaşadığı için deniz örümcekleri olarak adlandırılırlar. Tüm denizlerde, littoral zonda olduğu kadar deniz diplerinde de yaşarlar. Genellikle bryozoon, hydrozoon ve yumuşak mercan kolonileri üzerinden



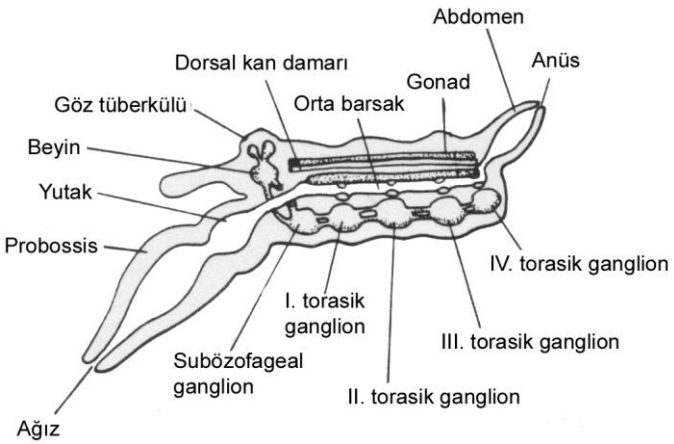
Şekil 13. 36. a) Piknogonid (*Nymphon rubrum*). Ergin erkek b) Protonyphon safhası.

Pro... M. Nihat AKTAÇ

toplanırlar. Küçük hacimlidirlar ancak geniş bir yüzey oluştururlar (Şek. 13.36a). Vücutlarının gövdeyi oluşturan kısımları çok dardır ve 1 cm kadar uzunluğa erişebilir. Bacakları çok uzundur en büyük deniz örümceği bentik *Dodecolopoda mawsoni* 'de gövde 6 cm uzunlukta olmasına karşın ayakları açıldığı zaman boyları yarım metreye ulaşabilir.

Gövde prosomayı temsil eder. Çoğu piknogonid' te opistosoma son derece küçülmüştür ve anüsü içeren bir yumru şeklindedir (Şek. 13.36a). Anteriörde gövdeden uzanan hortum şeklindeki yapı (probossis) ağızı ve ince lateral keliserleri taşır. Probossis büyük ve bükülebilme özelliğine sahip olduğu için keliserler küçülmüştür. Keliserlerin de arkasında küçük ve genelde indirgenmiş duysal bir çift pedipalp vardır. 3. çift ekstremiteleri küçülmüştür ve bu ekstremiteler erkek tarafından, gelişmekte olan yumurtaları taşımada kullanıldığı için **ovigerous bacaklar** olarak adlandırılırlar. Dişilerde ise çoğunlukla dejenere olmuşlardır. Bu bacaklar aynı zamanda kendilerine çeki düzen vermede kullanılırlar.

Probossis ve gövde arasında yer alan dorsal tüberküller, sayıları 4'e kadar ulaşabilen gözleri içerirler. Gövde belirli şekilde segmentlidir. Her segmentteki lateral çıkıntılardan bir ya da iki tırnaklı yürüme bacakları uzanır. Çoğu deniz örümceğinde sadece 4 çift yürüme bacağı vardır. Fakat bazı gruplarda 5 veya 6 çift te bulunabilir. Bu ilave ayakların oluşumu bir bilmece gibidir. Bu durumun segmentlerin tekrar bölünmesi sonucu mu yoksa son yürüme bacaklarının opistosomal metamerlerden mi geliştikleri bilinmemektedir. Piknogonid'ler ; sölenterat'lar, bryozoon'lar, süngerler, bazı yumuşak mollusk'lar ve deniz hıyarları ile beslenirler. Pedipalpler keliserlerin avlarını yakalaması için uygun bir ortam hazırlarlar. Küçük olan avlarını keliserleri ile yakalarlar, av büyük olduğu zaman ise (örneğin deniz gülü) probossis ava batırılır, dokuları semiparazitik anlamda emilir. Piknogonid'lerde ağız, güçlü ve sert yüzeyli olan yutağa açılır (Şek. 13.37). Bu organ emme pompası şeklindedir. Duvarları kutikula ile astarlıdır ve duvarları boyunca yer alan spinler besin partiküllerinin zorlanmadan geçişini sağlarlar. Orta barsaktan



Şekil 13. 37. Piknogoid vücudundan uzunlamasına kesit. (Sindirim kanalı ve diğer bazı temel organları gösterilmistir).

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

derinlemesine dallanmış çe-kumlar ayrılır ve eklentilerine kadar girerler. Sindirim çoğun-da intraselülerdir.

Kalpleri gövde bölgesindedir ve dorsal konumludur. Kan probossis bölgesine anterior aorta yolu ile pompalanır ve buradan vücuda dağılır. Sonra kalbe döner.

Özel solunum ve boşaltım organları yoktur. Diffüzyon yoluyla doğrudan solunum yaparlar. Sindirim hücrelerinin yer değiştirmesi de boşaltıma olanak sağlar.

Sinir sistemleri beyin ile çift yapıda ventral sinir şeridi içerir (Şek. 13.37). Protoserebrum dorsal gözleri, tritoserebrum keliserleri sinirlendirir. Subözofageal ganglion da pedipalpleri ve ovigeros ayakları sinirlendirir. Ekstremite taşıyan her gövde segmentindeki ganglionlar yanlarda birleşerek ventral sinir şeridini oluştururlar. Duygu organları gözler ve çok sayıda duysal kıllardır. Kıllar pedipalplerde de ovirgeros ayaklarda yoğunlaşmıştır. Piknogonid'ler ağır hareketlidirler. Tırnakları ile dokundukları herşeyi yakalamak isterler. Bir kısmı suda yürüyebilir.

Gonadlar barsak üzerinde yer alırlar ve eklentilerin içine doğru dallanmıştır (Şek. 13.37). Olgun gametler ayaklarda toplanırlar ve her koksada gonoporları vardır (bu özellik piknogonid'leri diğer arahnid'lerden ve merostomat'lardan farklı kılar). Dişi yüzlerce yumurta yumurtlar. Erkek yumurtaları dışarıda döller, bacaklarından salgıladığı bir salgı ile yumurtaları büyük bir kitle halinde birbirine yapıştırır. Ovigerous ayaklar döllenmiş yumurtalar için kuluçka görevi yapar. Bu bacaklar üzerinde yer alan kıllar yumurtaların tutulmalarına olanak sağlar. Yumurtadan çıkan birey **protonymphon** adını alır (Şek. 13.36b). Keliserleri, pedipalpleri ovigerous bacakları gelişmiş ancak gövde gelişmemiştir. Protonimfon'lar ya tüylü vücudları üzerinde kalırlar veya sölenteratlar, midyeler ve nudibraş'larda geçici parazit olarak yaşarlar. Peşpeşe deri değiştirme sonucu ayak taşıyan segmentler tamamlanır ve ergin hale ulaşırlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

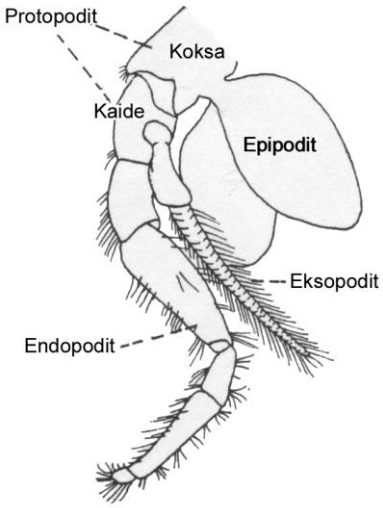
SUBFILUM : *MANDIBULATA*

Ağız ekstremiteleri mandibül şeklinde gelişmiş olan arthropodlardır.

Klasis : Crustacea

Bu grup yakından tanınan istakoz, karides ve yengeçlerle birlikte küçük ve az bilinen fakat çoğu parazite konak oluşturan arthropod türleri ile temsil edilmektedir. 30.000 civarında tanımlanmış türü vardır. Bu sayı diğer arthropod gruplarıyla kıyaslandığında az olmakla beraber populasyon yoğunlukları bakımından oldukça kabarıktır. Okyanus diplerinde, böceklerin karada oluşturduğu gibi sürüler oluştururlar. Denizel zooplanktonun baskın grubudurlar ve 1 cm^3'te onlarca ve binlerce sayıda bulunabilirler. Krustase'ler okyanustaki bitkilerin birinci tüketicileri olmalarına karşın denizdeki çoğu karnivor hayvanın da besinini oluştururlar. Böylece denizel besin zincirinde temel halkayı oluştururlar. Krustase'ler aynı zamanda tatlı sular için de önemli bir grupturlar. Birkaç türü karasal yaşama da uyum sağlamıştır.

Krustase'ler geleneksel olarak böcekler ve myriapod'larla birlikte mandibulata altfilumuna dahil edilmekle beraber çeşitli özellikleri bakımından istisna oluştururlar. XIX. yüzyıl'ın başlarında krustase'ler iki büyük subklasise ayrıldılar: *Entomostraca* ve *Malacostraca*. Entomostrak'lar, su pireleri kopepod'lar tuzla karidesleri ve akrabaları gibi küçük krustase'leri içerirler. Günümüzde bu hayvanlar 7 belirgin altklasise ayrılmışlardır ancak entomostraka terimi hala küçük krustase'lerin tümünü temsil etmektedir. Malakostraka ise bir grup olarak geçerliliğini korumaktadır. Bu 8. altklasis; istakoz, yengeç, karides gibi büyük krustase'leri içermektedir. Hiçbir arthropod grubu bu grup kadar suya bağlı değildir. Baş eklentileri 2 çift anten, 1 çift mandibül ve 2 çift maksil halindedir. Krustase eklentileri tipik olarak iki kolludur (Şek. 13.38). Trilobit'ler dışında tüm diğer arthropod'larda ise eklentiler tek kol halindedir. Krustase'lerin temel özellikleri bu hayvanların sucul yaşamını yansıttığı gibi aynı atadan geldiklerini de gösterir. Bu ata büyük bir olasılıkla 5 eklentili bir baş ile benzer yapıdaki ve çift



Şekil 13. 38. Krustase'de ekstremite temel yapısı (İki kollu ekstremite kollarından biri exopodit, diğeri endopodittir).

Prof. M. Nihat AKTAÇ

haldeki ekstremitelere sahipti. Gövde bölgesinde ve ekstremitelerindeki özelleşmeler bu sınıfın evrimi esnasında meydana gelmiştir.

Krustase'ler dış görünüşleri bakımından farklılık göstermelerine karşın iç organizasyonlarında nispeten benzer yapıdadırlar. Biyolojilerinin büyük bir kısmı sudaki yaşama adaptasyonu yansıtır. Boyları kuşkusuz ki yaşamlarının sürdürülmesinde önemli rol oynar.

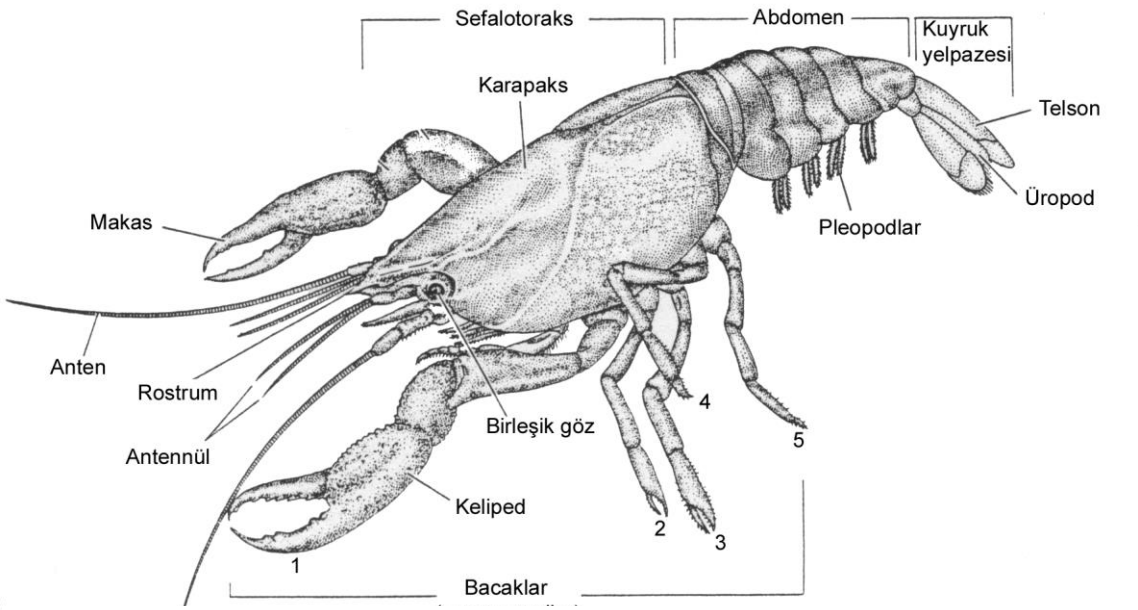
Genel morfoloji

Krustase'ler çok değişik boydadırlar. Bazıları mikroskobik olmakla beraber bazıları yarım metre boyda olabilirler.

Tipik bir krustase ekstremitesi proksimalde **protopodit** adı verilen bir segment ile buradan uzanan iki koldan ibarettir. Protopodit segmenti de iki parçalıdır. Biri **coxa** veya **coxopodit** olup vücuda eklemlenen kısımdır. Diğeri de **basopodit** olup distal elementler içeren kısımdır. Bu elementlerden içte olanı **endopodit** dışta olanı **exopodit'** tir. Koxopodit'ten ayrıca bir çift uzantı çıkar. Bunlar da **epipodit** adını alır. (Şek. 13.38). Exopodit ve endopoditten de çıkan uzantılar vardır. Exopoditten çıkan uzantılar **exit**, endopoditten çıkan uzantılar da **endit** adını alırlar.

Epipoditler, exitler ve enditler çoğu krustase'nin hareket ve üreme sistemlerinde önemli rol oynarlar.

Krustase'lerin vücudu cephalon (baş), thorax (göğüs), abdomen (karın) ve terminal telson bölgelerini içerir (Şek. 13.39). Daha öncede belirtildiği gibi baş 5 çift eklenti taşır. 1. ekstremite çifti en önde olan I. antenlerdir. Aynı zamanda **antennül** olarak adlandırılırlar. Antennul'ler presegmental orijine sahiptirler ve böcekler ile myriapod'ların antenleri ile homologturlar. Genellikle tek kolludurlar. İkinci ekstremite



Şekil 13. 39. Krustase dış morfolojisi (Subklasis: Malacostraca).

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

çifti, II. anten veya basit olarak **antenna'**dır. Arahnid'lerin keliserleri ile homolog olabilir. Üçüncü ekstremite çifti çene şeklindeki mandibüllerdir. Aralarında ağız yer alır. Mandibüllerin üzerinde üst dudak (labrum) yer alır. Vücut duvarından oral boşluğa uzanır. Alt dudak (labium)'dır. Ağızın posterior kenarından ve ön barsak uzantısından meydana gelir. Labiumun arkasında 2 çift eklenti vardır. Bunlar 4. ekstremite çifti olan I. maksil ile 5. ekstremite çifti olan II. maksildir. Mandibüller ve maksiller kısa ve yassılaşmış olup besin almada fonksiyoneldirler.

Krustase'lerde gövde, çift haldeki ventrolateral eklentileri taşır ve tek parçalı bir yapıya sahiptir. Çoğu primitif formda bu yapı görülebilir. Evrimsel süreç içinde gövdede çeşitli bölgelerin ve bu bölgelerde de eklentilerin özelleştiği görülmektedir. Gövde bölgesindeki adaptif özelleşmeler, birleşmeler, indirgenmeler ve fonksiyonel izolasyonlar gövdede bölünmelere neden olur. Böylece ya birbirinden kolayca ayırt edilebilen toraks ve abdomen oluşur veya sefalotoraks meydana gelir. Çoğu krustase grubunda bu tür birleşmeler (tagmatizasyon) **karapaks** oluşumunu da içermektedir. Karapaks baş tergitlerinden oluşan kutikular bir kılıf yada kalkandır. Bu plak geriye doğru vücut üzerinde uzanır ve gövdedeki iskelet elemanları ile kaynaşır. Karapaks aynı zamanda vücudun yanlarında da uzanır ve ventral solunum odacığını da çevreler. Ostrakod ve sirripedler'de ise bütün vücudu çevreler.

Gövde ekstremitelerinin temel fonksiyonu hareket, solunum ve beslenmedir. Ancak bacaklar yüzmeye sürünmeye ve oymaya elverişli bir yapı da kazanmıştır. Ağıza yakın olan ekstremiteler besin yakalamak üzere özelleşmişlerdir. Bu tür ekstremiteler kıskaçlı olmakla beraber başın bir uzantısı şeklinde mandibüllere ve maxillere katılırlar.

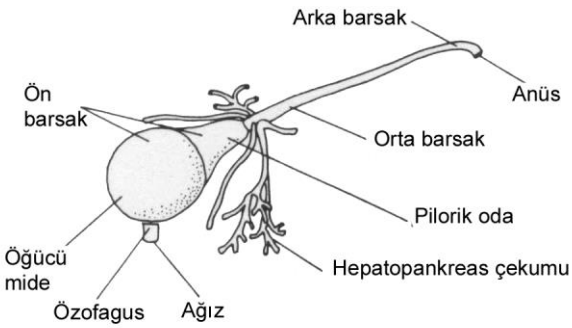
Duysal merkezler birçok ekstremitenin üzerinde yer almakla beraber özellikle antenler üzerinde çok sayıda bulunurlar. Diğer ekstremiteler solunumda ve üremede rol oynarlar. Üreme ile ilgili olarak ekstremiteler; kur yapmada, kopulasyonda ve yumurta taşımada rol oynarlar. Bu tür adaptasyonlar ekstremitelerde atrofi ve hipertrofiye neden olabilir. Örneğin mandibüllerde sadece iyi gelişmiş protopoditler vardır. Öğütme ve kesme görevi yaparlar. Endopoditler yürüme bacaklarında iyi gelişmişken yüzme bacaklarında eksopoditler iyi gelişmiştir. Solunumda görev yapan ekstremitelerde ise epipoditler genişlemişlerdir.

Beslenme ve Sindirim

Krustase'ler herbivor, karnivor, leş yiyici ve parazit türler içerirler. Besinin elde edilmesi yırtıcılık, otlanma, süzüntü yeme, ekto ve endoparazitlik şeklindedir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Süzüntü yeme planktonik entomostrak'larda yaygındır ve süzüntüyü diatome'ler, diğer fitoplankton'lar ve zooplankton'lar oluştururlar. Arthropod'ların tümü silsiz olmakla beraber süspansiyon halindeki besin ile beslenen krustase'ler, besinlerini önce vücut kılları veya setalarla süzerler. Süzme sahaları eklentilerde özellikle ön ekstremitelerin enditleri üzerinde yer alır. Besinin elde edilmesi için gerekli su akımı normalde yüzme hareketi ile sağlanır. Ancak günümüz süzüntü yiyicileri - sudan besini elde etmek üzere - yüzme hareketinden bağımsız olarak özel bir su akımı oluştururlar. Yırtıcı krustase'lerde gövde ekstremiteleri, avı yakalamak ve parçalamak üzere özelleşmişlerdir. İstakoz ve yengeçlerdeki tırnaklar bu özelleşmelere örnek olarak gösterilebilir. Karnivor ve herbivorlarda I. maxillerin enditleri besin parçacıklarını mandibüllere doğru iterler. Her mandibül enditi de sert dikensi yüzey içerir ve böylece besin karşı mandibül ile birlikte öğütülür veya kesilir. Bu tür çeneler **gnathobaz** olarak adlandırılırlar. Besin sindirim kanalına gitmeden önce parçalanır, yumuşatılır ve çiğnenir. Leş yiyicilerde besin aynı yolla alınır.



Şekil 13. 40. Krustase sindirim kanalı (şematik).

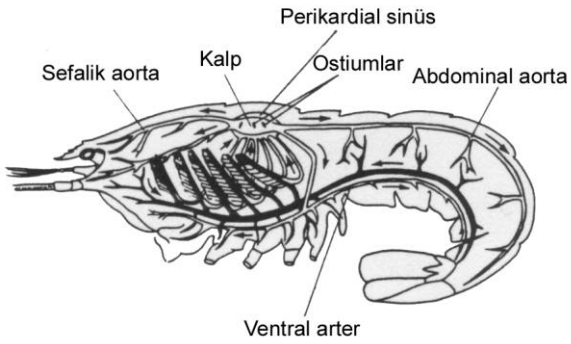
Serbest yaşayan krustase'lerde sindirim kanalı; kompleks yapıdaki stomedeumdan oluşan ön barsak, kese şeklindeki orta barsak ve proktodeumdan oluşan arka barsağı içerir (Şek. 13.40). Krustase'ler çeneleri ile besini parçalamalarına karşın, büyük besin parçaları bazen ön barsağa geçer ve burada daha küçük parçalara ayrılır. Büyük boydaki krustase'lerin ön bağırsağında yer alan kutikular çıkıntılar, büyük partiküllerin kanala geçişini engellerler. Ayrıca çoğu türde öğütücü bir mide de bulunur. Kutikula ile astarlı ve sert diş benzeri çıkıntılı olan bu yapı besini öğütür. Bazı küçük krustase'ler ise yakaladıkları küçük partikülleri olduğu gibi yutarlar ve nispeten basit bir ön bağırsakları vardır.

Mide sindirim ve emilimin yapıldığı yerdir. Bir veya daha çok çekum içerebilir. Segmental bir yapı halinde değildir ve anteriörde konumlanmış orta barsak halindedir. Bazı gruplarda (malakostraka) büyük bir hepatopankreas vardır. Çekumlar kamçılı tubül yapısındadır. Tubül duvarları salgı yapıcı ve emici hücreler içerir. Tubüller aynı zamanda sindirilen maddeleri de depolar. Proktodeal arka barsak telson üzerindeki anüs ile sonlanır.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Dolaşım

Diğer arthropod'larda olduğu gibi krustase'lerin geniş bir hemosölleri vardır ve kanları, dokular ile doğrudan temas halindedir. Kalp dorsal perikardial sinüs içinde yer alan ve çeşitli şekillerde organize olmuş damarlara açılır. Primitif yapıdaki kalp uzunlamasına ve tüp şeklindeki değişik sayıda segmental ostiumlar içerir (Şek. 13.5). Yüksek organizasyonlu olanlarda kalp daha tıkız yapıda, kısa boyda ve daha az ostium içerir (Şek. 13.41).



Şekil 13. 41. Istakoz dolaşım sistemi.

Entomostrak'ların çoğunda arter sistemi gelişmemiştir. Normal vücut kasılması ile hemolenf vücutta dolaşır. Malakostrak'ların arter sisteminde, anteriörde bir aorta yer alır. Güçlü ve merkezi bir kalbi bulunanlarda aortaya ek olarak posteriör, lateral ve ventral damarlar da bulunur (Şek. 13.41). Çoğu yüksek organizasyonlu malakostrak-larda, arterler dokularla ilgili kapiler sisteme ulaşmadan dallara ayrılırlar. Böylece dolaşım sistemi hemen hemen kapalıya yakındır. Her durumda hemolenf sinüslere boşaltılır ve dokular doğrudan doğruya hemolenfe gömülürler.

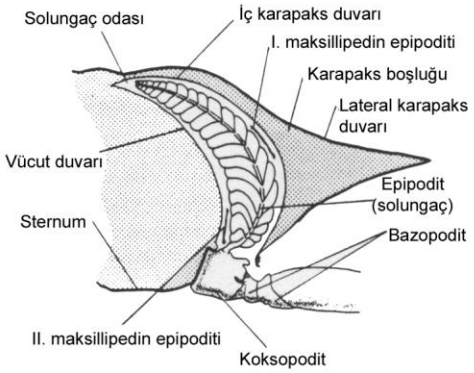
Sinüsler membranlarla birbirinden ayrıldığı için kan hemosöl içinde belli bir yol izler. Valvler kanın geriye akışını önler. Bu durum özellikle arterleri bulunmayan entomostraklar için önemlidir. Büyük krustase'lerde yardımcı pompalama organları, hemolenf basıncını özellikle baş bölgesinde oluştururlar. Kan perikardial sinüse dönmeden önce solungaçlarda oksijenlenir.

Solunum pigmentleri genelde çözünmüş haldeki hemosiyanin içerir. Bir kısmında hemoglobin vardır. Bazı krustase'lerde ise bu pigmentlerin hiçbiri yoktur. Hemolenfteki bazı amöbosit hücreler **(patlayıcı hücreler)** kanın pıhtılaşmasında rol oynarlar. Herhangi bir yerlerinin incinmesi ya da kesilmesi halinde bu hücreler fibrilleşmeyi sağlayan maddeler salgılar ve böylece kan akımını durdururlar.

Solunum

Prof. Dr. M. Vahat AKTAÇ

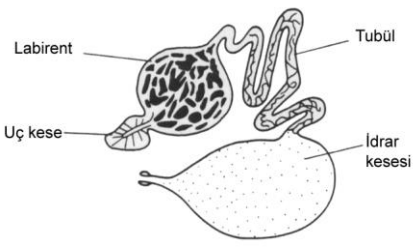
Krustase'lerin çoğu ekstremitelerinde yer alan solungaçlarla solunum yaparlar. Solungaçları genelde koksopoditlerin geniş yassı uzantıları halinde gelişen epipoditlerden orijinlenirler (Şek. 13.38). Yüzme hareketleriyle oksijen alırlar. Primitif olarak, solungaçlar her gövde ekstremitesinde bulunurlar. Ancak ortama uyum sonucu solungaç yüzeyinde genişleme olurken sayıca azalma meydana gelir ve böylece daha iyi oksijen elde etme imkanı doğar.



Şekil 13. 42. Yengecin sefalotorax'ının sağ yarısından enine kesit (Kesit solungaç odacıklarını göstermek üzere yürüme bacaklarının hizasından yapılmıştır

Bazı krustase gruplarında solungaçlar merkezi bir eksen etrafında çok sayıda flament içerir. Vücudun ön bölgesi solunumun büyük bir kısmının gerçekleştiği yerdir. Çünkü solungaçlar ağızın arka bölgesinde yoğunlaşmıştır. Süzüntü yiyicilerde solungaç taşıyan ekstremiteler veya bunlara komşu ekstremiteler bir su akımı oluştururlar. Karapaks, solunumla ilgili segmentleri çevrelediği zaman su akımının kontrol edildiği dar bir kanal oluşturur ve iç yüzeyi de oksijen alınmasında rol oynar (Şek. 13.42).

Entomostrak'ların çoğunda solungaç yoktur. Boyları küçük olduğu için ince kutikular yüzeyler difüzyonla solunumu sağlarlar. Karada yaşayan krustase'ler az da olsa bir solunum düzenlemesi (*isopoda* ve *decapoda* gruplarında izah edilecek) yapmış ve yaşamlarını nemli ortamlarda sınırlandırmışlardır. Krustase'lerin, sefalapod ve balıklardan daha düşük düzeyde oksijen tutabilme kapasiteleri vardır. Bazı krustase'ler örneğin deniz istakozları oksijene fazla gereksinim duyarlar ve oksijen miktarı azaldığı zaman metabolizmaları basit bir şekilde yavaşlar. Tatlı su istakozları ise oksijen gereksinimlerini karşılıyabilirler. Oksijen yoğunluğu düştüğü suyu havalandırarak dokuların gereksinimi olan sabit oksijeni sağlarlar.



Şekil 13. 43. Krustase'de antennal veya maxillar bez (sematik).

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Aquatik krustaseler'de vücut yüzeyinde meydana gelen difüzyon bu sistemle ilişkilidir. Solungaçlar özellikle boşaltım ve osmoregülas-yonun yapıldığı önemli yerlerdir. Çünkü hem difüz-yon hem aktif absorbsiyon hem de

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

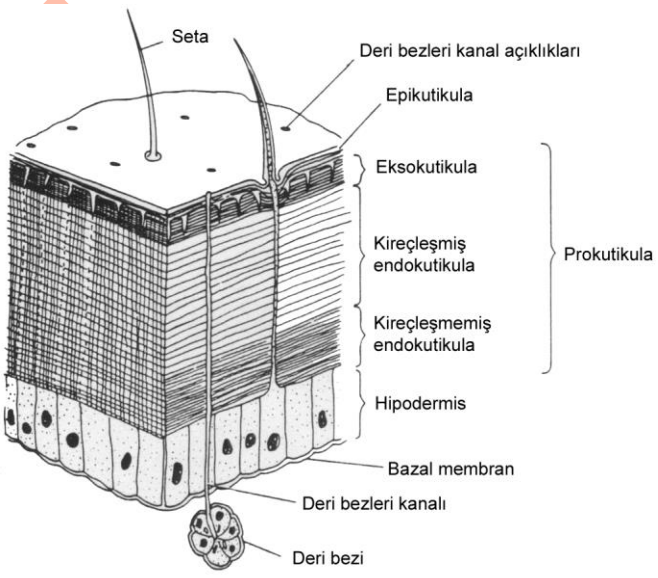
sekresyon oluşturabilirler.

Krustase'lerin malpigi tüpleri yoktur. Fakat baş bölgesinde koksal bezlere benzer boşaltım organları yer alır. Çift haldeki bu yapılar **antennal bezler** veya **maksillar bezler** olarak bilinirler. Bu ismi almaları boşaltım deliklerinin yer aldığı ekstremiteler nedeniyledir. Larval krustase'ler her iki tipi de içerirler fakat bu bez çiftlerinden biri ergin hale gelinmeden önce dejenere olur. Her bez bir kese ve bir tubül içermektedir (Şek. 13.43). Büyük krustase'lerin özellikle tatlısu türlerinin daha uzun ve kıvrıntılı tubülleri vardır. Denizel krustase'lerde azotlu artıkların % 90'ı amonyaktır. Tatlısu hatta karasal krustase'lerde de boşaltım maddesi amonyaktır. Amonyağın ileri düzeyde çözünebilir olması solungaçlar tarafından atılımına da olanak sağlar. Antennal ve maksillar bezler tıkansa bile amonyak aynı hızla solungaçlar kanalı ile atılabilir. Daha az çözünebilir artık maddeler örneğin ürik asit vücudu diğer sindirilmemiş maddelerle birlikte anüs yoluyla terkeder. Koksopoditlerde kümelenmiş nefrositler de katı artık maddeleri toplarlar.

Krustase'lerin çoğu osmotik basınca karşı duyarlıdırlar. Vücut sıvıları ile eşdeğer olmayan bir ortama bırakıldıklarında dengeyi sağlayana kadar su alır veya su kaybederler. Normal vücut hacimleri vücut içindeki tuz bileşeninin düzenlenmesi ile sağlanır. Amfipod'lar, isopod'lar ve dekapod'ların çoğu hafif tuzlu ve acı sularda osmoregülasyon yaparlar. *Artemia* türleri solungaçlarından sürekli tuz salgılayarak ve hipertonik üre oluşturarak sodyum klorit bakımından doymuş haldeki sularda yaşayabilirler. Tatlısu krustase'leri hipotonik üre oluşturabilirler ve solungaçları ile aktif olarak tuz absorplayabilirler.

Karasal krustase'lerde boşaltım ve osmoregülasyon organları iyi gelişmemiştir. Hipertonik üre oluşturulmaz ve suyun vücutta tutulması da fizyolojik olmaktan öte davranışsal yöntemler ile çözümlenmektedir.

Hareket



Krustase'ler denizlerde en aktif yaşamı olan gruplardandır. Çevresel koşullara bağlı olarak tatlısu türleri oldukça saldırgandır. Krustase'lerin hem iskelet hem de sinir-kas sistemleri tipik arthropod özelliği gösterdiği için

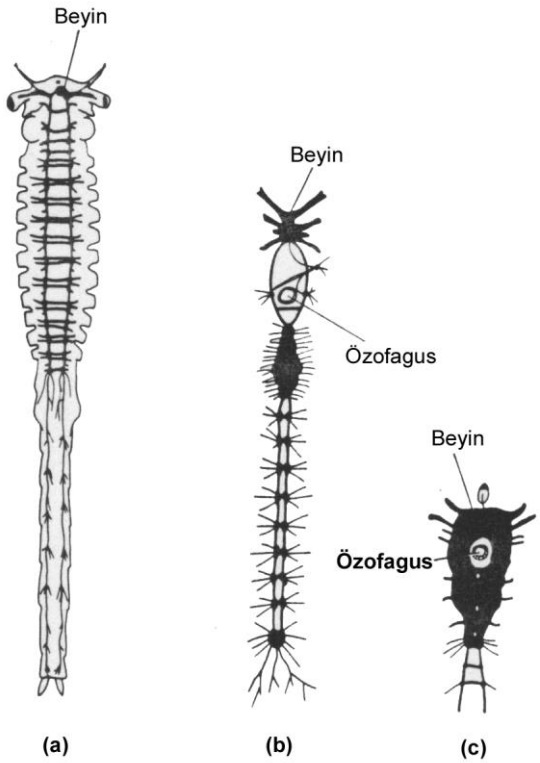
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

hareket etmede başarılıdırlar. Özelleşmiş duygu organlarına da sahiptirler.

Krustase'lerin dış iskeletleri kalsiyum karbonat ile oldukça desteklenmiş haldedir. Bu mineral tuz epikutikula ve prokutikulada depo edilmiştir (Şek. 13.44). Prokutikulada çok belirgin üç tabaka oluşmuştur. En dışta sepilenmiş ve kireçlen-miş eksokutikula, ortada sepilenmemiş fakat kireçleşmiş endokutikula ve en içte sepilenmemiş ve kireçlenmemiş endokutikula. Eksokutikula'daki pigment granülleri çoğu krustase'nin parlak renklerinin oluşmasında rol oynar. İskeletlerindeki tuz yoğunluğu gruplara göre değişkendir. Küçük entomostrak'larda düşük kalsiyum yoğunluğuna bağlı olarak kutikula oldukça ince ve esnektir.

Şekil 13. 44. Krustase integümentinden kesit.

Krustase'lerin kasları son derece gelişmiştir. Fleksör ve ekstensör kaslar eklemli ekstremitelerin yüzme, sürünme, atlama, oyma, besin alma, solunum ve üreme gibi fonksiyonlarına olanak sağlar. Büyük malakostrak'larda bu kas lifleri ve intersegmental gövde kasları yenebilen kısımlardır.



Şekil 13. 45. Krustase sinir sistemi:
a) Primitif Krustase (*Branchinecta*)'da sinir sistemi;
b) Stomotopoda'da sinir sistemi;
c) Yengeç'lerde (Brachyura) sinir sistemi.

Primitif krustase'lerde her segmentte çift ganglionlu ve çift ventral sinir şeritli bir ip merdiven sinir sistemi vardır (Şek. 13.45a). Stomatopod'larda median birleşmeler meydana gelir (Şek. 13.45b). Bu durum abdomeni uzun ve iyi gelişmiş diğer malakostrak'lar ile birçok entomostrak grubunda da görülür. Yengeç sinir sisteminde ise daha ileri düzeydeki birleşmeler sonucu tüm vücud gaglionları tek bir ventral kitle halini almıştır (Şek. 13.45c). Diğer gruplarda birleşmeler farklı düzeylerdedir.

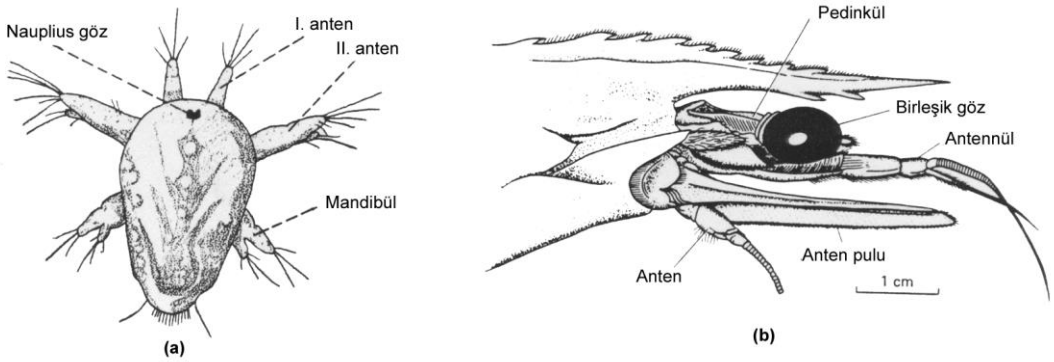
Krustase beyinleri üç kısımdır. Protocerebrum, deutocerebrum ve tritocerebrum. Protoserebrum, birleşik gözleri ve bulunması halinde median gözü (nokta göz) sinirlendirir. Deuteroserebrum I. antenleri (antennula) sinirlendirir. Tritoserebrum ise II. antenleri

Prof. Dr. Nevzat AKTAÇ

sinirlendirir. Ayrıca özofagusu çevreleyen konnektifler sinir kitlesini beyinle bağlantılı kılar. Beyinden aynı zamanda dorsal ve dorso-lateral konumlu dev aksonlar uzanır. Dorsal aksonlar tatlısu istakozu gibi uzun krustase'lerde vücut boyunca uzanırlar. Dorso-lateral aksonlar ise her gövde segmentindeki ganglionları birbiriyle bağlantılı kılar. Bu dev aksonlar hayvanın atlama, sıçrama gibi faaliyetlerini gerçekleştirmelerine aracılık ederler. Dorsal aksonlar uyaranlarını beyin yoluyla alıp aktarırken dorso-lateral aksonlar uyaranlarını bağlı oldukları her hangi bir ganglion yoluyla aktarırlar.

Duygu Organları

Krustase'ler; basit gözler, bileşik gözler, kemoreseptörler ve çeşitli dokunma duyusu merkezlerine sahiptirler. Larval safhada duygu organı olarak başın ortasında **nauplius göz** yer alır (Şek. 13.46a).



Şekil 13. 46. a) Nauplius larvası (Copepoda-*Cyclops fuscus*); b) Bileşik göz – Göz sapı (pedinkül'ün ucunda) (*Penaeus setiferus*).

Bu yapı pigment hücrelerinden oluşan küçük bir küme halindedir. Nauplius göz çoğu ergin krustase'de dejenere olmuştur. Ancak bazı entomostrak'larda temel görme organıdır. Ergin krustase'lerin çoğunda ise bileşik gözler tipik gözledir. Bunlar başın yan taraflarında yer alırlar ve **pedinkül** denilen optik bir sap içerirler (Şek. 13.46b). Pedinkül gözün görme alanını genişletir. Bazı malakostrak'lar 200° lik bir geniş açıda görme sağlayabilirler. Krustase'lerin çoğunda hayal oluşturma, ommatidyumların sayısına bağlı olarak oldukça zayıftır. Deniz istakozlarında 14.000 ommatidyum vardır ve cismin boyunu ve şeklini büyük ölçüde algılayabilirler. Bazı krustase gruplarında renkli görme de mümkündür.

Kemoreseptörler; antennüller, antenler ve ağıza yakın diğer ekletilerde yoğunlaşmışlardır.

Dokunma kılları bütün vücut yüzeyine yayılmış olup eklentilerde yoğun bir şekilde yer alırlar. Diğer bir duygu organ tipi ise **statosit**'ler olup dengede rol

Prof. Dr. N. AKTAÇ

oynarlar. Isıyı, sesi ve basıncı algılama da bazı krustase'ler için önemlidir. Su basıncını algılama, çoğu planktonik organizmanın vertikal hareketinde önemli rol oynar.

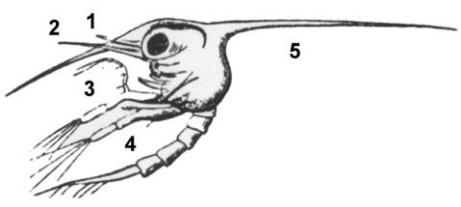
Krustase'ler çoğunlukla renkli hayvanlardır. Çoğu türde integümental pigmentler dallanmış kromotoforlarda yoğunlaşmışlardır. Kromotoforların dağılımı ve içlerindeki pigmentlerin düzenleniş şekilleri hayvanın renginin belirlenmesini sağlar. Böylece bir karides tamamen şeffaf bir görünüme sahipken daha sonra kırmızı, mavi veya siyah olabilir. Pigmentlerin yayılımı genelde gün ışığı ritmini izler. Örneğin bazı yengeçler gün esnasında koyu renkli olmakla beraber gece soluk renklidirler. Çevresel koşullar da pigmentasyonu etkiler. Karideslerin çoğu kamuflaj sağlamak üzere çeşitli renk değişikliği gösterebilirler. Krustase kromatoforları hormonal kontrol altındadırlar.

Bazı krustase'lerin öğrenme yetenekleri de vardır.

Üreme ve Gelişme

Krustase'lerde iç döllenme görülür ve çoğu tür kuluçkaya yatar. Serbest halde yüzen larval safhalar içerirler ve oldukça kompleks deri değiştirme kontrol mekanizmaları vardır. Eşeyler ayrıdır ancak birkaç subklasiste hermafroditlik te görülür. Hermafroditlik özellikle sirriped'lerde dikkat çekicidir. Krustase gonadları uzun bir çift organ olup orta barsağın üzerinde yer alırlar. Kanallar aşağı doğru iner, gonoforlar protopoditlerde veya sternal plaklarda sonlanır. Bazı krustase'lerde penis vardır. Ancak sperm transferi çoğunda özelleşmiş toraks ekstremiteleri (gonopod) ile yapılır. Diğer ekstremiteler ise kopulasyon esnasında dişiyi kaldırmaya yarar. Döllenmeden önce spermler genellikle dişi üreme kanalının ucunda yer alan reseptakulum seminis'te depo edilirler. Döllenmiş yumurtalar kuluçkaya yatırılırlar. Bazı krustese'lerde örneğin *Daphnia*' da iç kuluçka keseleri vardır. Birçok diğer entomostrak krustase'de, yumurtalar dişi tarafından salgılanan dış yumurta kesesinde depolanırlar. Dekapod'lar yumurtalarını abdominal ekstremitelerine yapıştırırlar.

Tipik bir krustase çeşitli larval evrelerden geçer. Bu evreler ve adları farklı ordolarda farklı farklıdır. İlk larval safha **nauplius**' tur (Şek. 13.46a). Nauplius larvası, tek median göz (nauplius göz) ile 3 çift ekstremitesinin bulunmasıyla karakteristiktir. Bu ekstremiteler antennülleri, antenleri ve mandibülleri temsil eder. Larval ekstremitelerde yer alan kıllar larvanın yüzme aktivitesini arttırır. Gövde,



Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

yeni segmentlerin peşpeşe deri değiştirmesi sonucu meydana gelir. Değişik sayıdaki gövde segmentleri oluştuğunda genç krustase **zoea** larvasına ulaşır (Şek. 13.47). Zoea larvasında gövde segmentleri yüzmede fonksiyoneldirler. Peşpeşe gelen deri değiştirme safhaları vücudun arka kısmının oluşumunu sağlar. Segmentlerin ve ekstremitelerin tamamlanmasından sonra **post larva** safhasına ulaşılır. Çoğu post larva ergine benzer bazı krustase gruplarında ergine ulaşıncaya kadar ayrıntılı bir metamorfoz geçirilir. Örneğin yengeç post larvası, ergin deri değiştirme safhasına gelindiğinde, uzun bir abdomene sahiptir ancak ergin hale gelindiğinde abdomen indirgenir ve toraksın altına doğru bükülür. Sülük ayaklılar post larval safhada serbest yüzebilme özelliklerini kaybetmişlerdir ve ergindeki sesil yaşama göre değişikliğe uğramışlardır. Parazit krustase'ler (özellikle kopepodlar) gelişmeleri esnasında dikkate değer derecede değişikliğe uğramışlardır.

Yüksek organizasyonlu krustase'lerde bu gelişim safhalarının herhangi biri veya hepsi gerilemiştir. Malakostrak'lar arasında beslenme özelliği gösteren bir nauplius safhası yoktur. Yengeç ve istakozlarda da bu safha deri değiştirmeye hazırlık safhası halindedir. Tatlısu istakozlarında tüm bu larval safhalar yumurta içinde geçirilir ve yumurtadan çıkışta artık genç birey halindedirler.

ÖZET

1. **Bilateral simetrili, metamerik omurgasızlar. Dış iskeletleri $CaCO_3$ ile güçlendirilmiş. Ekstremiteleri iki çatallı.**
2. **Sefalik ekstremiteleri çift haldeki antennül, anten, mandibül, birinci ve ikinci maxil olan arthropod'lar.**
3. **Solungaçlarla solunum yapan aquatik arthropod'lar.**
4. **İyi gelişmiş görme ve dokunum organlı, merkezi sinir sistemli ve dev aksonlu aktif omurgasızlar.**
5. **Predominant olarak diök protostom'lar. Gelişmeleri çeşitli larval safhalı.**

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Krustase'lerin sınıflandırılması :

Krustase'lerde sadece 27000 tür tanımlanmış olmasına karşın 8 subklasis ve 30' u aşkın ordo halinde sınıflandırılmışlardır. Bu ayırımda ekstremitelerin adaptasyonu, gövdenin bölgesel özelleşmesi, beslenme şekilleri, bulundukları habitatlar ve gelişme şekilleri dikkate alınmıştır. Eski sınıflandırmaya göre entomostrak' lar, malokostrak'lar dışındaki tüm diğer subklasisleri kapsamaktadır.

Klasis : *Crustacea*

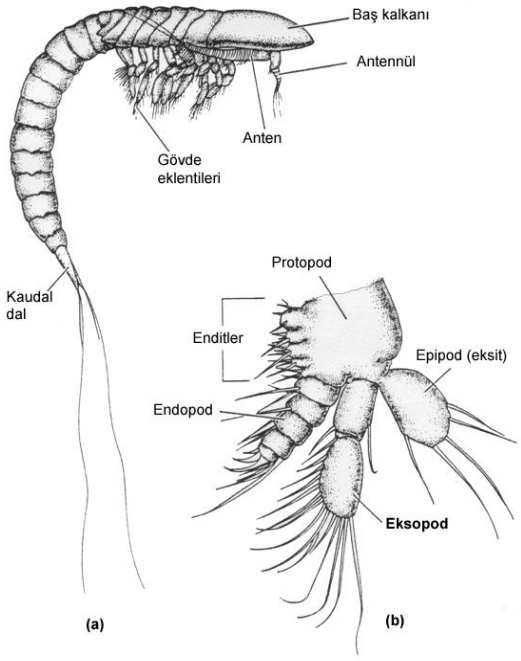
Subklasis	: ***Cephalocarida***	**Subklasis**	: ***Malacostraca***
Subklasis	: ***Branchiopoda***	Grup	: *Phyllocarida*
Ordo	: *Anostraca*	Ordo	: *Leptostraca*
Ordo	: *Diplostraca*	Grup	: *Eumalacostraca*
Subordo	: *Conchostraca*	**Superordo**	: ***Syncarida***
Subordo	: *Cladocera*	Ordo	: *Anaspidacea*
Subklasis	: ***Ostracoda***	Ordo	: *Bathynellacea*
Subklasis	: ***Copepoda***	Ordo	: *Stygocaridacea*
Subklasis	: ***Mystacocarida***	**Süperordo**	: ***Haplocarida***
Subklasis	: ***Branchiura***	Ordo	: *Stomatopoda*
Subklasis	: ***Cirripedia***	**Süperordo**	: ***Peracarida***
		Ordo	: *Mysidacea*
		Ordo	: *Cumacea*
		Ordo	: *Tanaidacea*
		Ordo	: *Isopoda*
		Ordo	: *Amphipoda*
		Süperordo	: ***Eucarida***
		Ordo	: *Euphausiacea*
		Ordo	: *Decapoda*
		Subordo	: *Natantia*
		Sectio	: *Penaidea*
		Sectio	: *Caridea*

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

	Sectio	: *Stenopodidea*
	Subordo	: *Reptantia*
	Sectio	: *Macrura*
	Sectio	: *Anomura*
	Sectio	: *Brachyura*

Subklasis : *Cephalocarida*

Sadece 4 türü tanımlanmıştır. Boyu 0.5 cm'den kısadır. Bu küçük hayvanlar kıyıların yumuşak dip çamurunda , çamur su karışımı Yüzeyinde yaşarlar. Başları yuvarlaktır. Toraksları 9 çift ekstremitelidir. Abdomenleri ekstremitesizdir (Şek. 13.48a). Telsondan 1 çift kaudal uzantı çıkar. Gözleri yoktur. Çünkü büyük bir olasılıkla çamurlu ortamda görme önemli değildir. Antennülleri ve antenleri kısadır. Mandibülleri basittir. Maksilleri ve toraks bacakları az çok benzerdir. İnce bacaklar 3 çatallı yapıdadır (Şek. 13.48b).



Şekil 13. 48. Sefalokarida: a) *Hutchinsoniella macracanta* (yandan görünüş); b) I. torax ekstremitesi (*Lightiella*).

Hermafrodit hayvanlardır. Yumurtalarını I. abdominal segmentteki eksternal yumurta kesesinde kuluçkaya yatırırlar. Metanauplius adı verilen ileri düzeyde gelişimi olan bir nauplius larvaları vardır. Primitif krustase'lerdir. Krustase filogenisi bakımından tartışılan bir gruptur.

Subklasis : *Branchiopoda*

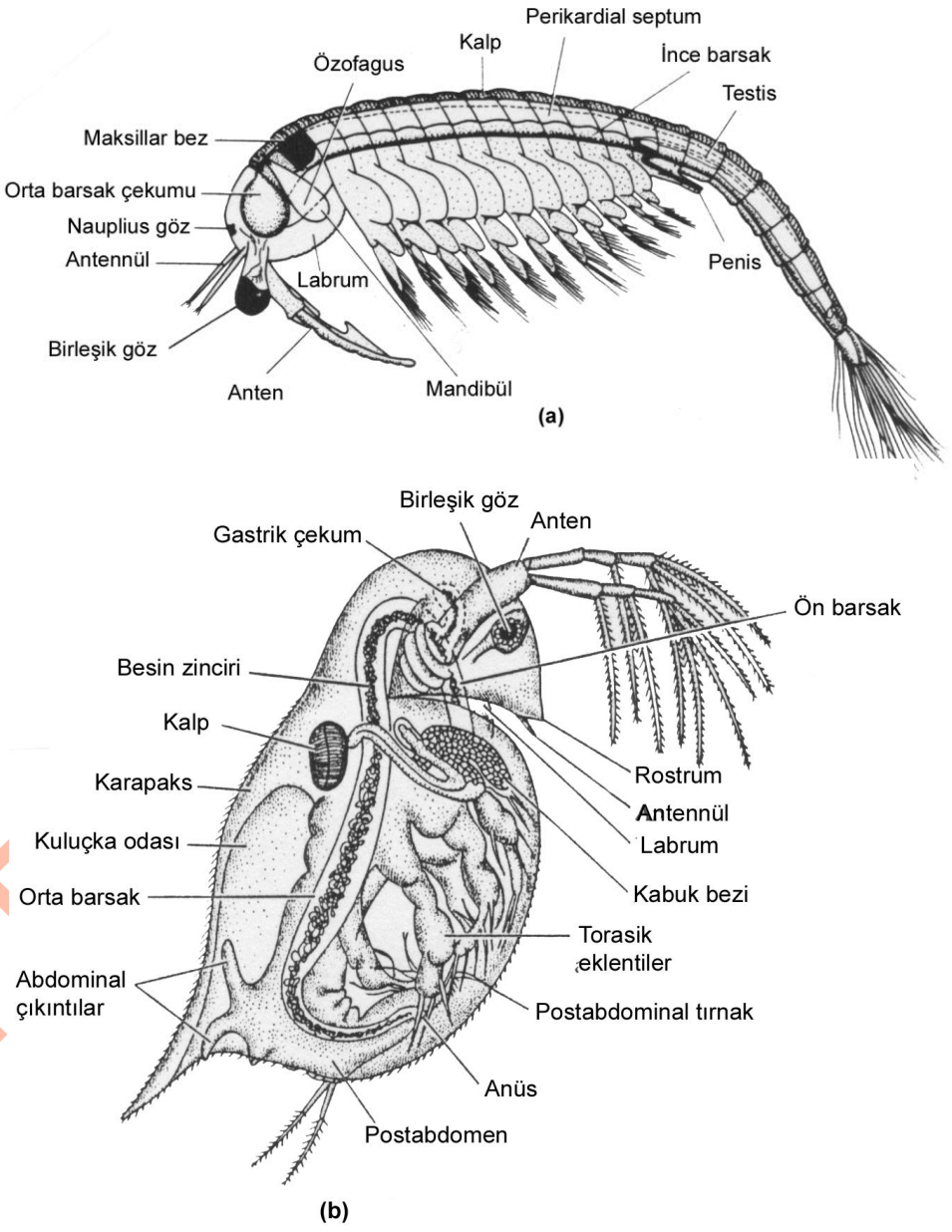
Brankiopod'lar; su pireleri, tuzla karidesleri gibi krustaseleri içeren diğer bir primitif gruptur. Bir kaç istisna ile tatlı sularda yaşarlar. Nispeten benzer segmentli bir gövde ile yassılaşmış ekstremiteler içerirler (Şek. 13.49a). Kıllarla donatılmış ekstremiteleri beslenmede, solunumda ve harekette önemlidir. Hepsinde vücudun tamamı karapaks ile örtülüdür. 800 tanımlanmış türleri vardır. Bu türler 3 ordoya dağılmışlardır: **Anostraca, Notostraca, Diplostraca**.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Anostraka'da vücut boyu 10 cm. kadardır. En primitif grup olmalarına karşın brankiopod'ların en büyük türlerini içerirler. karapaksları yoktur. *Artemia* en çok çalışılan ve bilinen türdür (Şek. 13.49a).

Notostraka'da büyük dorsal karapaks vardır ve vücudun ön tarafını örter. Karapaksın altında çok sayıda boğumlanmış segment yer alır. Segmentlerdeki eklenti sayısı 70 çift kadar olabilir. *Triops* en yaygın cinstir.

Diplostraka 2 subordo içerir: **Conchostraca ve Cladocera**.



Şekil 13. 1. Belirli bazı Arthropod gruplarının temsilcileri (Vücut bölümleri ve ekstremiteleri).

Konkostrak'lar midye karidesleri olarak bilinirler. Çünkü vücudun büyük bir kısmı iki parçalı bir kabuk tarafından örtülüdür. Kabuklar birbiriyle gerçek bir menteşe ile bağlantılı değildirler. *Cyzicus* bu alt takımın tipik örneğidir. Kladosera alttakımında ise su pireleri en çok çalışılan gruptur. Vücutları tıkız yapıdadır. 6 çiftten fazla gövde ekstremiteleri yoktur. Baş bölgesi hariç bütün vücut karapaks ile örtülüdür. Kladoser'ler denizel brankiopod'lar olmakla beraber, tatlısularda (göllerde ve ağır akan derelerde) da tek türle temsil edilmektedirler. En iyi bilinen cins *Daphnia*'dır (Şek. 13.49b).

Brankiopod'ların tümü süzüntü ile beslenirler. Sindirim kanalları basit bir tüp şeklinde olup özofagus, çekumlu mide ve barsak içerir. Gövde boyunca uzanan ve birkaç çift ostium içeren kalpleri vardır. Arter sistemleri iyi gelişmemiştir. Gövde ekstremiteleri solunumun esas merkezleri halindedir. Her ekstremitedeki epipoditler solungaç olarak adlandırılırlar. Boşaltım maksiller bezlerle sağlanır. Sinir sistemleri ip merdiveni andırır. Duygu organları bileşik gözler, nauplius gözleri, çeşitli dokunma duyusu algılayan yerler ve kemoreseptörlerdir. Çoğu brankiopod'un başı üzerinde yer alan frontal organ büyük bir olasılıkla kimyasal duyu organı niteliğindedir. I. antenler (antennül) indirgenmiş, buna karşın II. antenler büyümüş ve harekette de rol oynarlar. Çift haldeki gonopodlar genital sternite açılan basit kanallar halindedir. II. anten veya bir çift gövde ekstremitesi kopulasyon esnasında tutunmayı sağlar. Yavru bakımı yaygındır. Kladoser'lerde genç yavrular minyatür bir ergin haline gelinceye kadar sırt tarafında yer alan odacıkta kalırlar. Diğer brankiopod'larda nauplius larvası serbest halde yaşamın ilk evresini oluşturur. Partenogenez uygun koşullardaki büyüme peryodlarında yaygındır. Partenogenetik yumurtalar ince kabukludurlar ve kuluçka süreleri kısadır. Yaz aylarında büyük miktarda partenogenetik populasyonlar oluşur. Şartların elverişsiz olması halinde ise (örneğin kış aylarında) eşeysel bireyler oluşturulur. Döllenmiş yumurtalar kalın bir kabukla çevrilidir, böylece gelişme geciktirilmiş olur. Kalın kabuklu brankiopod yumurtaları kurumaya, donmaya ve ısıya karşı son derece dayanıklıdır. Kuş, memeli ve böceklerin bacakları vasıtasıyla bir yerden başka bir yere taşınırlar. Bu yayılma kapasiteleri ve hızlı büyümeleri sonucu geçici sularda aniden görülürler.

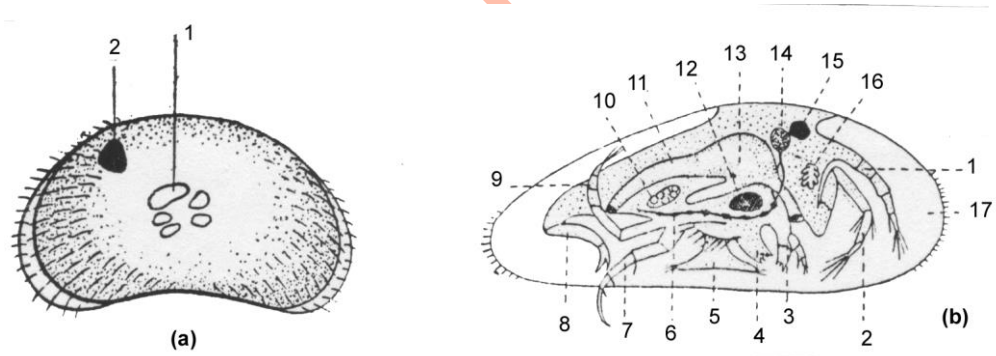
Subklasis *: Ostracoda*

Ostrakod' lar midye istakozları olup yüzeysel olarak midyelere benzerler. Vücutlarının tamamı iki parçalı karapaksla çevrilidir (Şek. 13.50a). Karapaksın fosil kalıntıları kambrien'den günümüze kadar 10.000 türün tanımlanmasını sağlamıştır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Fosilleri genellikle petrol yataklarında bulunduğu için iyi tanınmalarına neden olmuştur. Günümüzde yaşayan 2000 türü vardır ve bunların 2/3'ü denizeldir. Genellikle sığ ve organik bakımdan zengin suları tercih etmekle beraber bazı türleri planktoniktirler veya tamamen dibe bağlıdırlar. Tatlısu türleri oldukça yaygındır. Birkaç türü de Yeni Zelanda ve Güney Afrika'nın nemli ormanlarında yaşar. İki parçalı kabukları dorsalde kireçleşmemiş haldeki kutikular bir askı ile tutunmuş haldedir. Adduktor kasları karapaks parçalarını kapatırken kutikular askıyı da gerer. Karapaks boyunca yer alan kapama çentikleri karapaksı sürekli olarak kapalı halde tutar. Adduktor kaslar gevşediği zaman kabuk askılarının elastikiyeti ile kabuk parçaları açılır.

Baş, vücudun büyük bir kısmını oluşturur. Anten çiftleri büyük ve tüy görünümündedir. Bazı ostrakod'larda bu ekstremiteler karapaksın kapalı olması halinde bile çentiklerinden dışarı doğru uzatılabilirler. Öğütücü mandibüller ağızı çevreler. Mandibülleri çift haldeki maksiller izler. II. maksil, kalın kıllı olabilir fakat çoğu kez bacak şeklindedir ve toraks bacaklarına benzer. Gövde son derece küçülmüştür. Segmentasyon azalmıştır ve 2 çiftten fazla bacak içermezler. II. maksil ve gövde ekstremiteleri harekette, besin yakalamada, kabuk bakımında ve eşeysel tutunmada görev yapar. Vücudun posteriöründe bir çift kaudal uzantı yer alır (Şek. 13.50b).



Şekil 13. 50. Ostrakoda: a) *Cypris* (dış görünüş), b) *Cypris*. Sağ tarafın karapaks parçası kesilmiş ve yalnız bir tarafın ekstremiteleri gösterilmiştir. 1. birinci anten, 2. ikinci anten, 3. mandibül, 4. birinci maksil, 5. ilk toraks ekstremitesi, 6. karın gangliyonları, 7. ikinci toraks ekstremitesi, 8. abdomen, 9. üçüncü toraks ekstremitesi, 10. ovaryum, 11. barsak, 12. kabuk kapama kası, 13. mide, 14. beyin ganliyonu, 15. göz, 16. anten bezi, 17. sol tarafın karapaks parçası.

Midye istakozlarının çoğu süzüntü yiyicidirler. Maksiller ve torasik ekstremiteler oral bölgede su akımı oluştururlar. Mandibüller, maksiller ve/veya gövdeye ait I. ekstremite çiftindeki kıllar asılı haldeki organik materyali yakalarlar.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Canlı ve ölü bitkisel ve hayvansal materyal mukusla kaplandıktan sonra çiğnenmek üzere mandibüllere aktarılır. Beslenme esnasında bir miktar çamur da yutulur.

Bazı ostrakod'larda antenler ve mandibüllerle küçük omurgasızlar avlanırlar sonra çiğnenip yenirler. Bu grubun çoğu türü sadece 1 mm boydadır, o nedenle de ostrakod avları narin ve küçüktür. Pelajik form olan *Gigantocypris* 30 cm uzunluğu ile istisna oluşturur ve küçük balıklarla beslenir. Beslenmeye bağlı olarak sindirim sistemlerinde öğütücü kısımlar veya kitin yüzeyler bulunabilir. Mide, sindirime yönelik bir çekum içerir.

Ostrakod'ların çoğunda özelleşmiş solunum ve dolaşım organları yoktur. İntegümentteki gaz alış verişi yeterli olmaktadır. Karapaks duvarları arasındaki kan dolaşımı yeterli iç taşımayı sağlar. Boşaltım organları hem antennal hem de maksiller bezlerdir.

Merkezi sinir sistemleri belli bir yerde yoğunlaşmış halde değildir. Duygu organları gözler ile vücutta dağınık halde yer alan çok sayıdaki kıllardır. Tek nauplius gözleri, bir çift basit osellusları veya bileşik gözleri bulunabilir. Bazılarında görme organı yoktur. Antenler bir veya iki çifttir, hareketi sağlar. Oyucu türlerde I. anten yapışabilme özelliğine sahiptir. Dipte yaşayanlarda karapaks oldukça kalındır. Yüzenlerde ise ince duvarlı kalkan şeklindedir. Bazı denizel türlerde labral bezler mavimsi renkte parlayıcı salgıda bulunurlar.

Dişi üreme sisteminde bir çift ovaryum, yumurta kanalları, reseptakulum seminis ve çift halde gonoporlar vardır. Erkekte de çift halde testisler, sperm kanalları, fışkırtma kanalı yer alır ve gövdenin posteriöründe çift haldeki kutikular penise açılırlar. Bazı ostrakod spermleri, ergin erkeğin boyundan daha uzun olabilir. Dünyada en büyük spermler Avustralya'da yaşayan *Platycypris* cinsine aittir. Bu erkek gametler 10 m boydadır (insan spermi ise sadece 0.06 mm boydadır).

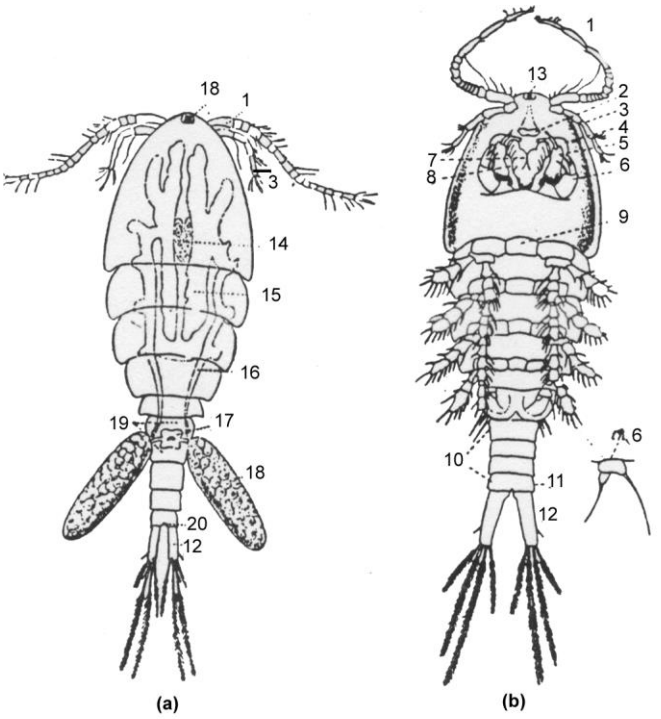
Döllenmeden sonra ostrakod yumurtaları bitkilere veya diğer dip materyaline tutunurlar. Tatlısuda yaşayanlar dişinin kuluçka kesesinde gelişirler. Gelişmeleri esnasında koruyucu iki parçalı karapaksı olan nauplius larvası meydana gelir. Tatlısu ostrakodları daha kısa ömürlüdürler. Hem partenogenetik hem de eşeyli üreme gösterirler.

Subklasis : *Copepoda*

4500 tür içerirler. Tatlısu ve denizde son derece yaygın olmakla beraber, yosunlar ve nemli humus arasında da yaşarlar. Bu subklasisteki türlerin 1/4'ü parazittir. Kopepod'lardaki birey sayısının tüm diğer organizmaların toplamından

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

fazla olduğu varsayılmaktadır. Kozmopolitan olan *Calanus*'un dünyada en yaygın cins olduğu söylenebilir. Kopepod'lar açık denizlerin en önemli I. tüketicileridir. Kendileri de daha büyük omurgalılar ve balıklar tarafından tüketilirler.



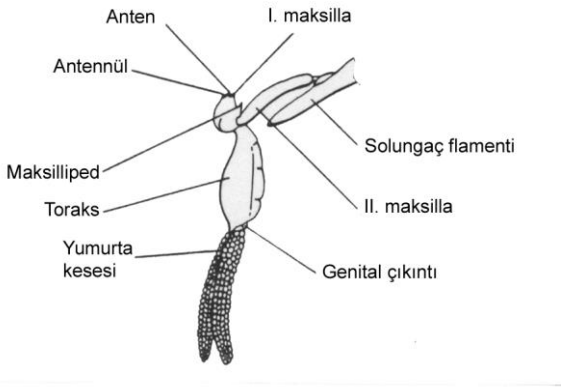
Şekil 13. 51. *Cyclops*. a) Dişi hayvanın sırt tarafı. b) Erkek hayvanın karın tarafı, 1. birinci anten,2.üst dudak, 3. ikinci anten, 4. mandibül, 5. birinci maksil, 6. ikinci maksil, 7. paragnat, 8. Maksilliped, 9. kopula, 10. abdomen,11. telson, 12. furka, 13. göz, 14. ovaryum, 15. uterus,16. ovidukt, 17. sperma haznesi, 18. yumurta torbası, 19. son toraks segmenti ile ilk abdomen segmentinin kaynaşmasından oluşmuş bileşik segment, 20. anüs.

Tatlısuda yaşayan *Cyclops* cinsi de çevrelerindeki besin zincirinde benzer rolü oynarlar (Şek. 13.51a,b). Serbest yaşayan türler 2 mm'den uzun olabilirler. Yuvarlaklaşmış başları tipik sefalik eklentileri taşıyan segment ile 1-2 çift gövde segmenti içerebilir (Şek. 13.51a,b). I. anten veya antennülleri harekette, besin yakalamada ve kopulasyonda görev yapabilecek şekilde bir yapı kazanmıştır. Duysal özellikli II. anten ise genelde küçülmüştür. Mandibüller ağızı yanlardan sarar. Her iki maksilliped çiftinde yassılaşmış gnathobaz'ları vardır. Sonraki segmentlere ait iki çift maksilliped besin elde etmek üzere değişikliğe uğramıştır. 3-5 torasik segmentlere ait ekstremiteler, hareketi sağlayan bacaklar şeklinde olduğu gibi bazıları da cinsel birleşmeye yardımcı olacak şekilde değişikliğe uğrayabilirler. Abdomen ekstremite taşımayan ve geriye doğru uzanan 4 segmentli bir yapıda olup iki kaudal uzantı içerir.

Besinlerini bazı fitoplank-ton ve protozoon'lar oluşturur. Bazı yırtıcı türler küçük omurgasızları avlayabilirler. Büyük alglerle beslenenleri de vardır. Sindirim kanalları basit kaslı bir özofagus içerir. Mide çekumları seyrek olarak bulunabilir.

Prof. Nihat AKTAÇ

Binden fazla türü parazittir. Bu türler serbest yaşayan türlerden daha büyüktürler ve daha çok kurt şeklini almışlardır. Bir balina paraziti olan *Pennella* 1/3 m boyda olabilir. Balık solungaçlarında ektoparazitlik oldukça yaygındır (Şek. 13.52). Poliket'ler, ekinoderm'ler, mollusk'lar ve askidialar'da parazit olarak yaşarlar. Ektoparazitlerde torasik bacaklar küçülmüşken endoparazit türlerde tüm ekstremiteler atrofiye olmuştur. Parazit yaşayan türlerdeki bu yaşamla ilgili en ileri düzeydeki adaptasyonları, ağız parçalarının bulunmayışı ve besinlerin integüment yoluyla absorblanışıdır.



Şekil 13. 52. Parazit Kopepod (*Salmincola salmonea* – balık solungaç paraziti).

Çoğunda dolaşım sistemi yoktur. Barsağın peristaltik hareketi hemolenf sirkülasyonunu sağlar. İntegüment yoluyla gaz alış verişi yapıldığı için solungaçları da yoktur. Larval safhada anten bezleri boşaltımda aktif rol oynar. Erginlerde ise bu görevi maksiller bezler yüklenmiştir.

Çoğu türde ventral sinir şeridi ile segmental ganglionlar medianda birleşirler. Duygu organları; ekstremitelerde yer alan dokunma kılları, kemoreseptörler ve mediandaki gözdür. Median göz larval nauplius gözden meydana gelir ve 3 osellusun birleşmesi ile oluşur. Bileşik gözler bu grupta bilinmemektedir.

Kopepod'lar, suda asılı halde durur, yüzer ve sürünerek yaşarlar. Tüy şeklindeki antenler ve kaudal uzantıları suda asılı durmalarını sağlar. Planktonik türler kıllı torasik ekstremiteleri ile yüzerler. Günlük vertikal göçleri yaygındır. Gün esnasında gün ışığının etkisinden ve predatörlerden sakınmak üzere dibe inerler. Geceleri ise daha emniyetli olduğu için su yüzeyine çıkarlar. Bentik kopepod'lar, antennüller küçük olduğu için torasik bacakları ile yürürler. Bazı kurt benzeri türler ise kum taneleri arasında dalga halinde yüzerler.

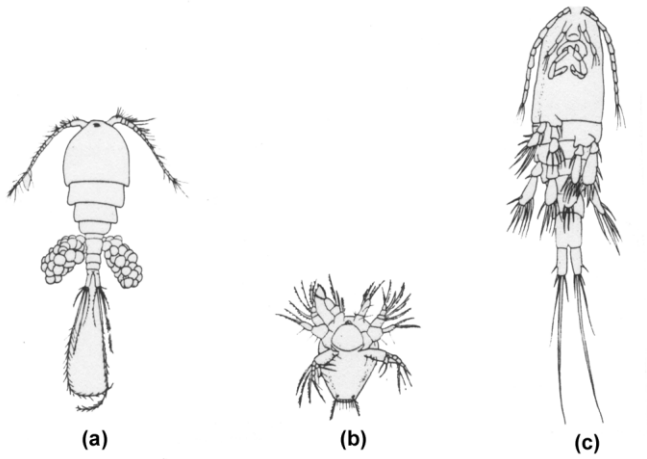
Ovaryumlar tek veya çifttir. Oviduktlar, lateral divertiküler bölgeler içerirler. Yumurtalar döllenmeye buralarda hazırlanırlar. Gonoporlar I. abdominal segmenttedir. Bu segment aynı zamanda reseptakulum seminis açıklıklarını da içerir. Çoğu kopepod tek testislidir. Erkek gonopor kıvrıntılı sperm kanalı ile yine I. abdominal segmentte yer alır.

Erkek kopepod dişiyi büyümüş antennülü ve/veya maksilliped'leri ile yakalar. Ayrıca son torasik ekstremitelere ait tırnaklar da dişi abdomenini tutmaya yarar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Torasik ekstremiteler böylece spermleri dişinin reseptakulum seminis açıklığına bırakırlar.

Döllenme ve yumurtaların depolanması birkaç günde olur. Çoğu planktonik tür yumurtalarını basit bir şekilde suya bırakırken diğerleri yumurta kesesi salgılarlar. Bu kese suya bırakılır veya dişinin toraks ekstremiteleri tarafından taşınır (Şek. 13.53a). Yumurtadan nauplius larvası gelişir (Şek. 13.53b) ve genç haldeki **kopepodit'**e dönüşür (Şek. 13.53c). Kopepodit ergin benzeridir ancak gövdesi tam olarak gelişmemiştir. Nauplius larvası kopepodite dönüşmeden 6 instar dönemi geçirir. Ergin hale gelmek için de 5 deri değiştirme safhası daha geçirir. Dış segmentasyon ilk kopepodit safhada belirmeye başlar. Eşeysel dimorfizm ise 3. instar safhada belirir. Ergin kopepod deri değiştirmez.



Şekil 13. 53. a) Dişi *Macrocyclops ater* (yumurta kesesi); b) *Cyclops*'un nauplius larvası; c) *Cyclops*'ta kopepodid safha.

Tatlısuda yaşayanlarda uygun olmayan koşullarda kalın kabuklu yumurtalar bırakılır. Eşeysel dimorfizm çok belirgindir. Çünkü dişi, erkeğe oranla daha çok parazitiktir. Ektoparazit kopepodlarda erkek, konağın vücudu üzerinde dolaşırken dişi, konağa sürekli olarak tutunmuş halde durur. Bazı türlerde erkek, üreme peryodu dışında serbest halde yaşar, diğer bazı türlerde küçülmüştür ve dişinin vücudu üzerinde yaşar. Bu tür dimorfizm eşeysel üremeyi kolaylaştırır.

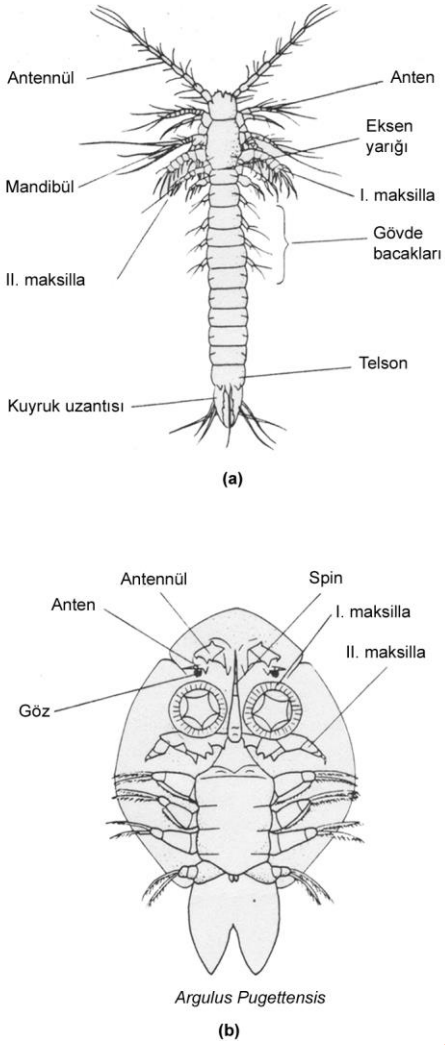
Çoğu parazit kopepod'ta serbest haldeki larval safha türün yayılmasına olanak sağlar.

Subklasis : *Mystacocarida - Branchiura*

Bu iki küçük entomostrak subklasisi çeşitli yönleriyle kopepod'lara benzerler. Mystasokarid'lerin kıyıdaki kum taneleri arasında yaşayan sadece 3 türü vardır. Brankiura ise ektoparazitik grup olup 75 tür içerir.

Kurt şeklindeki mystasokarid'lerde vücut 0.5 mm'den daha kısa boydadır (Şek. 13.54a). Büyük ve kıllı antennüller yüzen kopepod'larınkine benzer. Mandibülleri uzamış ve gövdenin I. segmentine ait ekstremiteleri maksilliped şeklini almıştır. Gövdenin geriye kalan 4 çift bacağı son derece kısadır ve yassılaşmıştır.

Prof. Dr. M. Nurat AKTAÇ



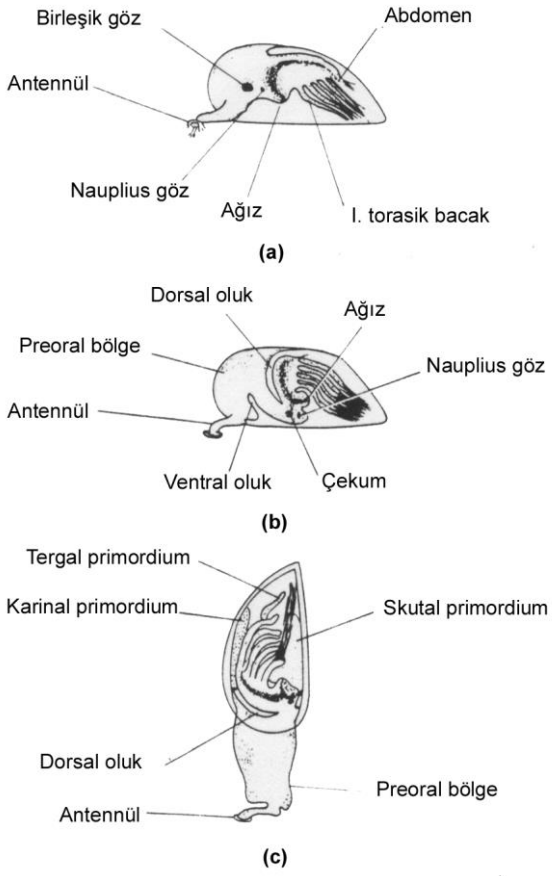
Şekil 13. 54. a) Mistasokarid (*Derocheilocaris remanei*)'nin dorsalden görünüşü; b) Brankiur (*Argulus pugettensis*)'in ventralden görünüşü.

Vücudun arka kısmı ekstremitesizdir. Telsonla sonlanır ve kısa kaudal uzantı içerir. Mystasokarid'ler detritus ve mikroorganizmalarla beslenirler. İç yapıları az bilinmektedir. Kalpleri ve mide çekumları yoktur. Kutikulaları incedir, diffüzyonla solunum ve boşaltımı sağlarlar. 2. antenleri ve mandibülleri yürüme bacakları halindedir. Erginde nauplius göz vardır. Mystasokarid'ler dioktürler ve yumurtadan nauplius larvası gelişir.

Brankiur'lar balık ve amfibi'lerde ektoparazittirler. Parazit kopepod'ların çoğu özelliğini paylaşmakla birlikte bileşik gözleri ve dorso-ventral olarak yassılaşmış ve vücudun büyük bir kısmını örten karapakslarının bulunuşu ile kopepod'lardan ayrılırlar (Şek. 13.54b). İki çift antenleri de küçülmüştür ve diğer baş ekstremiteleri gibi parazitik tutunmaya yönelik değişikliğe uğramış olabilirler. Antennüller ve II. maksillerin uç kısımlarında terminal tırnaklar yer alır. I. maksil çifti vantuz oluşturabilir. Üst ve alt dudak sindirim kanalına açılan tüp şeklinde bir yapı oluşturur. Konakların deri veya solungaçlarına tutunarak kan ve mukus emerler. Orta barsaklarında büyük bir çekum vardır. Bir çift ostium içeren kalpleri vardır. Kanları hemoglobin içerir.

Maksillipedleri farklılaşmamıştır. 4 çift olan gövde ekstremiteleri büyük ve kıllıdır. Bu ekstremitelerle yüzer ve cinsel temas için bir konaktan diğerine geçerler. Ayrı eşeylidirler. Kopulasyon konak vücudunda gerçekleşir. Yumurtalar dipte gelişir. Tüm ekstremiteler fonksiyonel hale gelmeden yumurtadan çıkmazlar. Genç krustase daha sonra konağını bulmak üzere yukarıya doğru çıkar.

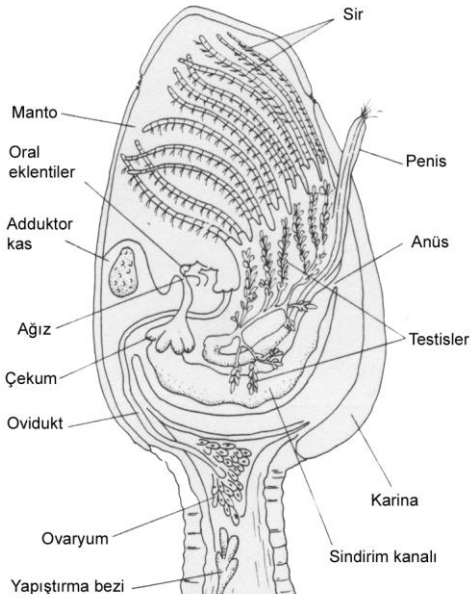
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 13. 55. *Lepas*'ta metamorfozun çeşitli safhaları: a) Serbest yüzen *Cypris* larvası; b) Metamorfoz geçirmekte olan tutunmuş haldeki *Cypris*; c) Metamorfozun ileri safhasında *Cypris*.

Subklasis : *Cirripedia*

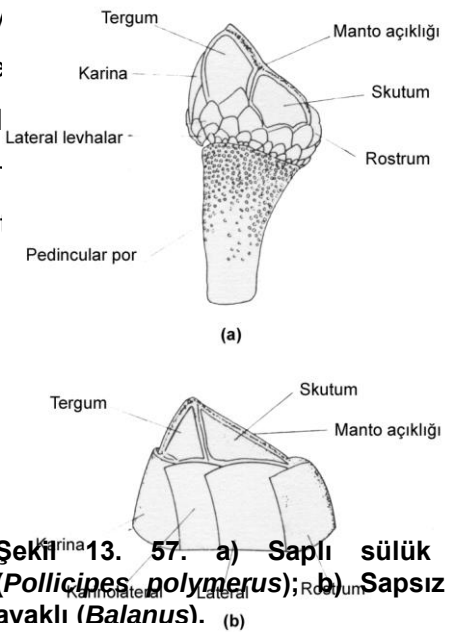
Kayalık sahiller ve limanlar, sülük ayaklılar olarak adlandırılan sirriped'lerin barındıkları yerlerdir. Sessil yaşıyan sirriped'ler XIX. y.y'a kadar mollusk olarak sınıflandırılmışlardır fakat günümüzde krustase'lerin bir altklasisi olarak ayrılmışlardır. Kalın kalkerli kabukları ile ilk bakışta bazı mollusk'lara benzerler. Ancak larval safhaları ve iç anatomileri ile belirgin bir şekilde krustase'leri yansıtırlar. Tanımlanmış 900 türleri vardır. Bu türlerin 1/3'ü parazittir. Sessil yaşam tarzları; özel vücut yapıları ve hermafroditik üreme sistemi ile desteklenmiştir. Sirripedlerin çoğu canlı olduğu kadar cansız substratlara da tutundukları için parazitlik yaygın olarak görülür. Parazitik modifikasyonlar son derece ileri düzeyde olduğu için serbest yaşayanlar ve parazit yaşayanlar ayrı ayrı incelenecektir.



Şekil 13. 56. Sülük ayaklıların anatomisi.

ik Ayaklılar

eklini algılay ı olan
gerekmekte alı bir
bir ostrakod rva bir
illerin yanır salgı
ı zemine tu



Şekil 13. 57. a) Saplı sülük ayaklı (*Pollicipes polymerus*); b) Sapsız sülük ayaklı (*Balanus*).

Prof. Dr. M. Vinal AKTAÇ

Larval kapaklar ergin mantosunu sınırlar. Bu mantonun iç yüzeyi vücudun etrafındaki büyük boşluğu çevreler (Şek. 13.56). Dışta ise manto belirgin haldeki kabuğu oluşturan kalkerli plakları salgılar. Vücut, mollusk benzeri bu kabuk içinde değişikliğe uğramış krustase özelliklerini gösterir. Vücudun baş bölgesi manto duvarına tutunurken gövde manto boşluğunda serbestçe uzanır.

Baş ekstremiteleri bir çift mandibül ve bir çift maksilliped içerir. Üst dudak çıkıntı halindedir ve birleşmiş haldeki II. maksiller posteriör dudağı oluşturur. İyi gelişmiş 6 çift torasik bacakları vardır ve kabuğun apikal açıklığına doğru uzanırlar. Bu bacakların her biri **cirri** adı verilen iki dal içerir ve bu dallar üzerinde de temizleyici kıllar yer alır.

Sirriped'lerin kabukları dıştan bir seri plak içerir. Sirriped'ler saplı ya da sapsız olabilirler. Saplı olanlar zemine preoral ucun uzamasıyla oluşmuş **pedünkül** adı verilen bir sap vasıtasıyla tutunmuştur (Şek. 13.57a). Bu sap distalde kalkerli yapıda olan ve manto ile vücudu çevreleyen kafes şeklindeki **kapitulum**'u destekler. Kapitulum Cypris larvasında olduğu gibi çift halde kapaklar içerir. Bu tür açılabilen kapaklar avlanma esnasında sülük ayaklıya son derece yarar sağlar.

Bir grupta kabuk bir karina ile desteklenmiş haldedir. İki çift haldeki **tergum** ve **scutum** adı verilen plaklar apikalde birleşerek kabuk açıklığını güçlendirirler. Kabuk açıklığının büyüklüğü sukutum arasındaki adduktor kaslarla sağlanır. Bu tür kabuklu sülük ayaklılar "lepadit"ler olarak adlandırılırlar. *Lepas* bu grubun tipik temsilcisidir. Uzun ve etsi yapıdaki pedinkülü yüzen objelere tutunur veya daha büyük nektonik hayvanlara kommensal olarak tutunur.

Sülük ayaklıların bir diğer grubu ise skalpellid 'lerdir. Bu grupta pedinkül halka şeklinde kalkerli plaklarla çevrilmiştir. Bu plaklar aynı zamanda kapitulumun kaidesini çevrelerler. Büyük bir karina ve karşısında da rostrumu içerirler (Şek. 13.57a). Rostrum başın manto duvarına tutunduğu boşluğun dışına doğru uzanır. Çeşitli sayıdaki ve çift haldeki yan plaklar rostrum ve karinayı birbiri ile birleştirir ve böylece kapitulumun kaidesinde kalkerli bir halka oluşur. Plaklardan oluşan bu bazal halka tergum ve sukutumu daha apikal konumda tutarlar (Şek. 13.57a). Tipik temsilcileri mercan kayalıkları oyarak yaşayan *Scalpellum* 'dur.

Skalpellid'ler arasında sapsız olanlar da vardır. Bunlarda pedinkül yoktur ve yassılaşmış preoral disk doğrudan doğruya zemine tutunur. Balanomorflar olarak adlandırılan sapsız sülük ayaklılar profillerini küçülttükleri için kayalık yerlerde gelgit zonunda ve dalgalı sularda yaşayabilirler. Bunlarda kabuk bir halka oluşturur. Bu halkada karina, karinolateral, lateral, rostrolateral ve rostrum olarak adlandırılan

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

plaklar vardır. Bu plaklar arasında kaynaşmalar da görülebilir. Örneğin *Balanus*' ta rostrolateral plaklar rostrum ile kaynaşmış haldedir (Şek. 13.57b).

Serbest halde yaşayan sülük ayaklılar besinlerini çatallı ve kıllı bacakları ile yakalarlar. Tergum ve sukutum açıldığında bu bacaklar uzanır ve ritmik olarak oluşturulan su akımı ile planktonik besinleri toplarlar veya su akımına karşı bacaklarını hareketsiz tutarak besinleri yakalarlar.

Sindirim kanalları basittir. Oyucu olanlarda öğütücü mide vardır. Midenin ön ucundan bir çift çekum uzanır.

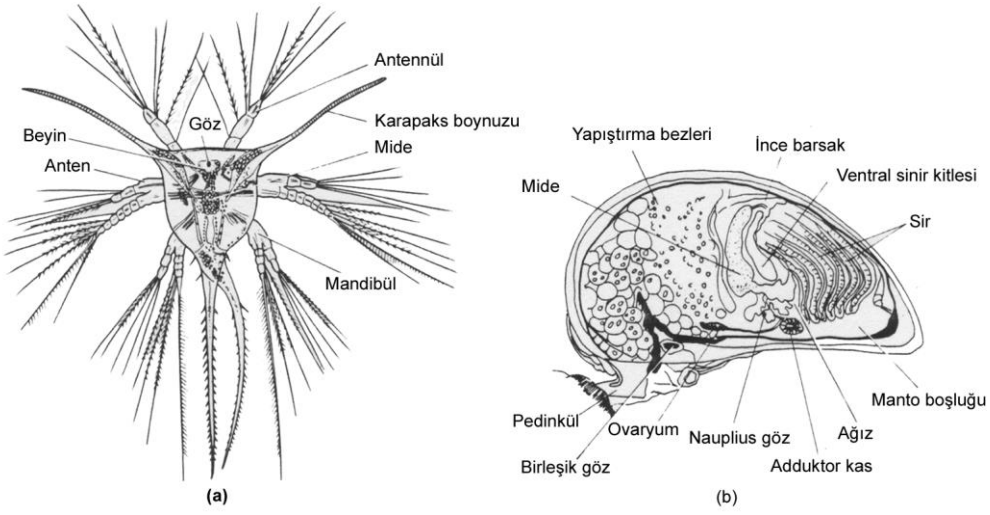
Kalpleri ve arter sistemleri yoktur fakat hemosölik membranları merkezi sinüslere ve manto duvarına doğru kan akımı oluştururlar. Solunumda gaz alış verişi manto duvarları ve torasik bacaklar boyunca gerçekleşir. Gelgit zonunda yaşayanlar su geri çekildiği zaman solunum yüzeylerini korumak amacıyla kabuklarını sıkıca kapatırlar. Metabolik hızları da yavaştır. Boyları birkaç cm'den küçük olanlarda, pedinkülü 75 cm uzunlukta olabilen bazı *Lepas* türlerinde ve hatta 12 cm kadar genişliğe ulaşabilen *Balanus* türlerinde bile kalbin, arterlerin ve solungaçların aynı gelişimi göstermesi, sülük ayaklıların krustase'lerden orijinlendiklerini göstermektedir.

Boşaltım organları maksiller bezlerdir. Boşaltım tubülleri uzun ve kıvrıktır.

Sinir sistemleri sirkumözofageal halka ile çeşitli şekillerde bir araya gelmiş ventral sinir ağından ibarettir. Bazı erginlerde nauplius göz kalıcıdır.

Sesil yaşam tarzına uygun olarak, çoğunda hermafroditik üreme sistemi vardır. Kendi kendini dölleme de görülebilir. Ovaryumlar saplı olanlarda pedinkülde, diğer formlarda ise kaidede veya manto duvarında yer alır. Çift haldeki oviduktlar I. torasik eklentilerin altına açılırlar. Erkek üreme sisteminde testisler ve kanalları çok uzun olan penise uzanırlar.

Çoğunda embriyonal gelişim manto boşluğundaki yumurta kesesinde gerçekleşir. Bir dişiden 10.000' den fazla nauplius larvası meydana gelebilir. Nauplius larvasının 3 yanlı karapaksı ve çift halde sefalik ekstremiteleri vardır (Şek.



Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

13.58a). Bu larvadan sonra cypris larvası gelişir (Şek. 13.58b) ve bu safhadan sonra da 6 instar dönemi geçirilir. *Cypris* larvası beslenmez sadece kendine tutunacak yer arar.

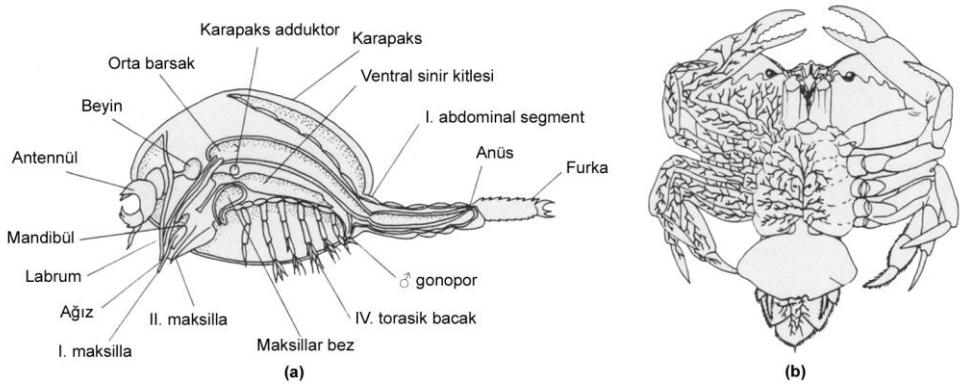
Şekil 13. 58. Sülük ayaklı larvaları: a) *Lepas fascicularis*'in Nauplius larvası; b) *Lepas australis*'in *Cypris* larvası.

Gemi ve iskele direklerine yoğun bir şekilde tutunarak yaşayan sülük ayaklılar "fouling olayı" na neden olurlar. Gemi altlarına tutunduklarında geminin hızını dikkate değer derecede keserler.

Cypris larvasının anteriör ucu, yapışma bezinin salgısı ile zemine çabucak yapışır. Bu salgı omurgasızlar arasında en güçlü yapışıcı maddedir. Preoral uç, antennüller ve yapışma bezi ile birlikte saplı olanlarda pedinkülü, sapsız olanlarda ise kaideyi oluşturmak üzere gelişir. Vücudun rotasyonu ve cirri'lerin (ekstremite kolları) uzaması sonucu ergin hale gelinir. Tutunmayı izleyen ilk ekdisiste kabuk plakları oluşmaya başlar. Manto salgısının sürekli salgılanması ile kabuk uzar ve kalınlaşır.

Parazit Sülük Ayaklılar

Parazit sülük ayaklıların bir grubunda kalkerli kabuk, metamerizm ve ekstremiteler kaybolmuştur. Bir diğer grupta ise iki parçalı karapaks ve uzun abdomen vardır (Şek. 13.59a).



Şekil 13. 59. a) Parazit sülük ayaklı (*Ascothorax ophiocetenis*) erkeğinin uzunlamasına kesiti; b) *Sacculina carcini* ile enfekte olmuş yeşil yengeç (*Carcinus maenas*)'in ventralden görünüşü (Yengecin sağ tarafı *Sacculina*'nın geniş kök sistemini göstermek için şeffaf olarak gösterilmiştir).

Parazit sülük ayaklıların çoğu dekapod krustase'ler ile beslenirler. Konak besinleri gelişmiş pedinkül boyunca absorblanır (Şek. 13.59b). Diğer parazitler ise ekinoderm'ler ve yumuşak mercanlarda yaşarlar. Ektoparazitler I. maksil tarafından

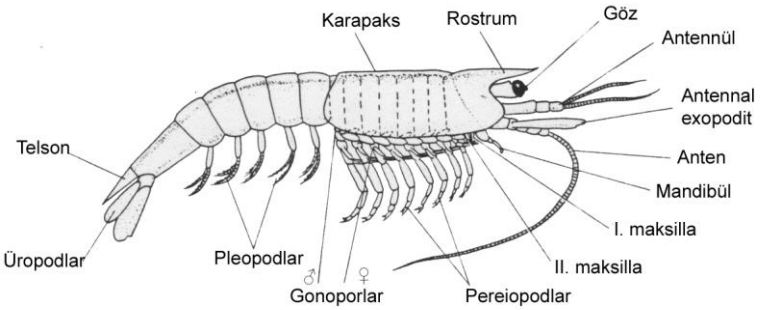
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

oluşturulan emici olukları vasıtasıyla beslenirler. Endoparazitlerin ise dejenere olmuş ağız parçaları vardır. Gelişmiş manto yüzeyleri ile konaklarından besini absorblarlar. Parazit sülük ayaklılar dioktürler. Kompleks yaşam sikluslarında serbest yaşayan larval safhaları vardır.

Subklasis : *Malacostraca*

En yakın tanıdığımız ve en büyük krustase'ler olan, yengeçler, istakozlar, karidesler bu gruba dahildirler. Bu grupta, bilinen krustase'lerin %70'ini oluşturan 18.000'i aşkın tür tanımlanmıştır. Malakostrak'ların dikkate değer derecede ekonomik önemleri vardır. İnsanlara tüm diğer omurgasız gruplardan elde edilen besinden fazla besin sağlarlar. Küçük türleri de ekonomik öneme sahip olan balıkların yemini oluştururlar. Denizde ve tatlısuda yaşadıkları gibi bazıları nemli karasal ortamlarda da yaşarlar.

Malakostrak'ların en küçükleri sinkarid ve perakarid' lerdir. Boyları 1 mm'den küçük olabilmekle beraber Amerika'da yaşayan *Homarus cinsine ait bir* istakoz türünün boyu 60 cm'ye ulaşabilir. Hipotetik olarak bir malakostrak'ta vücut; baş, toraks ve abdomenden ibarettir (Şek. 13.60). Baş ve toraks dorsal bir karapaksla örtülüdür. Karapaks yanlara ve rostrumun anteriör ucuna doğru uzanır. Baş ekstremiteleri bir çift iki çatallı I. antenler (antennül), bir çift II. anten, bir çift mandibül ve iki çift maxil'den ibarettir. Antenler pul şeklinde bir uzantı (exopodit) taşır. Mandibüllerin kaide kısımları hem öğütücü hem de kesme yüzeyi (gnathobaz) içerir. Palpler hem mandibüllerden hem de maxillerden uzanır. Bu ekstremitelere ek olarak başta bir çift saplı göz bulunur (Şek. 13.60).



Şekil 13. 60. Genelleştirilmiş Malakostrak vücut planı.

Toraks 8 segmentlidir. Her segment pereiopod adı verilen çift haldeki ekstremiteleri taşır. Bu ekstremitelerin endopo-ditleri yürüme bacakları halinde gelişmiştir. Küçük torasik ekso-poditler yüzmede önemli rol oynayabilir fakat bazı gruplarda bu dallar bulunmazlar. Önde yer alan pereipodlardan 3 çift kadar olanları besin almaya elverişli şekil almışlardır ve **maxilliped'**ler halindedir. Diğer ekstremiteler büyük ve kıskaçlı olup korunma ve av yakalamada kullanılırlar.

Pr... M. Nihat AKTAÇ

Yengeçler ve istakozlar gibi malakostrak'ların bu ekstremiteleri **kheliped** olarak adlandırılır. Torasik solungaçlar yassılaşmış epipoditler veya karapaksın iç duvarının uzantıları ile temsil edilirler. Büyük malakostrak'larda solungaç yüzeyleri çok sayıdaki dallanmalarla genişletilmiş haldedir (Şek. 13.60).

Genelleştirilmiş malakostrak abdomeni 6 segmentten ibarettir. Bunların ilk beş çifti **pleopod'**lardır. Pleopodlar yüzme ekstremiteleridir. Pleopodların eksopodit ve endopoditleri üzerinde yer alan spinler, bu parçaları birbirleriyle kilitleyerek kürek şeklinde bir yapının oluşturulmasını sağlamışlardır. Pleopodların geniş yüzeyleri solunumda, gaz alış verişinde kullanılırlar. Dişi malakostrak'larda pleopodlar, yumurtaların kuluçkada tutulmasında kullanılır. Erkek te öndeki çifti kopulasyonda kullanır. Son abdominal segment yassılaşmış olup bir çift **uropod** taşır. Bu genişlemiş ekstremiteler posteriördeki **telson'** la birleşerek yüzme kuyruğu veya kuyruk yelpazesi oluştururlar (Şek. 13.60).

Bu subklasiste süzüntü yiyiciler, yırtıcı karnivorlar, bitki yiyiciler, leş yiyiciler ve detritus ile beslenen türler vardır. Sindirim kanalı kompleks ön barsak, kese şeklinde orta barsak, tubular ince barsak ve posteriörde anüs içerir. Ön barsak besin öğütmek ve süzmek üzere değişikliğe uğramıştır. Mide iki bölge halindedir. Anteriördeki **kardiak mide** besin partiküllerini öğütmeye yarar. Posteriördeki **pylorik mide** ise süzme odacığı halindedir. Burada kutikular çıkıntılar büyük partiküllerin orta barsak çekumlarına geçişini önler. Orta barsağın arka tarafında pylor olarak tanımlanabilecek bölgede 1-4 çift sindirim kesesi vardır. Bu keseler büyük **hepatopankreas**' ı oluştururlar. Burası sindirim ve emilimin en son yapıldığı yerdir. Büyük ve sindirilmeyen maddeler ince barsak ve anüs yoluyla dışarı atılır.

Dolaşım sistemlerinde dorsalde yer alan büyük ve tüp şeklinde bir kalp vardır. Arter sistemleri özellikle büyük gruplarda iyi gelişmiştir. Solunumları solungaçlarla ve genişlemiş pleopodlarla gerçekleşir. Boşaltım organları, maxil ve anten bezleridir. Solungaçlar aynı zamanda artıkların atılmasında ve osmotik kontrolde önemli rol oynarlar.

Malakostrak'ların çoğunda sinir sistemi merkezileşmiştir. Ganglion birleşmelerinin azlığı; vücutlarının uzun oluşu, abdominal segmentlerin ve ekstremite çiftlerinin muhafaza edilmesi nedeniyledir. Bununla beraber bazı gruplarda torasik ganglionlarda birleşmeler meydana gelmiştir. Uzun malakostrak'larda kaçma ve kurtulma davranışına aracılık eden dev aksonlar vardır.

Malakostrak'larda duygu organları; saplı bileşik gözler, statositler, kaslı reseptör organlar, diğer dokunma kılları ve kimyasal duyarlı kıllardır. Bazı

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

istakozların gözleri 10.000'den fazla ommatidium içerir. Diğer duygu organları, ekstemitelerin eklemlendiği yerler ile kas dokusu içinde yer alır. Böylece kutikulanın çevre koşullarında meydana gelen değişikliklere oryantasyonunu sağlarlar.

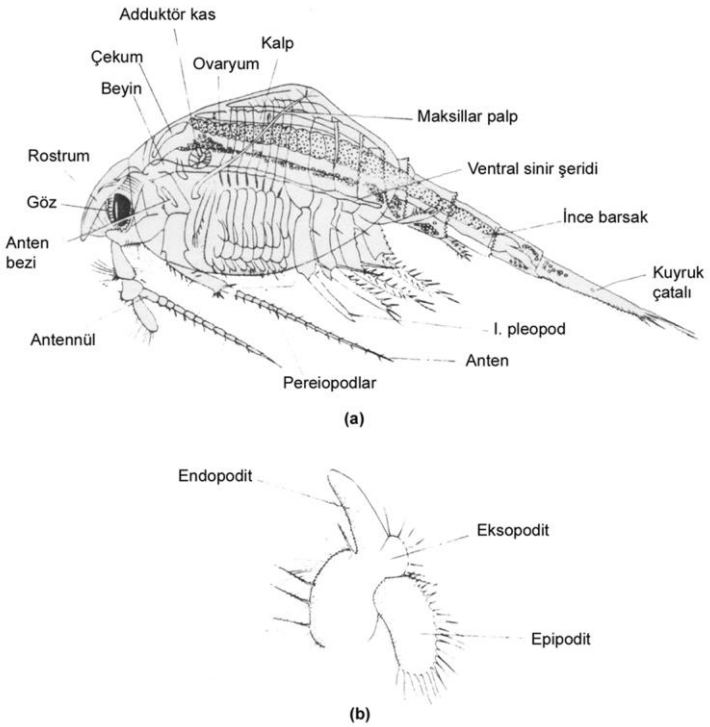
Gonadları gövdede yer alır, gonadlar erkekte 8. torasik segment, dişide 6. torasik segment üzerinde yer alır. Sperm transferi doğrudan doğruya ve spermatofor oluşturularak gerçekleşir. Dişi, yumurtalarını ventral tarafında veya perakarid'lerde olduğu gibi oluşturulan kuluçka barınağında tutar. Malakostrak'lar gelişmelerinde bir seri larval form içerirler. Çoğu ordoda bu larval serinin ilk basamağını Nauplius larvası oluşturur.

Malakostrak'larda adaptif radyasyon sonucu 12 ordo meydana gelmiştir. Bu ordolar metamerlerdeki azalma, karapaks ve solungaç yapıları, beslenme tarzı ve davranış rnodelleri ile birbirinden ayrılırlar. Ekstremitelerin özelleşmeleri de bu tür ayrılmada temel rol oynar.

Grup : *Phyllocarida (Nebaliacea)*

Ordo : *Leptostraca*

Fillokarid'lerin sadece 10 türü bilinmektedir. Bu küçük denizel yaratıklar littoral çamurlar ve deniz yosunları arasında yaşarlar. Tek cinsleri bilinmektedir (*Nebaliopsis) ve* planktoniktirler. Abdomenlerinin karapaksla kısmen çevrili olması ile malakostrak'lar arasında istisna oluştururlar (Şek. 13.61a). Adduktor kaslar iki kapak halindeki karapaksı ventral tarafta kapatırlar.



Anteriörde başın üzerinden öne doğru rostrum uzanır. Anten çiftlerinin ikisi de uzun ve kıllıdır. Mandibüller ve maxiller uzun ve kıllı olup uzun palpler taşırlar. II. maksiller ve torasik bacaklar geniş ve yassıdırlar, brankiopod ekstremitelerine benzerler (Şek. 13.61b). Bu ekstremitelerin çırpılması ile besin partiküllerinin süzülmesini sağlayan su akımı

Şekil 13. 61. a) Fillokarid (*Nebalia geoffiroyi*) b) *Nebaliops typica*'nın I. torasik ekstremiteleri

Prof. M. Nihat AKTAÇ

oluşturulur. Bu akım aynı zamanda, solunumun gerçek-leştiği epipodit solungaçlarının ve karapaks iç duvarının oksijenlenmesini sağlar. 7 çift ostiumlu uzun tüp şeklinde kalpleri vardır. Boşaltım antennal ve maxillar bezlerle olur. Abdomenlerinde 4 çift yüzme pleopodu vardır. V. ve VI. segmentlerdeki ekstremiteler küçülmüştür. VII. segment ekstremitesizdir. VIII. segment telson olarak değişikliğe uğramıştır ve çatal şeklinde kuyrukla sonlanır.

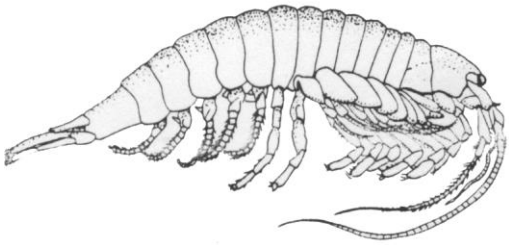
Dişi yumurtalarını torasik bacaklarında geliştirir. Erken gelişim safhalarını yumurtada geçirirler. Yumurtadan çıkan genç birey **manca** adını alır kısmen gelişmiş karapaks'a sahiptir.

Fillokarid'ler en primitif malakostrak'lardır. Toraks ekstremitelerinin benzerliği ve abdominal segment sayıları primitif karakterlerdir. Fosil kayıtlar Silur devrine dayanmaktadır.

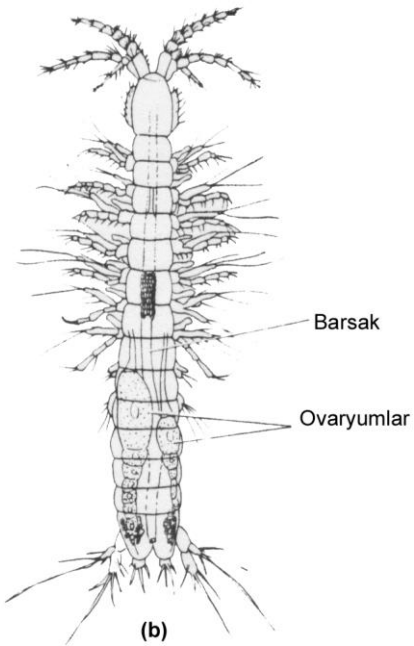
Grup : *Eumalacostraca*

Superordo : *Syncarida*

Eumalakostrak'lar, fillokorid'ler dışındaki tüm malakostrak'ları içerirler. En primitif örnekleri sinkarid'lerdir. 30 kadar tatlısu türleri vardır. Geniş dağılım gösterirler ve fosil türleri denizeldir. Malakostrak'ların çoğunda olduğu gibi torasik karapaks'ları yoktur (Şek. 13.62a). Gövde segmentlerindeki tagmatizasyon ve ekstemitelerindeki farklılaşmalar ileri düzeyde değildir.



(a)



(b)

Toraksta benzer yapıda yürüme bacakları vardır. Abdomen yüzücü özellikteki pleopodlarıyla torakstan ayırdedilir. Çoğu modern tür, maksilleri ve anteriör torasik bacakları ile elde ettikleri detrituslarla beslenir. Diğer türler ise bacakları ile yakaladıkları bitki ve hayvanlarla beslenirler. Gövdenin büyük bir kısmı boyunca uzanan tüp şeklinde kalpleri vardır. Gaz alış verişi epipodit solungaçlarla gerçekleşir. Maksillar bezler boşaltımı sağlarlar. Bazılarının bileşik gözleri vardır. Çoğu türü ise kördür. Antenler çeşitli sayıda duysal yapılar taşır. Torasik endopoditleri ile yürür veya

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

pleopodları ile yüzerler. Uropodlar telsonla birleşerek güçlü bir kuyruk oluşturur. Vücudun bükülebilmesi de hareketlerinde oldukça önemlidir.

İlk iki abdominal segmente ait pleopodların endopoditleri kopulasyonda rol oynar. Döllenmiş yumurtaları kalın kabukludur ve suya bırakılırlar. Larval safhalar yumurtada geçirilir. Genç sinkarid tatlısuya ergin form halinde girer.

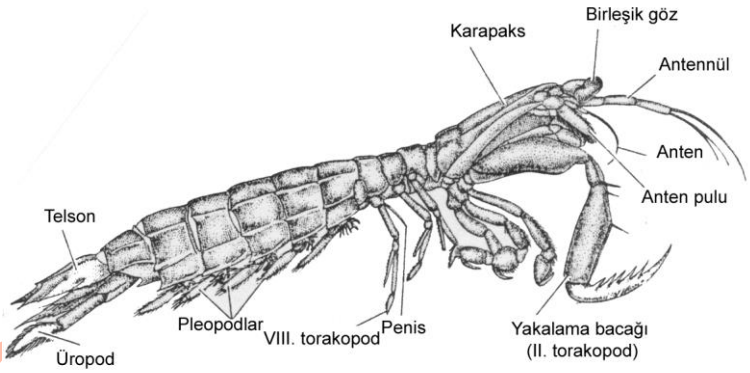
Şekil 13. 62. a) Sinkarid (*Anaspides tasmaniae*) b) Mağarada yaşayan Sinkarid (*Bathynella natans*)

Sinkarid'lerde üç ordo tanımlanmıştır. *Anaspidacea*, *Bathynellacea* ve Stygocaridacea. Anaspidas'larda I. torasik segment baş ile kaynaşmış haldedir. Batinellas'lar kördürler, mağara göllerinde ve yeraltı sularında yaşarlar (Şek. 13.62b). I. torasik segmentleri baş ile kaynaşmamıştır. Serbest haldedir.

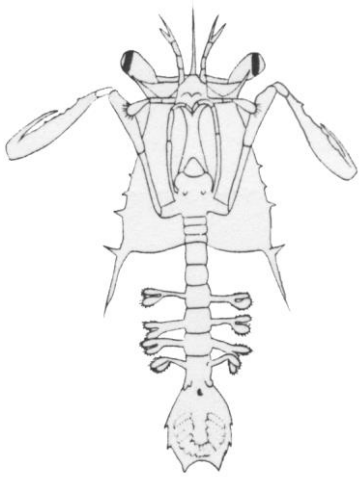
Superordo : *Hoplocarida*

Malakostrak'ların evriminde bağımsız bir kolu oluşturan bu grupta sadece bir ordo (*Stomatopoda*) tanımlanmıştır. Kısa bir karapaks, yırtıcı torasik bacaklar, abdominal solungaçlar ve erkekte penis'in bulunması ile karakteristiktirler. Tamamen denizeldirler. Littoral zeminde oyuk ve yarıklarda yaşarlar.

Boyları 4-40cm uzunluğunda olup dorsoventral olarak yassılaşmışlardır (Şek. 13.63). Karapaksın ön tarafından üç kollu antennüller ve saplı bileşik gözler



Şekil 13. 63. Stomatopod (*Squilla mantis*)



Şekil 13. 64. Stomatopod (*Squilla*)'da larval safha

Prof. Dr. Ninat AKTAÇ

uzanır. Karapaks baş ve en çok 4 torasik segmenti örter. İlk 5 torasik bacak çiftinin her biri parmak şeklindeki hareketli bir parçayla sonlanır ve bu parça kendinden sonra gelen segmentin üzerine çakı gibi katlanır. Bıçak şeklindeki bu kıskaçlar **"Subchelae"** olarak adlandırılır. II. bacak çifti çok büyüktür ve parmak şeklindeki çıkıntısı keskin testere şeklinde dişlidir. Torasik ekstremitelerin son üç çifti yürüme bacakları halindedir. VI. abdominal segmentin tümü de pleopod taşır, büyük uropodlar telsonla birleşerek etkin bir yüzme kuyruğu oluşturur.

Stomatopod'lar yırtıcı karnivorlardır. Omurgasızlar diğer krustase'ler ve küçük balıklarla beslenirler. Bazıları aktif olarak avlanırken bazıları oyuklarında saklanarak avlanırlar.

Kalpleri gövde boyunca uzanan metamerik bir tüp şeklindedir. Kalpleri 13 ostium içerir ve çift haldeki lateral arterler her segmente dağılırlar. Kanları hemosiyanin içerir ve pleopodlardaki solungaçlarda oksijenlenir. Boşaltım organları maxillar bezlerdir.

Beyin, ağız parçaları ve subkela şeklindeki ekstremitelere ait ganglionlarla sirkumözofageal konnektifler yoluyla bağlanır. Diğer gövde ganglionları ventral sinir şeridi boyunca uzanırlar. Bileşik gözler çok gelişmiştir. Büyük ve saplı olan bileşik gözler arasında tek nauplius göz yer alır. Dokunum ve kimyasal duygu cisimleri bütün vücutta dağılmışlardır. Estetasklar, antennülerin distal kollarında yer alırlar.

Yüzerek ve/veya sürünerek yaşarlar. Uropodları ve antennal pulları yüzmede dümen görevi yapar. Çoğu kaya yarıkları, mercan oyukları ve diğer hayvanların terkedilmiş yuvalarında yaşarlar. Karapakslarının kısa oluşu, oyuk içinde vücudun eğilip bükülmesine olanak sağlar. Telsonları veya yırtıcı ekstremiteleri ile yuva girişlerini kapatabildikleri gibi artık maddelerle tıkanması halinde yuva deliğini açarlar.

Yaşam döngülerinde; döllenme, kuluçkaya yatma ve belirgin larval formlar içerirler. Ovaryumları uzundur tek bir gonopor ile VI. segmentten dışarı açılırlar. Reseptakulum seminisler gonoporların yakınına açılırlar. Erkekte abdomende yer alan tüp şeklindeki testisler son torasik bacaklar arasında yer alan birleşik haldeki kutikular penis yoluyla boşalırlar.

Döllenmiş yumurtalar, dişinin posteriör torasik segmentlerinde yer alan yapışma bezinin salgısı ile tek bir kuluçka kitlesi oluşturacak şekilde birbirine bağlanırlar. *Squilla*'da bu kitle 50.000 embriyo içerir. Subkelata bacaklarla tutulur, döndürülür ve sürekli temizlenirler.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Serbest halde yüzen ilk safhalar dekopod zoea'sına benzer. Larval karapaks baş ve toraksı, ergindekinden daha fazla örter (Şek. 13.64).

Superordo : *Peracarida*

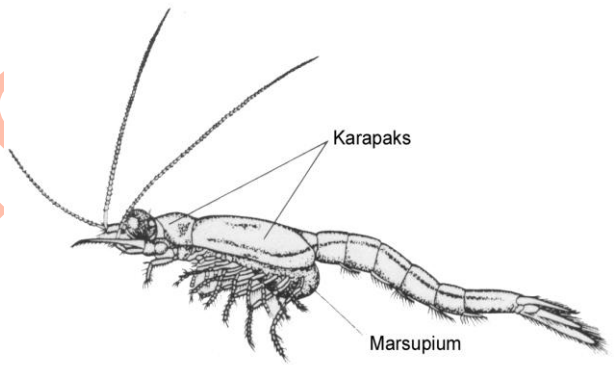
Malakostrak'ların yarısı bu gruba aittir. Primitif olanları karideslerde olduğu gibi süzüntü ile beslenirler. Büyük organizmalarla ve bitkilerle beslenme de yaygındır.

Dorsal karapaksları oldukça belirgindir. Torasik ve abdominal ekstremiteler bakımından farklılık gösterirler. Yüksek organizasyonlularda karapaks küçülmüştür. Gövde ekstremiteleri oldukça özelleşmiştir. Tümünde ilk torasik segment baş ile birleşmiştir ve bu segmentteki ekstremiteler maksilliped halindedir. Torasik bacakların son dört çifti karapaksla örtülü değildir. Ventral taraflarında kuluçka kesesi (marsupium) bulunur. Larval safhanın büyük bir kısmı bu kesede geçirilir.

Denizde, tatlısuda ve karasal habitatlarda yaklaşık 9000 türü tesbit edilmiştir. 5 büyük ordoları vardır. *Mysidacea* ordosu en primitif olanları içerir. Bu gruptan üç ordo *(Cumacea, Tanaidacae ve Isopoda)* gelişmiştir. Diğer ordo *(Amphipoda)* ise ayrı bir adaptif daldan meydana gelmiştir.

Ordo : *Mysidacea*

Mysid'ler karides benzeri perakarid'lerdir. Çoğu okyanusta hem dipte hem de pelajik olarak yaşayan 450 tanımlanmış türü vardır. İndirekt olarak ekonomik öneme sahiptirler. Tirsi ve dil balığının temel besinini oluştururlar. Aynı zamanda deniz alabalığının da besinini oluştururlar. Boyları 1-3 cm arasındadır. Pelajik *Gnathophausia* 30-35 cm boydadır. En belirgin primitif özellikleri büyük karapakslarının bulunuşudur. Karapaks baş ve toraksın büyük bir kısmını kaplar. Karapaksın anteriör ucundan belirgin bir çıkıntı halinde rostrum uzanır. Karapaks posteriörde son dört torasik segmenti de örter (fakat segmentlerle kaynaşmamıştır). Her iki anten çifti de uzundur. 1 veya 2 torasik segment baş ile kaynaşmıştır. Bu segmentlere ait kısalmış ekstremiteler maxillipedleri oluşturmuştur. Diğer torasik bacaklar benzer şekildeki pereipodlardır ve



Şekil 13. 65. Tatlısu Mysidas'ı (*Mysis relicta*)

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

yüzme kılları içerirler. Abdomen segmental pleopodlara sahiptir ancak bazılarında küçülmüşlerdir (Şek. 13.65).

Bu primitif ordoda süzüntü ile beslenme yaygındır. Dipte yaşayanlar ise leş yiyicidirler.

Kalpleri uzuncadır, çift halde segmental arterlere sahiptirler. Solungaçları torasik epipoditlerdir. Karapaksın iç duvarında gaz alış verişini sağlarlar. Bazılarında hem antennal hem de maxillar bezler boşaltımda görev yapar. Fakat çoğu türde maksillar bezler bulunmaz.

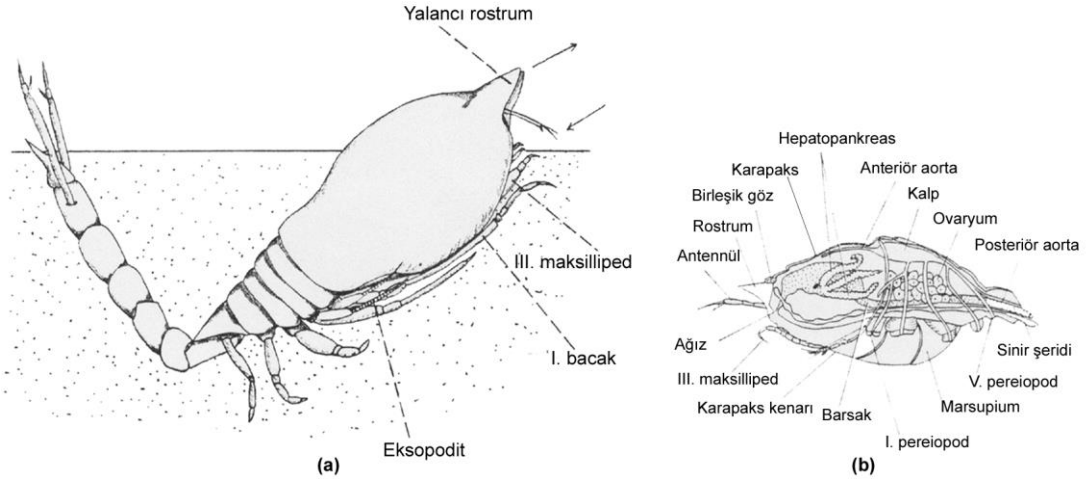
Sinir sistemi segmental yapılıdır. Gövde ganglionları belirgindir. Duygu organları hareketli bir sap üzerinde yer alan büyük bileşik gözler ile uropodların endopoditlerine gömülü haldeki statositlerdir. Ya pereipodları ile sürünerek yaşarlar ya da pleopodları ile yüzerler. Yassılaşmış uropodlar ve telson etkin bir kuyruk dümeni oluşturur.

Erkekler, spermlerini fertilizasyonunun gerçekleştiği dişinin kuluçka kesesine bırakırlar. Kuluçka kesesi erken gelişim safhalarını korur. Genç mysid çoğu ergin özellikleri geliştikten sonra bağımsız yaşama geçer. Ergin mysid'lerin sürüler halinde gezinmeleri balık yemi oluşturmaları açısından önemlidir.

Ordo : *Cumacea*

Denizel perakarid'ler olup çamur veya kumda açtıkları oyuklarda yaşarlar. Sığ zeminleri daha çok tercih ederler ve m^2'de binlerce birey olarak bulunabilirler. Tanımlanmış 800 türleri vardır (Şek. 13.66a).

Narin hayvanlardır. Çoğu milimetrik boydadır. Baş ve toraks, uzun ve dar olan arka kısma göre genişlemiştir. Dorsal karapaks III. veya IV. torasik segmente kadar uzanır. Antennüller kısadır ve dişide antenler kaybolmuştur. Oysa erkekte antenler uzun ve sarılma ekstremiteleri halindedirler. Gövde ekstremiteleri dikkate değer derecede özelleşmişlerdir. III. çift, maksilliped halinde farklılaşmıştır. IV. torasik bacak çifti kavrama özelliği gösterir. Toraksın arka segmentleri marsupiuma katılırlar ve posteriör bacakları oyma işlevini yüklenmişlerdir. Pleopodlar sadece



Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

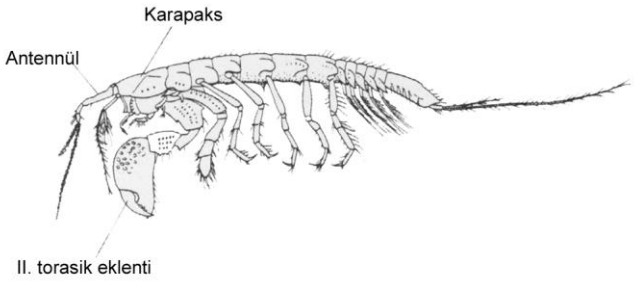
I. maksilliped çifti beslenme ve solunum görevi yapar. Gaz alış verişi, maksillipedler solungaçlar ve karapaks boyunca yapılır. Kalp küçüktür ancak solunum bölgesinde güçlü kaslarla donatılmıştır. Boşaltım maksillar bezlerle olur.

Ventral sinir şeridi yanlarda yer alır. Birleşmeler zayıftır. Gözler sapsızdır. Erkeklerin gözleri dişilerinkinden daha iyi gelişmiştir ve daha aktiftirler. Oyuklarını arka torasik bacakları ile kazarlar. Kazdıkları oyuk bozulduğunda yeni bir oyuk yeri bulana kadar torasik eksopoditleri ile yüzerler.

Çiftleşme peryodunda sürüler halinde yüzerler. Erken gelişim safhaları marsupiumda geçer. Ergin olmayan genç bireyler **manca** safhasında kuluçkadan çıkarlar. Manka'nın oyucu bacakları ve eşeysel karakterleri gelişmemiştir. Böylece geniş sahalara yayılma eğilimi gösterirler.

Ordo : *Tanaidacea*

Narin perakarid'lerdir. Bir taraftan Cumacea özellikleri gösterirken bir taraftan da Isopod özellikleri gösterirler. Böylece çoğu araştırıcı tarafından bu iki grup arasında ara formları oluşturduklarına inanılır. Yaklaşık 350 türleri tanımlanmıştır. Çoğu çamurlu littoral zeminlerde yaşar.



Şekil 13. 67. Tanaidas (*Apseudes spinosus*)

Birkaç mm boydadırlar. Kısalmış karapaksları sadece ilk iki torasik segmente uzanır (Şek. 13.67). Sadece 1 çift maksilliped-leri vardır. Daha büyük olan ikinci torasik ekstremiteleri makaslı ve yırtıcı özelliktedir. Diğer torasik ekstremiteler de makaslı olabilir ve bazı tanaid'lerde mukus tüpleri de içerirler. Bu ekstremitelerin eksopoditleri yoktur. Bazı dişilerde de abdominal pleopodlar bulunmaz. Maksillipedlerin anteriörde su akımı oluşturmaları sonucu besin partikülleri maksilliped ve maksillar kıllar tarafından süzülür. Detrituslar makaslı bacaklarla da ağıza götürülürler ve çoğu türde, bu bacak çifti ile nematod'lar da yakalanır. Su akımının oluşturulması ile karapaksın içteki solunum duvarı da oksijenlenmiş olur.

Bileşik gözler küçüktür. Başın yan taraflarında yer alırlar. Erkeklerde daha iyi gelişmişlerdir. Erkek pleopodları da daha güçlüdür. Tanaid'lerin çoğu çamur içindeki oyuklarda veya dip bitkileri arasında yaşarlar.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

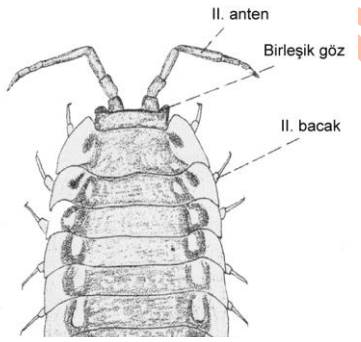
Tanaidler eşeysel bakımdan değişebilme özelliğine sahiptirler. Genç birey ergin dişi haline geçerken erkekleşmeye başlar veya tersi olabilir. Kuluçkadan sonra dişi erkeğe dönüşebilir. Ancak bu değişim bir akvaryumda erkeğin de bulunması halinde gerçekleşmez. Bu özellik tanaid populasyonlarında eşeysel dengeyi sağlar ve bu durum hermafroditik adaptasyona bir yaklaşım olarak kabul edilir.

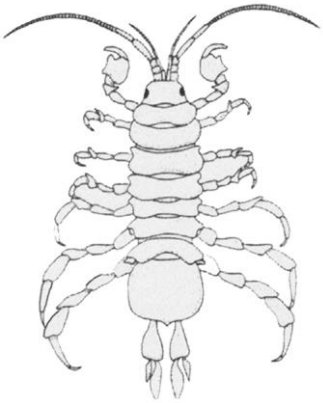
Ordo : *Isopoda*

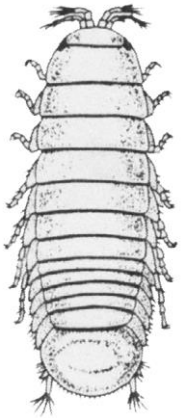
En başarılı krustase'ler arasında sayılırlar. Gerek tür sayısı gerekse habitat çeşitliliği bakımından sadece dekapod'lar bu gruptan ileri düzeydedir. Isopod'ların çoğu denizeldir. Ancak hemen her subordo' da da birkaç tatlısu türü bulunmaktadır. Karasal isopod'lar (tesbih böcekleri) ise karada yaşayan en başarılı krustase'lerdir. Birçok ilginç parazit türleri de vardır. Tanımlanmış 4000 tür içerirler.

Isopod'ların çoğu vücudlarının dorsoventral olarak yassılaşması ile farkedilebilirler (Şek. 13.68). Karapaksları kaybolmuştur. Süzüntü ile beslenme özelliklerini kaybetmişlerdir ve abdomenleri küçülmüştür. Bu özellikleri bakımından *Cumacea* ve *Tanaidacea'* nın ulaşmak istedikleri en ileri düzeyi tutturmuşlardır.

Boyları ortalama olarak 1 cm civarındadır. Fakat bazı isopod'lar daha büyüktür. En büyük tür *Bathynomus giganteus* 40cm uzunlukta ve 15cm genişliktedir.

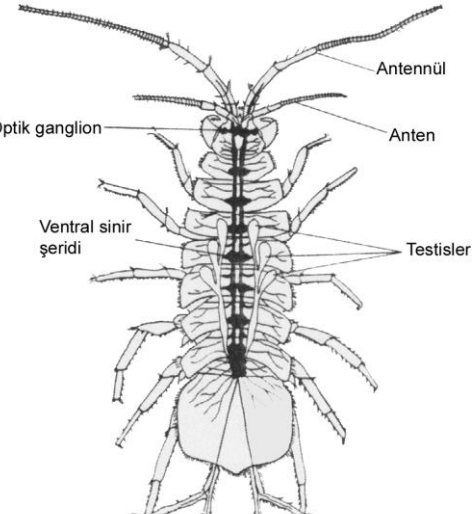






Şekil 13. 69. Tatlısu Isopod'u (*Acellus*) –Kıllar gösterilmemiştir.

Şekil 13. 70. Odun oyucu Isopod (*Linmoria lignorum*)



Şekil 13. 71. Tatlısu Isopodu *Asellus aquaticus*'un sinir sistemi

Tipik bir isopod anteriörde yuvarlak bir başa sahiptir. Toraksın ilk bir iki segmenti başla

kaynaşmıştır. Tek kollu olan antennüller küçülmüş ve karasal formlarda bulunmayabilir. II. anten daha iyi gelişmiştir. Maksilliped haline dönüşmüş en öndeki maksilliped çifti dışındaki torasik ektremiteler sürünücü pereipodlar halindedir. İlk birkaç torasik bacak çifti sarılabilme özelliği gösterebilir. Dorsalden bakıldığında abdomen torakstan pek ayırdedilemez ve segmentleri arasındaki kaynaşma yaygın olarak görülür. Tatlısuda yaşayan birçok grupta vücudun en arka kısmı telson ile kaynaşmış haldedir (Şek. 13.69). Abdominal pleopodlar yüzmeye ve solunuma elverişli yapı kazanmıştır.

Isopod'lar aşağı organizasyonlu perakarid'lerde görülen süzüntü yeme yeteneklerini kaybetmişlerdir. Küçülmüş maksillaları, maksilipedleri ve sarılabilme özellikli bacakları ile besini tutarak ağızlarına götürürler. Çeşitli bitki ve hayvanları canlı veya cansız olarak tüketirler. Bazı isopod'lar odunla beslenirler (*Limnoria*) (Şek. 13.70). Çoğu grupta omnivor türler de vardır. Parazit olanlar ısırıcı mandibüllere sahiptirler ve alt dudakları emici bir koni oluşturur. Çoğu türde öğütücü bir mide vardır. Orta barsakta sindirim ve emilimin yapıldığı ve sayıları üç çifte kadar ulaşabilen çekumları vardır. Odun yiyen isopod'larda selülozu sindiren mutualistik barsak bakterileri bulunabilir.

Isopodlar pleopod solungaçlarıyla solunurlar. Stomatopod'larla birlikte krustase'ler arasında abdominal solunum organları bulunan grupları oluştururlar.

Karasal isopodlar solungaçlarını kuru havadan korurlar. Abdominal eksopoditleri bir seri solungaç kapağı oluştururken, endopoditler gaz alışverişini sağlarlar. Böylece oluşturulan odacıkta her zaman hava nemli olarak tutulur. Uropodlar suyu solungaç odacığına taşırlar. Yüksek organizasyonlu türlerde solungaçlar yerlerini pseudotrakeye bırakırlar. Böylece pleopod yüzeylerinin altında dallanmış solunum tubülleri yer alır. Bununla beraber karasal isopod'lar nemli yerlerde yaşamaktadırlar. Orman altları ve taş altları ençok bulundukları yerlerdir. Tesbih böcekleri solunum suyu kaybını azaltmak üzere sıklıkla tesbih tanesi şeklinde kıvrılırlar.

Isopod kalpleri de solungaçlar gibi abdomende yer alır. Boşaltım organları maksiller bezlerdir. Azotlu artıklar içinde en baskın olanı amonyaktır. Karasal türler amonyağın büyük bir kısmını vücut duvarı yoluyla gaz halinde dışarı verirler.

Sinir sistemleri ileri düzeyde merkezileşme göstermez. İp merdiven şeklindedir ve torasik ganglionlar oldukça belirgindir (Şek. 13.71). Duygu organları, sapsız bileşik gözler ile telsondaki statosit' lerdir. Antenlerin uç kısımları kimyasal duyarlı estetask' lar içerir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Isopodların çoğu sürünücüdür. Bazıları ileri ve geriye doğru çok hızlı hareket ederler. Bazıları vertikal olarak başları yukarı veya aşağı olacak şekilde kayaların ve dal parçacıklarının alt yüzeylerinde yürüyebilirler. Bazı türleri oldukça iyi oyucudurlar. Öndeki bacaklar kazılmış kum veya çamuru vücudun yanlarına doğru iterler. *Limnoria* gibi oyucu türler (Şek. 13.70) denizdeki ahşap teknelere zarar verirler. Aquatik isopod'ların hepsi yüzebilirler. Anteriördeki abdominal ekstremiteleri tamamen yüzmeye özelleşmişlerdir. Posteriördekiler ise solunumda görevlidirler.

Karasal isopod'lar karanlık ve nemli yerlerde yaşarlar. Kuru hava ile temasa geldiklerinde hızlı yürürler ve nemli yere ulaşıncaya kadar durmazlar. Bu davranış isopod'ların nokturnal yaşamı tercih ettiklerini göstermektedir.

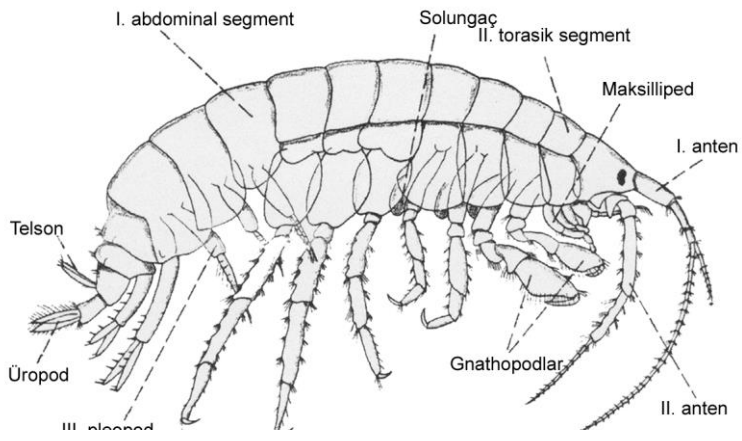
Erkeklerde çift halde testisler vardır. Kanalları son torasik segmentteki papillalara açılır. Dişiler çift halde ovaryum, ovidukt ve reseptakulum seminis içerir. Dişi tarafından salgılanan feromonlar erkeğe yerini belirttiği gibi cinsel istemini de gösterir.

Diğer perakarid'lerde olduğu gibi isopod'lar yavrularını marsupium' larında büyütürler. Yavru, post larval safha olan manka safhasını geçirir.

Parazit türler çoğunlukla hermafrodittirler. Bir ya da iki konak içerirler. Serbest haldeki larva kopepod'larda ektoparazit veya kommensal olarak yaşar. Birkaç deri değiştirme safhasından sonra kopepod'tan ayrılır ve dibe doğru gider. Yengece rastlarsa yengecin solungaç ya da kuluçka bölgesini parazitler.

Ordo : *Amphipoda*

Perakarid evriminde II. büyük dal, *Mysidacea*'dan Amfipod'lara uzanır. Amfipod'lar isopod'lar kadar çeşitlilik göstermedikleri için bu iki ordo arasında oldukça konvergent evrim vardır. Her iki grupta da karapaks yoktur ve bir iki torasik segment baş ile kaynaşmıştır (Şek. 13.72). Bir çift maksillipedleri vardır. Torasik eksopoditleri yoktur ve abdomen vücudun anteriör bölgesinden ayırdedilebilir. İki ordo arasındaki temel fark vücudun basıklığı ve solungaçların konumları bakımındandır. Amfiod'ların çoğu yanlardan basıktır, oysa isopod'lar dorsoventral olarak yassılaşmıştır. Amfipod'larda solungaçlar torasiktir. İsopod'larda ise



Şekil 13. 72. Amfipod (*Gammarus* – Erkek)

at hem tatlısuda yaşayan hem de
fipod-lar hem pelajik hem bentik
ejetasyonu arasında bulunurlar.
tında bulunurlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Amfipod'ların boyları isopod'larınkine benzerdir. En büyük türleri derin denizlerde yer alır. 30 cm boyda olanları ölçülebilmiştir. İki çift antenleri de iyi gelişmiştir ve tipik olarak tek kolludurlar. Maksillipedler kaide kısımlarında birleşmiştir ve II. ve III. torasik ekstremiteler **gnathopod'**lar halinde farklılaşmıştır. Bu makaslı ve makassız ekstremiteler avı yakalamada kullanılırlar. Geri kalan torasik bacaklar benzer pereipod'lardır. Abdominal pleupodların anteriöründe yer alan 3 çifti yüzmede özelleşmiştir. Arkadaki 3 çifti ise uropod benzeridirler.

Amfipod'ların çoğu detritus ve / veya ölmüş bitki ve hayvanlarla beslenirler. Gnatopodlar zeminden besini maksillipedler yardımıyla alır ve güçlü çiğneyici mandibüllere aktarırlar. Bir kısmı ise süzüntü yiyicidir. Yırtıcılık sınırlı olarak görülür, parazitlik yaygın değildir. Birkaç amfipod sünger kanallarında veya *Tunicata* solungaçlarında yaşarlar. Birkaçı balıklarda ektoparazit olarak yaşar. Bazıları ise balinalarla kommensal yaşar ve konaklarından elde ettikleri organik maddelerle beslenirler.

Amfipod kalpleri tüp şeklindedir. 3 çift ostium'ları ve basit arter sistemleri vardır. Torasik solungaçların üzerinde yer alırlar. Solungaçlar 2-6 çift lamellar epipodit'ler olup katlı veya dallanmış olabilirler. Karada yaşayanlarda gaz alış-verişi farklıdır. Vücudun bütün yüzeyi solunumda aktif olabilir. Bu durum karasal amfipodl'arın ancak nemli yerlerde sınırlı yaşamalarına neden olur.

Boşaltım organları anten bezleridir. Acı ve tatlı sularda osmatik regülasyon gösterirler. *Gammarus* türleri sıvı üre boşaltabildikleri gibi solungaçları yolu ile tuz da emebilirler.

Ampfipod'ların çoğunun sinir sisteminde, ağız organları ile maksilliped ganglionları birleşmiştir. Duysal organları bileşik gözler ve tipik duysal kıllardır. Isopodlar'da olduğu gibi amfipod'larda da gözler sapsızdır. Amfipod'ların çoğunda ommatidyumlar bağımsız fasetler halinde olmayıp gözün tamamı korneal bir kutikula ile örtülüdür. Pelajik amfipod'ların gözleri çok büyüktür. Mağaralarda yaşayanlarda ise küçülmüş veya kaybolmuştur. Gözü bulunmayanlarda duysal kıllar çok gelişmiştir.

Amfipod'ların çeşitli davranışları vardır. Bazı deniz türleri zamanlarını ya yüzerek ya da deniz anaları gibi daha büyük pelajik organizmalara tutunarak geçirirler. Çoğu da deniz zemininde yaşarken ya sürünür ya da oyuk açarlar. Abdomenleri normal halde vücudun altına doğru bükülmüştür . Hareket edecekleri zaman aniden abdomenlerini düzeltirler böylece ileri doğru itilmiş olurlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Bazıları sürünücüdür, tırnaklı bacakları sürünme esnasında tırmanmaya yardımcı olur. Bazılarında gonopodlar kum ve çamur kazmada iş görür. Bazılarında bu işlem antenlerle yapılır. Aktif oyuculardа kazılmış materyal bir ekstremiteden diğerine aktarılarak telson ve uropod ile tamamen uzaklaştırılana kadar arkaya doğru itilir. Bazı amfipod'lar, oyuklarının duvarlarını torasik sternitlere açılan yapışıcı bezlerin salgısı ile sıvarlar. Aynı işlem kum partikülleri ve diğer parçacıklarla oluşturulan tüp şeklindeki yuvalarda da yapılır. Bazıları yuvalarını tahta oyarak yaparlar. *Ascidia* tulumlarında veya süngerlerde yaşamaları parazitliğe doğru bir adaptasyonun başlangıcı olarak kabul edilebilir.

Karasal amfipod'lar nemli kumsallarda ve nemli orman döküntülerinde yaşarlar. *Tolochestia* türü vücut uzunluğunun elli katı kadar sıçrayabilir ve omurgasızlar arasında sıçrama şampiyonu olarak kabul edilir.

Amfipod'ların üreme sistemleri, tüp şeklinde gonadlar ile gonoporlar içerir. Sayıları çifttir. Erkekte bir çift penis papillası vardır. Spermler dişinin marsupiumuna itilirler. Yumurtalar döllenmenin gerçekleşeceği kuluçka kesesine bırakılır. Yavru bireyler ergin segmentler oluşuncaya kadar kesede kalırlar.

Süperordo : *Eucarida*

Birçok bakımdan en önemli krustase grupları eukarid'lerdir. En büyük ve organizasyon bakımından en ileri düzeydeki türleri içerirler. Çeşitli özellikleri ile ayırdedilebilirler. Çok belirgin olan karapaksları tüm toraks segmentleri ile birleşmiştir.

Gözleri saplıdır, solungaçlar torasiktir, marsupiumları bulunmaz. İndirekt gelişmelerinde çeşitli larval safhalar vardır. İki ordo tanımlanmıştır: *Euphausiacea* ve *Decapoda*.

Ordo : *Euphausiacea*

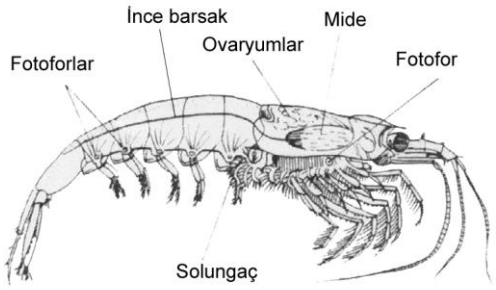
Sadece 90 kadar tür tanımlanmıştır. Fakat besinsel değerleri bakımından denizin önemli krustase'lerindendir. Bu hayvanlar genel olarak " krill" adını alırlar. Ortalama vücut boyları 3 cm dir. Denizel pelajik yaşamları ve sürü halinde bulunmaları ile, öphasias'lar balinaların ve büyük balıkların önemli besin kaynağını oluştururlar. Örneğin bir mavi balinanın midesinde 5 milyon *Euphausia süperba* türüne ait birey sayılmıştır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

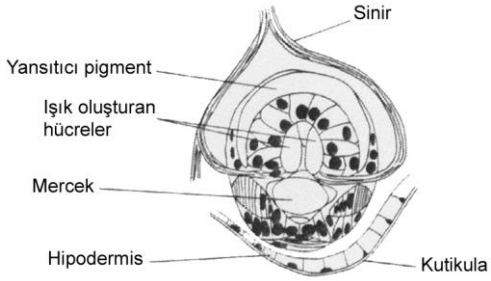
Nispeten primitif, karides benzeri eukarid'lerdir. Çok primitif olan perakarid'lere (*mysidae*) benzerler (Şek. 13.73; Şek. 13.65'le karşılaştır). Bu durum da, bu iki büyük malakostrak süper ordosunun yakın akraba olduğunu gösterir.

Vücutları yanlardan basıktır. Karapaks tüm sefalotoraksla kaynaşmıştır fakat karapaks, yanlarda kısa olup ventral solungaç odacıklarını kapatmaz. Dorsal rostrum başın üzerinde uzanır, antenler iyi gelişmiştir. İkinci anten çifti belirgin şekilde pulludur. Torasik bacaklar daima eksopodit içerir fakat hiçbiri maxilliped şeklinde farklılaşmamıştır. Abdomen vücut uzunluğunun yarısı kadardır. Sık kıllı pleupodlar içerirler. Telson uzamıştır.

Çoğu, torasik bacaklarda süzülen planktonlarla beslenirler. Birkaç türü yırtıcıdır. Sefalotoraksın büyük bir kısmını kompleks bir orta barsak bezi (Hepatopankreas) kaplar. Torasik epipoditlerle yapılan solunumda gaz değişimi gerçekleşir. Kalp sefalotoraksın arka yarısında yer alır ve kan dallanmış arter sistemine pompalanır. Boşaltım organları anten bezleridir . Nauplius gözün yanlarında, büyük saplı bileşik gözler yer alır. Estetask 'lar antenlerde yer alır. Sinir sistemlerinde ağız organları ganglionları birleşmiştir. Fakat gövdede ganglionlar ventral sinir şeridi boyunca uzanırlar.



Şekil 13. 73. Dişi *Euphausia pellucida*



Şekil 13. 74. *Nematoscelis*'in torasik koksopodit'indeki fotofordan kesit.

Pleupodların yardımıyla denizde serbest halde yüzerler. Çeşitli derinliklerde yüzen türleri vardır. Çoğu yüzeyde, bazıları 3500 m derinlikte yaşar. Vertikal göçleri yaygındır ve sürüler oluştururlar. Bazı türler 1 m^3 te 50.000 birey bulundurabilir. Sürüler genellikle aynı yaştaki bireylerden oluşturulur. Çoğu ışık saçma özelliğine sahiptir. Fotoreseptörler göz saplarında, belirli torasik ekstremitelerin koksopoditlerinde ve anteriör abdominal sternitlerde yer alır. Bu küçük organlar; bir mercek, yansıtıcı hücreler ve ışık saçma materyali içeren hücreleri içerirler (Şek. 13.74). Işık her türlü haberleşmede kullanılır. Kör olanlar fotofor içermezler.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

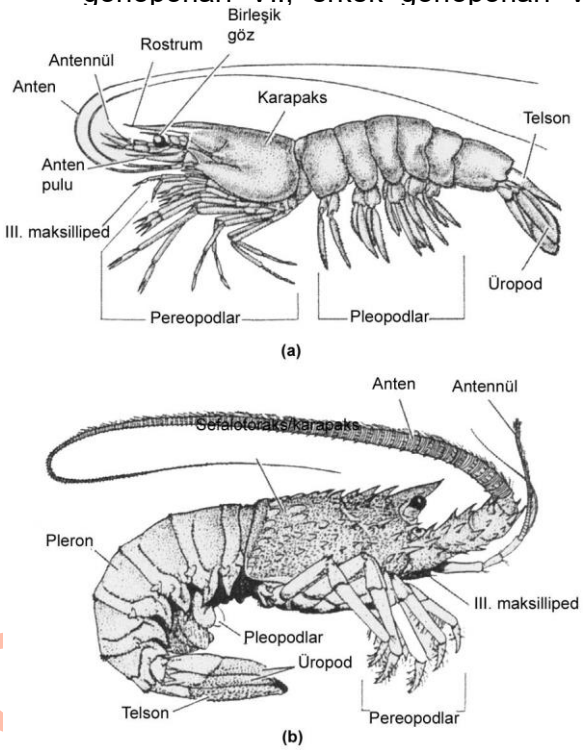
Her iki eşeyde de gonadlar dallanmış haldedir ve kanalları da kıvrıntılıdır. Erkek, spermlerini anteriördeki kavrayıcı pleupodları ile dişiye transfer eder. Döllenmiş yumurtalar ya torakstaki bacaklar tarafından oluşturulan beslenme ağında veya sternitlerde tutularak kuluçkaya bırakılırlar. Bazı türler ise döllenmiş yumurtalarını denize bırakırlar. Yumurtadan nauplius larvası çıkar. Larval safhada beslenmezler.

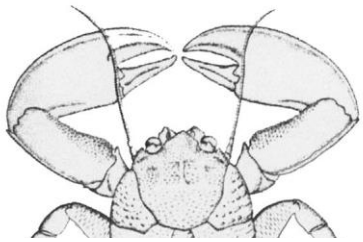
Ordo : *Decapoda*

Bu grup; krustase'lerin istakoz, karides ve yengeç gibi en büyük ve en kompleks türlerini içerir. Yaklaşık 8400 türü tanımlanmıştır. Çoğu dekapod denizeldir ancak tatlısuda yaşayan ıstakoz ve karada yaşayan yengeç gibi türleri de vardır.

Genel morfoloji

Malakostrak'ların diğer gruplarında olduğu gibi 8 segmentli toraks ve 6 segmentli abdomenleri vardır. Pereipodlar ve pleupodlar vücut ekstremiteleridir. Dişi gonoporları VI., erkek gonoporları VIII. torasik segmentte yer alır. Eukarid'lerde





Şekil 13. 75. Dekapod'lar – a. Natansia (Karides-*Penaeus setiferus*) b,c) Reptansia (b. İstakoz-*Paniulirus anassa,* c. Yengeç- *Paguristes*).

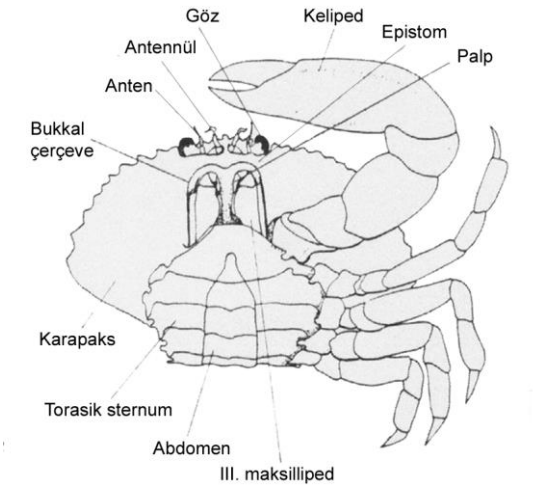
Prof. Dr. Cüneyt AKTAÇ

Dekapod'lar oldukça değişik boydadır. Birkaç mm boyda olanlar bulunabildiği gibi Japonyada yaşıyan örümcek yengeci gibi türlerin boyu 3 m yi aşabilir. İntegümentlerindeki değişik kromotoforlar nedeniyle çeşitli renklerde olabilirler. Bazı dekapod'lar renklerini kendilerini kamufle etmede kullanırlar. Bazıları ise kamuflaj işleminde çeşitli kutikular yapılar ile vücutları üzerinde barındırdıkları sesil organizmalardan yararlanırlar.

Beslenme ve Sindirim

Türlerin çoğu canlı ve cansız çeşitli bitkisel ve hayvansal maddelerle beslenirler. Tatlısu ve karasal gruplar daha çok herbivordurlar. Dekapod'lar besinlerini kelipedler veya küçük makaslı ayaklarıyla yakalayıp ağızlarına götürürler.

Karakteristik olarak ağız ekstremiteleri çiğneyici mandibüller, maxiller ve maxillipedlerdir ve bir diğerini örtecek şekilde yer alırlar. III. maxilliped çifti en dıştadır ve yengeçlerde diğer ağız ekstremitelerini örtecek şekilde yassı levhalar içerir. Bu bölgenin tamamı **"bukkal çatı"** yı oluşturur (Şek. 13.76). Bukkal çatı bir anteriör levha (epistom) ve karapaksın yan duvarları ile sınırlanmıştır.



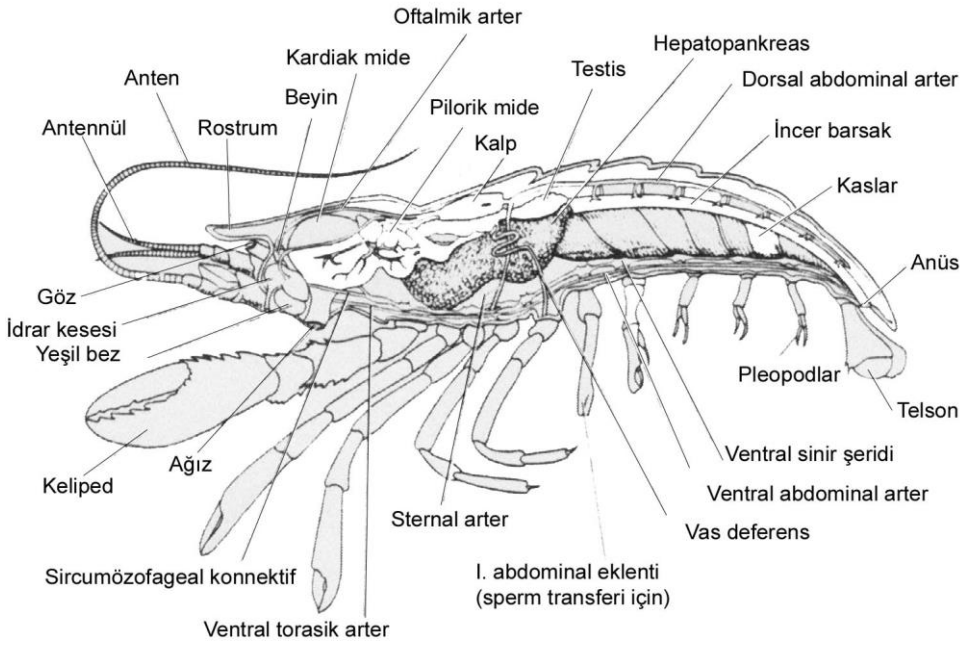
Şekil 13. 76. Yengeç'te bukkal çatı.

Dekapod sindirim kanalı, kompleks öğütücü kısım, hepatopankreaslı orta barsak ve arka barsağı içerir. Anüs telsonda yer alır (Şek. 13.77). Öğütücü kısım anteriör kardiak mideyi içerir. Burayı küçük pilorik mide izler. Kardiak midede besin öğütülür ve orta barsaktan enzim salgılandığında sindirim gerçekleşir. Plankton ve detritus yiyicilerin çok daha basit öğütücü mideleri vardır. Mandibülleri çok iyi gelişmiş karideste de öğütücü mide basittir. Öğütülen besinler pilorik midede süzülürler. Bu midenin duvarları katlanmalar içerir. Küçük partiküller hepatopankreasa verilir, büyük partiküller barsak yoluyla atılırlar. Hepatopankreas anteriör orta barsaktan meydana gelen çekumları temsil eder. Bir yada birden çok çekum bulunabilir. Çekumların bezsi duvarından enzimler salgılanır. Öğütücü kısımda başlayan sindirim midede tamamlanır. Emilim ve besin depolanması hepatopankreasta yapılır.

Prof. Dr. Cihat AKTAÇ

Dolaşım

Dekapod kalpleri nispeten tıkız, 3-5 çift ostium içeren poligonal pompalama organı halindedir (Şek. 13.77). Arter sistemleri en ileri düzeyde gelişme gösterir.



Şekil 13. 77. Istakoz anatomisi (Yandan görünüş)

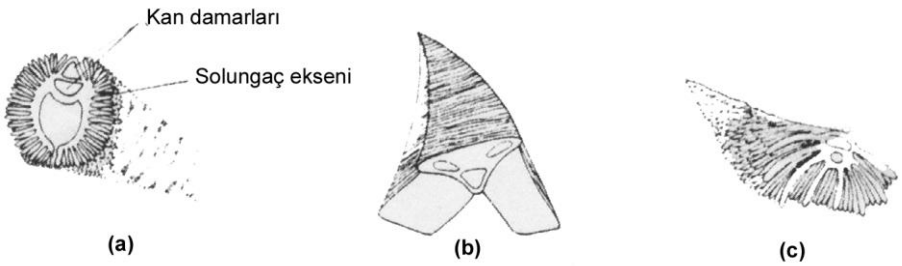
Dolaşım sistemleri tipik olarak anteriör konumlu aorta, iki hepatik damar, abdominal arter ve sternal arter içerir. Bu damarların tümü defalarca dallanır ve büyük dekapod'larda kapiler yataklar oluştururlar. Kan doku sinüslerine boşaltılır. Büyük bir ventral sinüs, solungaçlarda temizlenmek üzere hemolenfi toplar. Plazmada çözünmüş haldeki hemosiyanin oksijenin alınmasını kolaylaştırır ve daha sonra kan kalbe döner. Kanın vücutta dolaşımı 1 dakikalık bir zamanda gerçekleşir.

Solunum

Dekapod'lar, karapaksın lateral katlanması sonucu oluşmuş brankial odacık içinde yer alan torasik solungaçlarla solurlar (Şek. 13.42b). Solungaçlar merkezi bir eksen ile lateral çıkıntılar içerir. Merkezi eksen afferent ve efferent kan kanallarını içerir. Lateral çıkıntılar, taksonomik çalışmalarda ayırtedici öneme sahip üç tipte olabilirler. **Dendrobranş** tip solungaç, primitif karideslerde görülen solungaç tipidir. Herbiri çok sayıda dal içeren çift halde lateral loplara sahiptir (Şek. 13.78a). **Phyllobranş** solungaç tipi yüksek organizasyonlu karideslerde ve yengeçlerde

Prof. Dr. M. N

görülen basit lamellar tiptir (Şek. 13.78b). **Trichobranş** tip ise çok sayıda fakat dallanmamış lateral uzantılıdır (Şek. 13.78c). Deniz ve tatlısu ıstakozlarında görülür.



Şekil 13. 78. Dekapod solungaç tipleri: a) Dendrobranş; b) Fillobranş; c) Trikobranş.

Su akımı ikinci maxillerin uzantılarının çırpmasıyla oluşturulur. Bu uzantılar **skaphognathit** veya solungaç boşaltıcısı olarak adlandırılır. Karasal dekapod'ların aquatik olanlardan daha küçük ve daha az solungaçları vardır. Bu durum karada oksijenin daha elverişli oluşu ve buharlaşma ile su kaybının az olması nedeniyledir. Karasal türlerin gececi olmaya doğru eğilimleri vardır ve gün esnasında oyuk kazmaları çok yaygın olarak görülür. Kuru periodlarda yengeçler suya doğru oyuk kazarlar.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Dekapod'ların antennal bezleri; bir kesecik, bir labirent, bir boşaltım tubulü ve idrar kesesi içerir (Şek. 13.43). Labirent'in katlanmış haldeki bezsi duvarları yeşil renkli olduğu için bütün organ yeşil bez olarak adlandırılır. Azotlu artıkların en baskın olanı amonyaktır ve antennal porlar ve solungaç yüzeyiyle dışarı atılır. Antennal bezler iç sıvının ve iyonların dengesini düzenler. Denizel dekapod'ların çoğu osmatik basınç bakımdan dengededirler. Hipoosmatik çevreye konduklarında da pasif olarak su emerler. İç basınçta meydana gelen artış, antennal bezlerde süzüntünün artmasına ve daha çok üre geçişine neden olur. Dekapod'ların çoğunda üre, hemolenf ile isoosmatik değerde olduğu için iç osmatik düzey çevredeki ile aynı düzeye iner. Gerçek denizel dekapod'lar böylece ölürler. Fakat acı ve tatlısuda yaşamaya uyumlu olanlar osmoregülasyonun çeşitli şekillerini göstermeye başlarlar. Bu düzenlemeler, iyonların antennal bezler tarafından tekrar emilmesini ve solungaçlar tarafından tuz alınmasını içerir. Örneğin tatlısu istakozları hemolenften 10 defa daha az yoğun olan üre boşaltırlar. Bu sulandırılmış ürenin atılımı yeşil bezin tubuler kısmının tuzu aktif olarak geri emilimi sonucu mümkün olur. İstakoz

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

solungaçları da tuz alırlar. Bu hayvanlarda solungaçlar ve vücut yüzeyi suya karşı denizel dekapod'lardan daha az geçirgendir.

Karasal dekapod'ların boşaltımında bazı farklılıklar görülür. Bazı türler aquatik dekapod'lardan daha az üre boşaltırlar ancak boşaltılan ürenin bileşiminde farklılıklar görülür. Ürik asit küçük miktarda oluşturulmasına rağmen amonyak temel azotlu artıktır. Karasal dekapod'ların davranışları, potensiyel su kaybı problemini yansıtır. Yukarıda da belirtildiği gibi bu problemi çözümlemeye yönelik olarak gün boyunca oyuk kazarlar ve sık sık su içerler . Bazı türler ise periyodik olarak suya girer çıkarlar.

Hareket

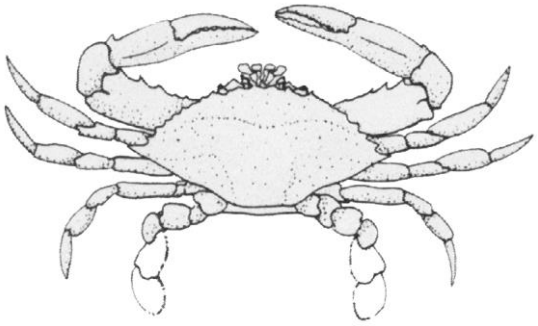
Dekapod'lar büyük ve aktif hareketli krustase'ler oldukları için ekstremiteleri ve abdomenleri güçlü kaslarla donatılmıştır. Dekapod'ların beyni iyi gelişmiştir. Protoserebral loblar göz saplarına uzanır. Ağız organlarını ve 3 maxilliped çiftini sinirlendiren ganglionlar özofagusun altında birleşmişlerdir. Diğer torasik ve abdominal ganglionlar da belirgindirler ve tek veya çift sinir şeridi boyunca yer alırlar (Şek. 13.77). Yengeçlerde tüm gövde ganglionları toraksın anteriör bölgesinde birleşerek büyük bir sinirsel kitleyi oluşturur (Şek. 13.45c). Bu ordoda dev aksonlar oldukça yaygındır.

Duygu Organları

Bileşik gözler saplıdır. Bu yapılar eklemli hareket edebilen pedünküllerle dekteklenmiştir ve böylece her yönü izleme imkanı sağlanmıştır. Ommatidyumlar çok sayıdadır. Yerçekimi merkezleri çoğu dekapod için özellikle oyucu olanlarda gözler kadar önemlidir. Statositler her zaman antennüllerin kaidesinde bulunurlar (Şek. 13.46c). Yengeçlerde bu organlar sıvı dolu labirentler içerirler ve sinir hücreleri dönme, hızlanma ve hareket gibi diğer kompleks değişikliklere cevap verirler. Bu tür statositler bizdeki yarım daire kanallarına benzerdir.

Diğer duygu organları, gövde segmentleri arasında yer alan kaslar arası gerilmeye duyarlı hücreler ile **myokordotonal organlar'**dır. Myokordotonal organlar sinir hücre kümesi olup yürüme bacaklarının eklem yerlerinde yer alırlar ve muhtemelen proprioseptör' dürler. Ayrıca Estetasklar antennüllerde yer alırlar ve ağız organları kimyasal duyarlı kıllarla da kaplıdır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 13. 79. Mavi yengeç (*Callinectes sapidus*)

Davranış

Dekapod'lar; yüzen, atlayan, yürüyen, oyan çevik omurgasızlardır. Karideslerin yüzmeye elverişli yüzme kılları ile donatılmış güçlü pleupodları vardır. Vücutlarının yanlardan basık, rostrumlarının çıkıntılı ve antenlerinin pullu oluşu, yüzmeye uygun adaptasyonlardır. Abdomenlerinin çabucak bükülebilmesi ve dümen gibi kullanılabilmesi aniden geri dönmelerini sağlar. İstakozlar da aynı tarzda geriye doğru sıçrarlar. Yürüyücü Dekapod'lar sadece tehlikeden kurtulma anında yüzerler. Bazı yengeçlerde son torasik bacaklar yüzme küreği şeklinde yassılaşmışlardır (Şek. 13.79).

Dekapod'ların çoğu torasik bacakları ile yürürler. Karides dışındaki türler oldukça güçlü kaslarla donatılmışlardır. Büyük kelipedler harekette kullanılmazlar. Yengeçlerde abdomenin küçülerek ventrale doğru bükülmesi vücudun yerçekimi merkezini öne doğru kaydırır ve böylece yürüme bacakları hayvanın tüm vücut ağırlığını kaldırmada desteklik sağlar. Bu durum yengeçleri *reptantia* grubunun en hızlı ve en çevik hayvanları yapar. İleri ve geriye doğru hareket edebildikleri gibi yanlara doğru da hareket edebilirler. Oyuk açma bu grupta oldukça ileri düzeydedir. Bazı karidesler pleopodlarını yumuşak kum ve çamur kazmada kullanırlar. *Reptantia* grubu kazma işleminde torasik bacaklarını kullanmakla beraber köstebek yengeçler kazmada abdomenlerini kullanırlar. Oyma işlemi tatlısu ve karasal formlar için oldukça önemlidir. Bu dekapod'lar çevrenin peryodik olarak süregelen şiddetli koşullarından yeraltına çekilmekle kurtulurlar. Çoğu karasal tür gün esnasında oyuklarında kalır. Geceleri veya çok yağışlı günlerde dışarı çıkarlar. Bazı tropikal türler ağaçlara tırmanırlar.

Dekapod'ların bir çoğu kayalar arasında, vejetasyon arasında ve omurgasız kolonileri arasında kendilerine doğal barınak bulur. Bazı türler poliket tüplerinde, mercanların baş kısımlarında, mollusk ve ekinoderm'lerin bulundukları yarıklarda kommensal olarak yaşarlar. Bazıları ise (pagurid yengeçler) ölü gastropod kabukları içinde yaşarlar. Dekapod'larda gizlenme eğilimi çok güçlüdür. Bu durum dekapod'ların yenilebilir olma özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Kelipedler ve diğer ekstremiteler örneğin bazı ıstakozların dikenli antenleri etkili silahlarıdır ancak kamufle olmaları korumada daha etkili silahlarıdır.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

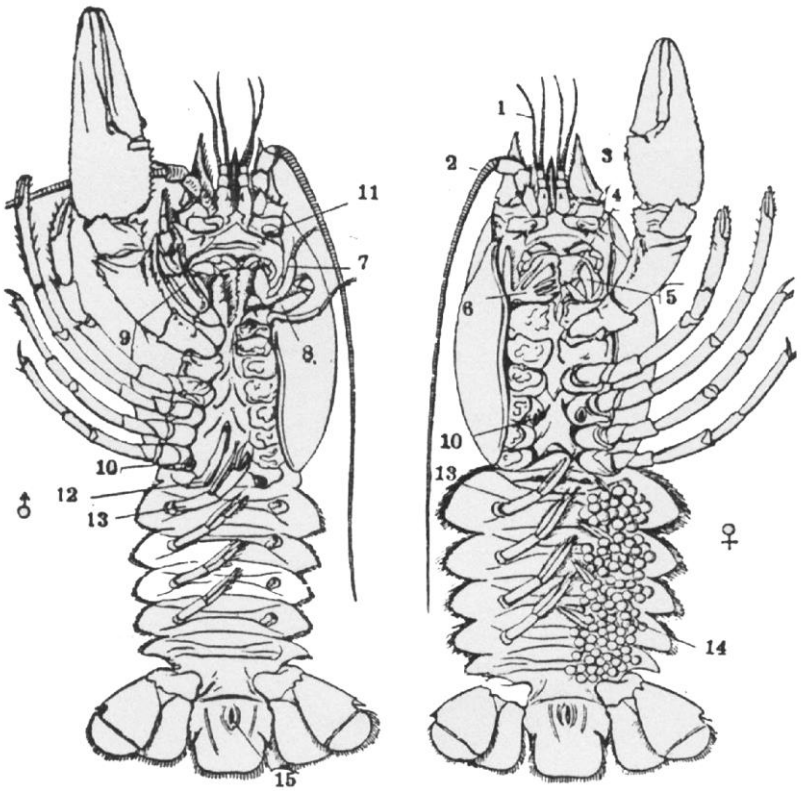
Dekapod'larda kromotoforlar iyi gelişmiştir ve çoğu türde (özellikle karidesler) vücut rengi bulunduğu lokal yerin rengi ile uyum içindedir. Bazıları vücutlarının dış yüzeyine çeşitli maddeleri yapıştırırlar. Yengeçler; taşlar, algler, deniz gülleri, bryozoon'lar ve süngerler üzerinde adeta bir kabuk veya bir kılıf oluştururlar ve hareketsiz kaldıklarında ayırd edilmeleri oldukça güçtür.

Üreme

Erkek dekapod'lar son torasik segmentin üzerinde veya yakınında bir çift gonopor içerirler. Çift haldeki ve tüpsü yapıdaki genital kanallar bu porlardan testislere uzanırlar. Kaslı fışkırtma yapıları vardır. Yengeçlerde penis te bulunabilir. Ovaryumlar testislere benzerler, oviduktlar dişinin VI. gövde segmentine açılırlar. Erkekte penisin bulunması halinde, dişi oviduktu distalde vajina ve reseptakulum seminis şeklinde yapılanma gösterir. Diğer hallerde torasik sternitlerde sperm depolama yerleri bulunabilir.

Eşeysel olgunluğa erişen türler görerek, ses çıkararak ve koklaşarak çiftleşirler. Deniz ve tatlısu türlerinde feromonlar özellikle önemlidir. Çoğu erkekte kelipedler çok fazla gelişmiştir ve birleşme anında dişiyi kucaklamada kullanırlar.

Çiftleşmek üzere biraraya gelen eşler, ventral bölgeleri uygun şekle gelene kadar birleşme hareketine devam ederler. Erkeğin ilk iki pleopod çifti sperm transferi için değişikliğe uğramıştır. Pleopodların uçları reseptakulum seminis açıklığına ulaştığında spermler dişiye aktarılır. Eğer reseptakulum seminis keseleri yoksa spermler paketlenir ve dişinin genital porlarının yakınına yapıştırılırlar.



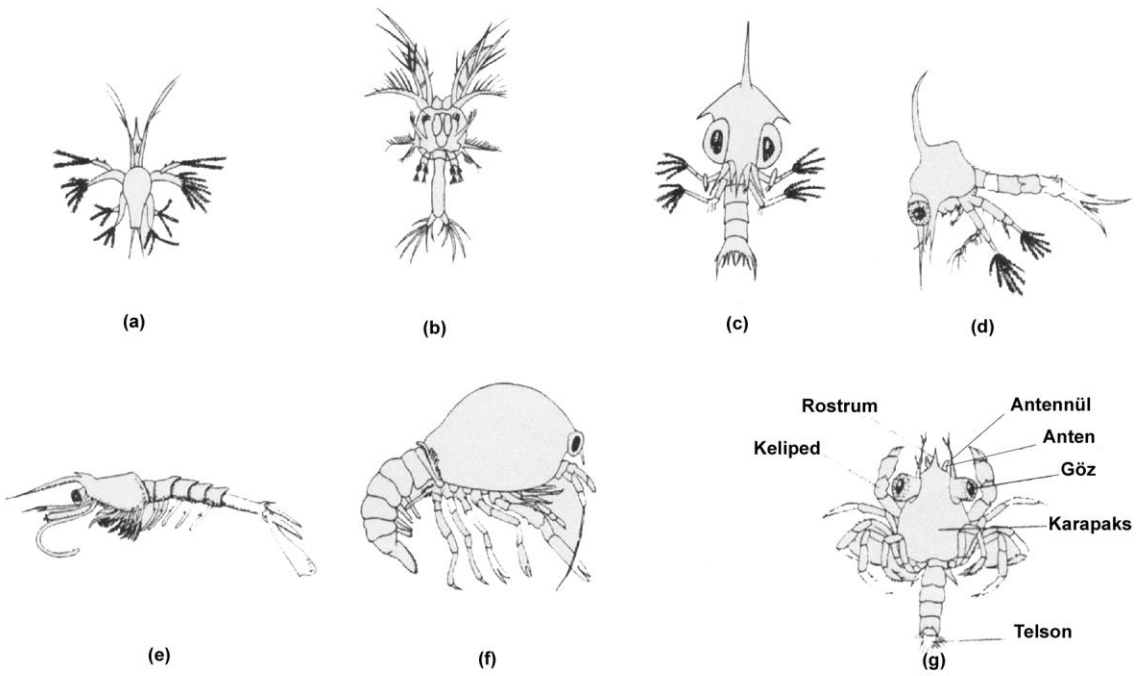
Şekil 13. 80. *Potamobius flaviatilis.* Erkekte sol tarafın yürüme bacakları ve abdomen ekstremiteleri, dişide de sağ tarafın yürüme bacakları ile her iki tarafın maksillipedleri çıkarılmıştır. 1. birinci anten, 2. ikinci anten, 3. pul, 4. mandibül, 5. birinci maksil, 6. ikinci maksil, 7-9. maksillipedler, 10. genital delik, 11. anten bezi deliği, 12-13. birinci ve ikinci abdomen ekstremiteleri, 14. yumurtalar. 15. anüs.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Gelişme

Karasal yengeçler kara-da çiftleşmelerine rağmen doğurmak üzere mutlaka suya dönmek zorundadırlar. Benzer şekil-de ergin halde iken acı sulara göç eden çoğu denizel türler, üremek için normal deniz suyuna gereksinim duyarlar. Larvaları da sulandırılmış ortamda (az yoğun) yaşayamazlar.

Bazı primitif karidesler döllenmiş yumurtalarını suya bırakırlar ancak tüm diğer dekapod'lar kuluçkaya yatarlar. Embriyolar larval hale gelene kadar pleopodlara yapıştırılırlar (Şek. 13.80). Karakteristik gelişmeleri nauplius, protozoea, zoea ve postlarva safhalarını içerir.



Şekil 13. 81. Dakapod larval formları: a) Nauplius larvası (Karides-*Panaeus*); b) Zoea larvası (*Callinectes sapiolus*-Yengeç ventralden görünüş); c) Postlarval safha (*Penaeus*'ta); d) Yengeç (*Callinectes*)'te postlarva (*Megalops*).

Diğer krustase'lerde olduğu gibi dekapod **nauplius**, segmentsiz yapıda olup 3 çift ekstremite taşır (Şek. 13.81a). Bu safha sadece kuluçkaya yatmayan karideslerde serbest haldedir. Tüm diğer dekapod'larda yumurtada geçirilir. Nauplius safhası birkaç kez deri değiştirerek **Protozoea,** safhasına ulaşır. Bu safhada torasik ve abdominal segmentler oluşur ve karapaks şekillenir (Şek. 13.81b). Karapaks ve toraks arasında kaynaşmalar olmamakla beraber baş ekstremiteleri hala hareketi kontrol ederler. Kuluçkaya yatan karidesler yumurtadan

protozoea halinde çıkarlar. Ancak *reptantia* grubunda bu safha da yumurta içinde geçirilir. Çoğu istakoz ve yengeç, yumurtadan **zoea** halinde çıkar. Bu safhada geri kalan gövde segmentleri ve bacaklar belirir ve karapaks toraks ile kaynaşır. Anteriörde rostrum çıkıntı halinde belirgindir ve saplı gözlerde belirmeğe başlarlar (Şek. 13.81c,d). Zoea safhasında hareket, gövde ekstremiteleri ile sağlanmaya başlar. Zoea larvası birkaç kez deri değiştirerek **postlarva** haline gelir (Şek. 13.81e,f,g). Bu safha segmentlerin tam ve ekstremitelerin de fonksiyonel oluşu ile karakterize edilir. Çoğu dekapod'ta postlarva ergine benzer. Sadece eşeysel yapılar eksiktir. Yengeçlerde post larva veya **megalops**'da abdomen uzanmış haldedir ve toraksın altına henüz kıvrılmamıştır (Şek. 13.81g).

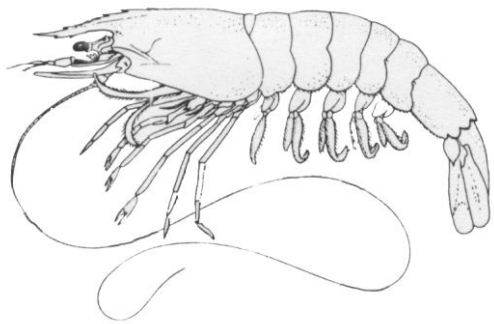
Ergin istakozlar yaşamları boyunca deri değiştirir ve büyürler. Böylece hem boyca hem ağırlıkça gelişirler ve 5 kiloya kadar ulaşabilenleri de vardır. Buna karşın dekapod'ların birçoğu eşeysel olgunluğa ulaştıktan sonra büyümez ve deri değiştirmezler.

Dekapod çeşitliliği

Bilinen 8400 tür, dekapod'ların ne denli çeşitlilik gösterdiklerini ifade eder. Bu çeşitlilik hem farklı vücut şekli hem de farklı habitat ve yaşam şekillerinden kaynaklanmaktadır. *Natantia* ve *Reptantia*, grubun tipik olarak ayrılan iki dalıdır. Bu dallanmadan da daha öte olabilen dallanmalar, büyük ölçüde yapısal ve davranış farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Subordo : *Natantia*

Tüm karidesleri içerir. Türleri esas olarak yüzmeye uyum sağladıkları gibi dipte sürünerek yaşayan hatta oyuklarda yaşayanları da vardır. Birkaçı gerçek anlamda pelajiktir ve zamanlarının büyük bir kısmını deniz tabanında geçirirler. Birkaç tatlısu formu vardır. Birkaç türü de semiterrestrial'dir. Boyları 1-20 cm kadardır. Vücutları yandan basıktır. Rostrumları da yanlardan basıktır. Torasik bacakları nispeten zayıftır. Pleopodları iyi gelişmiştir ve yüzme kılları ile donatılmıştır. Anten pulu dümen görevini yapar. Yaklaşık tanımlanmış 2000 tür içerirler ve 3 bölüm (*Penaeidea, Caridea, Stenopodidae*) halinde sınıflandırılmışlardır.

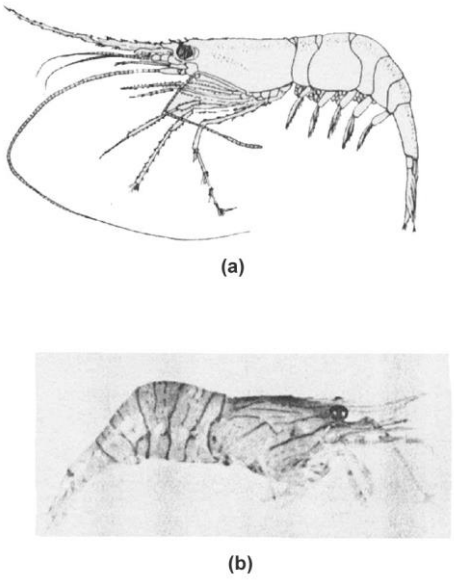


Şekil 13. 82. *Penaeus setiferus* (Dişi – Yandan görünüş)

Penaeidea

Karideslerin 1/6'sı penaidlerdir. En primitif dekapodlardır. III. bacak çiftleri keliped şeklindedir ve

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 13. 83. a) Acusu karidesi *Paleomon macrodactylus*; b) Derin deniz karidesi *Pandalus borealis*.

dendrobranş tipte solungaçlarının bulunması ile ayırd edilirler (Şek. 13.82).

Caridea

Çoğu karides bu gruba dahildir. Solungaçlarının fillobranş tipte oluşu ve ve makassız III. çift yürüme bacaklarının kelipet şeklinde olmayışı ile ayırt edilirler. Abdomen belirgin bir şekilde büküktür (Şek. 13.83a). Diğer yüksek organizasyonlu dekapod'larda olduğu gibi yavrularını pleopodları ile tutarak bakarlar. Yumurtadan protozoea safhasında çıkarlar. Esas olarak denizeldirler. Fakat önemli tatlısu familyaları da vardır. Bu grubun oldukça büyük kelipedleri vardır. Bu kelipedlerin makasları kapandığında tabanca patlaması gibi ses çıkartırlar. Bu ses predatörlerini korkuttuğu gibi yakınlarında gezinen küçük balıkları da sersemleterek geri çekilmelerine neden olur. Bu ses esas olarak tür içi haberleşmede kullanılır.

Bu grubun temsilcilerinden *Crangon* cinsi kum karidesidir. Gün esnasında yumuşak zeminlerde gezinir sadece gözlerini kum dışında tutar. Geceleri küçük omurgasızlar, algler ve detrituslarla beslenmek üzere kumdan çıkarlar. Baltık denizinden çiftlik hayvanlarına yem olarak tutulurlar. Bu türe ait örnekler kromatofor çalışmaları dahil fizyolojik araştırmalarda da kullanılırlar.

Pandalus cinsi (Şek. 13.83b) protoandrik hermafrodittir. İki yaşına kadar çoğu birey erkektir sonra dişi olur.

Palaemon (Şek. 13.83a) ve *Paleomonetes* geniş dağılımları olan küçük karidesleridir. Çoğu türü deniz kıyılarında ve acımsı tatlısularda yaşar. *Merguia rizophorae* tropikal mangrov bitkisinin kökleri arasında Orta ve Güney Amerika sahillerinde yaşar.

Stenopodide

Sıcak deniz suyunu tercih ederler. Çeşitli omurgasız kolonilerinde kommensal olarak yaşarlar. Solungaçları trikobranşiat tiptir ve III. kelipedler çoğunda büyüktür. *Stenopus*, güzel bir karides olup kırmızımsı renkteki vücutları, gökkuşağının bütün renklerini oluşturabilir. Mercan kayalıklarında yaşarlar

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

besinlerinin büyük bir kısmını, balıkların vücudunu temizleyerek elde ederler. *Spongicola* cinsi süngerlerle yaşar.

Subordo : *Reptantia*

Bu subordo, deniz ve tatlısu istakozları ile yengeçlerini içerir. Bu dekapodlar esas olarak yürümeye uyum sağlamışlardır. Vücut çoğunda dorso-ventral olarak basıktır. Rostrum küçülmüş olabilir. Pereiopodları güçlüdür ve anteriörde bir çift keliped içerirler. Abdomenleri küçülmüş olabilir. Yüzme pleopodları yoktur. Anten pulu gelişmemiştir. Hiçbir türünde zoea, safhasını geçirmeden ergin hale gelemez. 6400 kadar türü tanımlanmıştır. Üç grup halinde sınıflandırılmışlardır. *Macrura, Anomura* ve *Brachyura*.

Macrura

Reptantia'nın en primitif grubudur. Uzamış, güçlü abdomenleri vardır. Üropodları telson ile birlikte kuyruk yelpazesi oluşturur. En belirgin türleri deniz istakozları ve tatlısu istakozlarıdır. Dikenli istakozlar ,oyucu türler ve dipte yaşayanlarla birlikte 700 tür içerirler.

İstakozlar deniz diplerindeki kaya yarıklarında yaşarlar. *Homarus americanus* türünün bazı dişileri yarım metre boyda ve 20 kg ağırlıkta olabilir. Bu büyük hayvanlar 50 yaşına kadar yaşayabilirler. Rostrumları çıkıntılıdır. Kelipedler güçlü ve yırtıcıdır. Bu ekstremiteler asimetrik olarak gelişirler. Bir taraftaki, kısa ve keskin olup kesmede kullanılırken diğer taraftaki, genişlemiş pens halindedir, öğütmede kullanılan yuvarlaklaşmış dişler içerir ve desteklemede kullanılır. Leşle beslenme yaygın olmakla beraber küçük balıklar, yengeçler ve salyangozlar canlı olarak da yenirler. Bazı istakozlar da midye çıkartırlar. Genellikle zeminde sürünme şeklinde ağır hareket ederler. *Homarus* deniz altında birkaç kilometrelik alanda gezinir. Kaçmak için güçlü abdominal kasları kasılır ve geriye doğru ani hareket eder.

Tatlısu istakozları deniz istakozlarına yakın akrabadırlar. Fakat denizel türlerden daha küçük olup ortalama olarak 10 cm boyundadırlar. Bu grubun dev türü Avustralya'da yaşayan *Euastacus armatus* olup 50 cm' lik boya ulaşır.

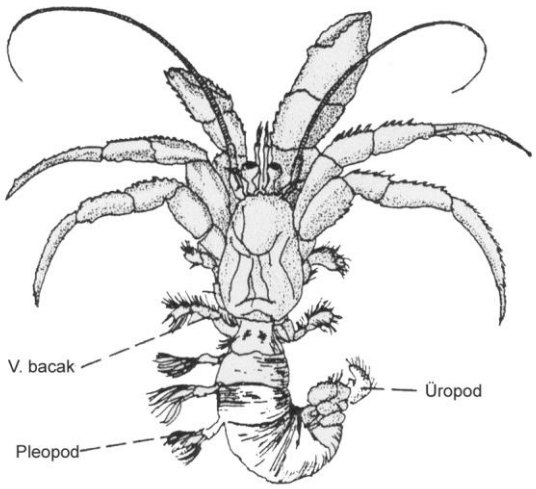
Tatlısu istakozları, kısmen antennal bezlerinin iyi gelişmesi sonucu tatlısuda yaşayan en başarılı dekapod'lardır. Bu boşaltım organları bir miktar sulandırılmış üre bırakırken solungaçlar aktif bir şekilde gerekli tuzu emer. Yuvalarının bazıları yeraltı sularına uzanır ve böylece kışın donma ve yazın kuruma tehlikesine karşın

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

korunurlar. Bu durum aynı zamanda bazı karasal türlerin belirmesine de neden olabilir. Avrupa'da yaşayan *Astacus'* un 20 yıllık ömrü vardır ve akan dereler ile göllerde bulunur. Tatlısu omurgasızların çoğunda olduğu gibi istakozların larval safhaları yumurtada geçirilir. Yumurtadan çıktıktan kısa bir süre sonra genç bireyler ebeveynlerinin pleopodlarına tutunurlar. Dikenli istakoz nispeten silindirik karapakslıdırlar ve gerçek istakozlardaki güçlü kelipedlere sahip değillerdir. Tüm pereiopodları benzerdir ve makazsızdır. Rostrum küçüktür. Yırtıcı bacaklar yerine dikenli istakozlarda uzun ve sivri uçlu ikinci antenler vardır. Bu ekstremiteler sallandıklarında sesli bir şekilde tıkırdarlar ve aynı zamanda kırbaç gibi acı hissi verirler. Bu yetenek tür içi saldırganlık ve ahtapod gibi potansiyel predatörlerden korunmada önemlidir. Yenen dikenli istakoz Avrupada *Palinurus*, Amerika kıyılarında ise *Panulirus'* tur

Anomura

Ekonomik önemleri sınırlı olduğu için istakozlar ve yengeçler kadar iyi tanınmamaktadırlar. Tanımlanmış 1300 türleri vardır. En tanınmış olanları gastropod kabukları içinde yaşayan küçük türlerdir. Anomur'ların özel bir abdomenleri vardır (Şek. 13.84). Yapısı istakozların iyi gelişmiş kuyruğu ile yengeçlerin küçük ve ventrale bükülmüş haldeki posteriörlerine benzerdir. Yumuşak olan abdomenleri uzun fakat dar ve büküktür. Hareket yeteneği çok zayıftır. Pleopodları büyük ölçüde küçülmüş veya kaybolmuştur. Asimetri yaygındır, genç larval evrede meydana gelir. III. torasik bacak makas içermez. V. bacak çifti küçülmüş ve dorsale doğru bükülmüştür. Leş ve detritus yiyiciliği genel beslenme şeklidir.



Şekil 13. 84. *Pagurus* (Kabuğundan çıkarılmış).

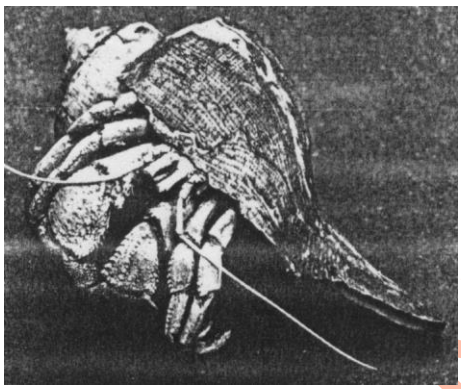
Bu grupta Avrupa ve Kuzey Amerika kıyılarında yaşayan *Pagurus* cinsi (100 kadar türü bilinmektedir) ile karada yaşayan *Birgus* cinsi ve akrabaları örnek gösterilebilir.

Daima ölü salyangoz kabukları içinde yaşarlar. Asimetrik olan abdomenlerini ölü salyangoz kabuğu içine sokarlar ve değişikliğe uğramış üropod çengelleri ile kabuk kolumellasına tutunurlar. Kabuk spiralleri boyuna oluşturulan longitudinal kas kasılmaları da

Prof M. Nihat AKTAÇ

abdomenin kabuğa sıkıca tutunmasını sağlar. Ayrıca pleopodlarının bulunmaması da abdomenin kabuk içine doğru çekilmesini sağlar. Torasik bacaklar da kabuğa daha iyi tutunmalarını sağlar. Hayvan kabuk içine çekildiği zaman büyük kelipedler kuyruk açıklığını kapatır. Hayvan büyüdükçe peryodik olarak daha büyük bir kabuğa transfer olur. Transferden önce yeni kabuk seçilir ve geçiş çok temkinli ve hızlı olur.

Gastropod kabukları kuşkusuz ki yumuşak olan anomur'ların abdomenlerini korur (Şek. 13.85). Bu koruma; bryozoon'lar, süngerler, Balanid'ler ve/veya deniz güllerinin kabuklara tutunmaları halinde daha da önem kazanmaktadır. Bazı anomur'lar kendilerini süngerler, bazı bitki kökleri ve skafopod kabukları içine de sokarlar.



Şekil 13. 85. Salyangoz kabuğu içinde pagurid.

Kral yengeçler ve hindistan cevizi yengeçleri; Abdomenleri kabuk içinde olan anomurlardan gelişmişlerdir. Kral yengeçlerinin kutikulaları yoğun bir şekilde kalkerleşmiştir. Kuzey pasifikte yaşayan türlerden *Paralithodes camtschatica* ekonomik öneme sahiptir. Pleopodları asimetriktir. Yarı karasal olan Hindistan Cevizi Yengeci *Birgus* ise Hint-Pasifik Okyanusu'nda yaşar. Larvaları suda gelişir ve karaya çıkar çıkmaz genç *Birgus* gastropod kabuğuna yerleşir. Ergin 30cm boya ulaşabilir, ancak körelmiş abdomeni kabuk içine yerleşmez, bir oyuk hazırlar ve bu oyuğa yerleşir. Yüksek hindistan cevizi ağaçlarına tırmanır, meyva ile beslenir ve yaşadığı oyuğun izolasyonu için yaprak toplar. Bu cinse yakın akraba grup, *Aegla* cinsidir. Tatlısuda yaşadığı bilinen tek cinstir. 20 türü ile Güney Amerika'nın ılıman yerlerinde yaşar.

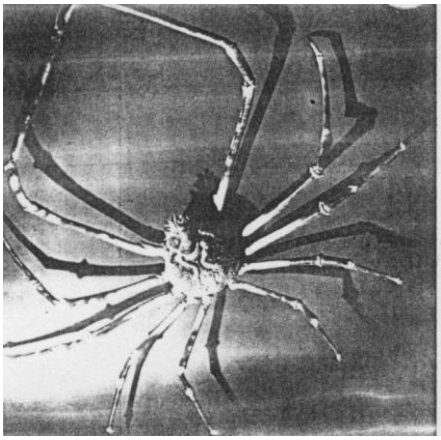
Branchyura

Gerçek yengeçlerdir. 4500 tür ile bu klasisin en büyük grubunu oluştururlar. İleri düzeyde gelişmiş krustase'lerdir. Geniş ve yassı karapaksları vardır ve vücudun büyük bir kısmını sefalotoraks olarak birleştirir. Karapaks anteriörde epistom ile kaynaşmış haldedir. Bukkal cihaz iyi gelişmiştir ve geniş III. maksilipedleri diğer ağız ekstremitelerini kuşatır. II. antenlerin yan taraflarında saplı bileşik gözler yer alır. Solungaçlar fillobranşiat tip'tir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Abdomen küçülmüş ve sefalotoraksın altına doğru bükülmüştür (Şek. 13.76). Dişi pleopodlar yumurtaları kuluçkada tutmak üzere kalırlar erkekte ise sadece ilk iki çift kalmıştır ve kopulasyon ekstremiteleri olarak görev yaparlar. Uropodları yoktur. Brankyur abdomenindeki bu değişiklikler vücudun yer çekimi merkezini kaydırmıştır. Ağırlıkları yürüme bacakları üzerinde dengelenmiştir. Bu durum da hareket yeteneklerini arttırır. Yengeçler diğer krustase'lere göre oldukça hareketli sayılırlar ve çoğunlukla yan yan yürürler. Bu tür harekette öndeki ekstremiteler vücudu çeker, arkadaki ekstremiteler ise iterler. Uzun yürüyüşler esnasında periyodik olarak 180°'lik bir dönüş yaparak bacakların değişik rol oynamalarını sağlarlar. İlk pereipodlar yırtıcı kelipedlerdir. Esas görevleri avı yakalamak ve savunma yapmaktır. Harekette fazla rol oynamazlar. Yaşam döngülerinde **megalops** safhası içerirler ve abdomen bu safhada *makrura* grubunda olduğu gibi uzamış haldedir (Şek. 13.81g).

Gerçek yengeçler yapı, davranış ve bulundukları habitat bakımından çeşitlilik gösterirler. Karapaksın yapısal şekli, bukkal cihaz, III. maksiliped ve pereiopodlar önemli taksonomik anahtarlardır. Okyanus derinliklerinden intertidal zon'a, tatlısudan karaya kadar tüm habitatlarda yaşarlar. Sürünücü ve oyucu olabildikleri gibi, gizlenebilir ve atak olabilirler.



Şekil 13. 86. En büyük yengeç (*Macrocheria kaempferi*)

En primitif brankyurlar oyucu olanlar veya derin littoral zeminde yaşıyanlardır. Uzun karapaksları vardır. Yassılaşmış pereiopodları yumuşak zemini kazmaya elverişlidir. Örümcek yengeçleri arasında gizlenme oldukça yaygındır. Bu deniz dekapod'larının üçgen şeklinde karapaksları vardır ve çoğu kez süngerler, kolonial sölenterat'lar, bryozoon'lar ve algler tarafından kamufle edilir yani gizlenirler. Örümcek yengeçleri dünyanın en büyük yaşayan arthropod'larını oluştururlar. En büyük tür, Japonya'da yaşayan *Macrocheira kaempferi* türüdür (Şek. 13.86).

Yengeçlerin yüzme yetenekleri pek gelişmemiştir. Ancak portunid'lerin yassılaşmış V. pereiopodları yüzme kürekleri şeklini almıştır. Bu yengeçlerin bazıları balık ta tutabilirler. Avrupa'da yenen yengeçlerin çoğu, yüzmeyen bir grup olan *Cancer* cinsine aittir.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

Çeşitli brankyur grupları acı ve tatlısularda yaşarlar. Yaşamlarını tatlısuda geçirenler çoğunlukla tropikal ve subtropikaldirler. Bu türlerden biri *Potamon fluviatile* olup Akdeniz bölgesi'nde yer alır.

Son derece hareketli olmaları ve brankial boşluklarının sağlam yapıda oluşu nedeniyle amfibial ve karasal yaşama uyum sağlamışlardır. Böyle olmakla beraber karasal ortamın dayanıklı hayvanları değildirler. Çoğu su içmek veya zaman zaman suya girmek zorundadırlar. Ayrıca üremek üzere de aquatik çevreye dönmek zorundadırlar.

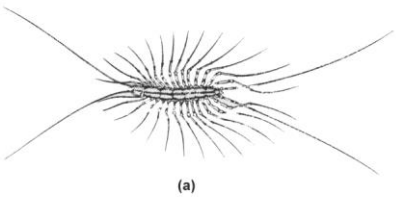
Myriapoda

Çok bacaklı olan myriapod'lar arthropod'ların küçük fakat ilginç bir dalını oluştururlar. Kırkayak ve çiyanlar bu grupta tanımlanmış 11.000 türün büyük bir çoğunluğunu oluştururlar.

Myriapod'lar çoğu böcek gibi kara hayvanıdırlar ve her iki grubu da karasal *mandibulata* olarak bilinmektedir.

Myriapod'lar kısa başları ve çok uzun segmentli gövdeleri ile karakteristiktirler. Tüm bacakları tek kolludur. Sefalik eklentileri bir çift anten, mandibüller ve değişik sayıda olan farklı yapıdaki maksilleri içerir. Bacaklar gövde segmentlerinin çoğunda ve çift halde bulunurlar. Segmentasyon; kalp, trake ve sinirler gibi çeşitli iç organlarda kalıcıdır. Myriapod'ların çoğu orman ve humuslu topraklar gibi nemli ve organik bakımdan zengin çevrelerde bulunur. Tropikal habitatlarda yaygındırlar ancak bir çok tür ılıman kuşaklarda da bulunur.

Myriapod'lar İlk sınıflandırmalarda tek bir klasis halinde belirtilmişlerdir. Daha sonraki çalışmalarda, farklı özellikleri dikkate alınarak 4 ayrı sınıfa ayrılmaları sağlanmıştır. Bu sınıflar : *Chilopoda, Diplopoda, Pauropoda* ve *Symphyla*'dır. Günümüzde biologların çoğu myriapod terimini taksonomik olmayan ancak 4 klasise birden verilen bir isim olarak algılamaktadır.



(a)



(b)

Klasis : *Chilopoda*

Hilopod'lara ait 3000 tür çıyan olarak bilinmektedir. Çeşitli nedenlerle bu çok bacaklı

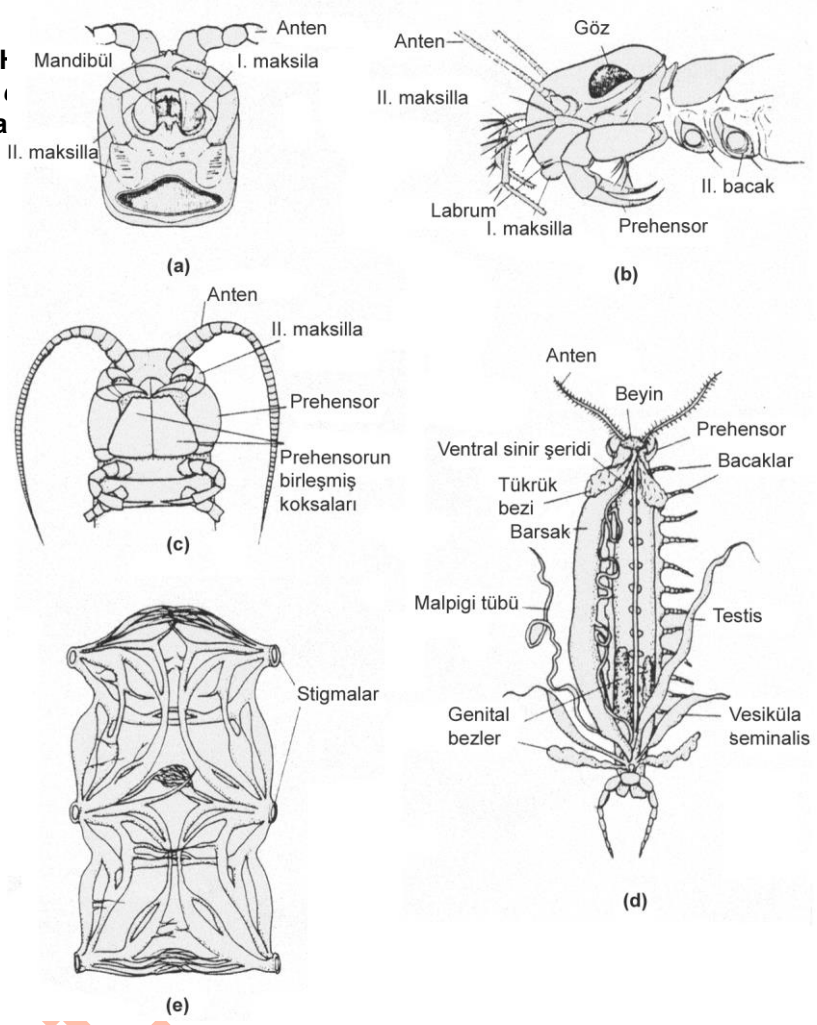
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

yaratıklar bizi hem cezbeder hem de kendilerinden uzaklaştırırlar.

Myriapod'lar arasında çiyanlar (Şek. 13.87b), en aktif ve en saldırgan karnivorlardır. **Prehensor** olarak adlandırılan zehirli ektremiteleri vardır. Nemli topraklar, ormandaki taban örtüsü ve taş altları yaygın habitatlarıdır. *Scutigera* (Şek. 13.87a) gibi bazı hilopod'lar da Avrupa ve Amerika'da evlerin bodrum ve banyolarında yaşarlar.

Ilıman kuşakta yaşayan çıyanlar 1 cm' den daha kısa boydadırlar. Boyları daha sıcak enlemlerde artmaya başlar ve bazı türler 20 cm uzunluğa ulaşır.

Şekil 13. 87. H
a) *Scutigera*
sıklıkla rastla



Şekil 13. 88. a) Çiyan (*Otocryptops sexspinosa*)'da başın ventralden görünüşü; b) *Scutigera coleoptrata*'da başın ve anteriör gövde segmentlerinin yandan görünüşü; c) *Lithobius americanus*'ta başın ve anteriör gövde segmentlerinin ventralden görünüşü; d) *Lithobius* – Anatomik yapı; e) *Scolopendra cingulata*'da trakeal solunum sisteminin bir bölümü.

Hilopod'larda baş, diğer myriopod'larda olduğu gibi bir çift uzun anten ve ileriye doğru uzamış ağız ekstremiteleri içerir (Şek. 13.88a). Labrum, üst dudağı oluşturmak üzere yuvarlaklaşmış haldeki anteriör vücut bölgesinden aşağı doğru sarkar. Bu yapının arkasında yer alan preoral boşluk mandibülleri ve ağızı çevre-ler. Kısa ve yarım daire şeklinde olan mandibüller, keskin ısırıcı dişler taşır. Yassılaşmış I. maksil alt dudağı oluşturur.

II. maksil, I. maksili basit bir şekilde örter veya *Scutigera*'da olduğu gibi uzamıştır (Şek. 13.88b). Gövde ekstremite-lerinin ilk çifti ağız ektremite-lerinin üzerini aşar ve çıyanlarda prehensor olarak adlandırılır (Şek. 13.88c). Zehir bezi kanalları prehensorların sivri tırnak şeklindeki uç

Prof. Dr. Ali AKTAÇ

kısımlarına açılırlar, böylece hem savunmada hem de saldırıda etkili rol oynarlar. Geri kalan gövde ekstremiteleri benzer yapıdaki yürüme bacaklarıdır. Sayıları 15-173 çift arasında değişir. Bacak taşıyan segmentlerin hepsi eşit boyda değildir. Son iki segment bacak taşımaz. Vücudun posteriör kısmı pygidium'dur.

Çıyanlar, kurt, salyangoz ve küçük karasal omurgasızlarla beslenirler. Bazı oyucu türler detritusla beslenir. *Scolopendra gigantea* gibi 25 cm uzunluğundaki çıyanlar küçük kertenkele ve kurbağa yerler. Prehensorlar avı yakalar ve zehirler.

Sindirim kanalları uzun ve tüp şeklindedir (Şek. 13.88d). Ön barsak uzun kutikular spinlerle kaplı olup büyük partikülleri ufalar. Midede sindirim ve emilim yapılır. Arka barsak kısadır ve pygidial anüs ile sonlanır.

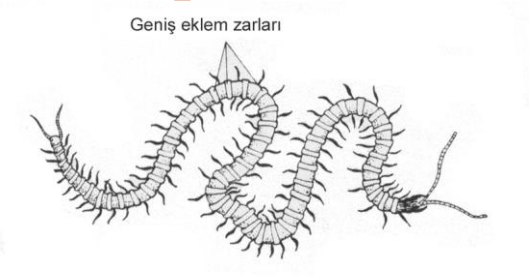
Diğer birçok arthropod'ta olduğu gibi çıyanlarda da dorsal konumlu ve tüp şeklinde kalp vardır. Çift haldeki segmental ostiumları lateral arterlerle almaçlı olarak yer alırlar. Solunum trakelerle olur. Segmental stigmalar bacakların kaidesine yakın yerde yer alırlar (Şek. 13.88e). *Scutigera* ve akrabalarında hemolenf solunum ortamı oluşturur. Su kaybı çıyanlar ve diğer arhtropod'lar için çok kritik durum yaratır. Çünkü bunlarda arahnid'lerde ve böceklerde bulunan mumsu epikutikula yoktur ve stigmalarını da kapatamazlar. Su bütün vücut boyunca ve solunum kanallarından çabucak kaybedilir. Bu nedenle çıyan ve akrabalarının çok nemli ortama gereksinimleri vardır. Nem oranı % 70 'in altına düştüğü zaman çoğu kuraklıktan ölür. Nemli yerleri tercih etmelerinde bir diğer faktör de boşaltım fizyolojileridir. Malpighi tübülleri bulunmasına rağmen çıyanların yarısından çoğunda azotlu artıklar amonyak olarak atılır.

Hilopod'ların merkezi sinir sistemleri tipik myriapod tarzındadır (Şek. 13.88d). Protoserebrum gözleri, deutoserebrum antenleri sinirlendirir. Tritoserebrum ise ağız ektremitelerine ait ganglionları birleştirir. Çift haldeki ventral sinir şeridi, gövde boyunca yer alan belirgin haldeki ganglionları birbirleriyle bağlantılı kılar. Hilopod'ların dünyası karanlık ve nemli olduğu için dokunma ve kimyasal duygu organları çok iyi gelişmiştir. Gözler, bulunmaları halinde başın yanlarında osellus kümeleri oluştururlar. Sukutigeromorf'larda bu kümeler yoğundur ve bileşik gözlere benzerler. Antenlerin kaide kısmında **Tömösvary organlar**'ı olarak bilinen titreşime duyarlı yapılar vardır. Dokunma ve kimyasal duyarlı kıllar, antenlerin ve bacakların distal parçaları boyunca yer alırlar. *Scutigera*'da gövdenin son segmentine ait ekstremiteler uzun ve duyarlı olup posteriör anten olarak görev yaparlar. Sıcaklık ve nem algılayıcıları büyük bir olasılıkla antenler boyunca yer alırlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Çıyanlar zeminde hızlı koşmaya uyum sağlamışlardır. Bu hareket şekli, genelde geceleri sınırlıdır çünkü düşük sıcaklık ve yüksek nem gündüzün bu strese neden olan koşullarını azaltır.

Çok fazla bacakla örneğin 300 veya 30 bacakla bile hızlı yürümeleri söz konusu olunca bazı mekanik güçlüklerle karşılaşılmaktadırlar. En başta koordinasyon problemleri vardır. Bacaklar bir diğeri üzerine gelmemelidir. Çıyanlar hızlı yürürken vücutlarını gererler böylece peşpeşe gelen bacaklar arasındaki mesafe genişler. Her bacak hemen arkasındaki bacaktan önce adım atar. Öyle ki vücutta adım hareketlerinden oluşan hareket bir dalga halinde anteriörden posterióre doğru yayılır. Her bacak kendisine komşu olandan daha uzun olduğu için distalde bir karışıklık söz konusu olmaz. Karşılaşılan ikinci zorluk yüksek hıza karşı olan dayanıklılıktır. Çıyanlar bacaklarının yerde duruş süresini azaltarak daha hızlı koşarlar. Böylece hızlı hareket eden hayvanlarda, belli bir zamanda yerle temas halinde olan daha az bacak vardır. Yer ile temas, ekstremitelerdeki bir çok yapının varlığı ile arttırılır. Genelde distaldeki 3 bacak çifti yere sağlam basar. Ayrıca çıyanların gövdeleri nispeten tıkız bir yapıdadır. Birbiri üzerine çakışabilen tergitler boyca değişikliğe neden olabilirler. Tergit ve sternitlerde büyüklük bakımından farklı bir düzende olabilirler. Bu düzen yanlara doğru yalpalamayı azaltır, bu da öne doğru etkili bir yürüyüşü sağlar. Çıyanların bacaklarında, diğer myriapod'lar ve arahnid'lerde olduğu gibi eksternal kaslar bulunmaz. Gövde segmentleri kaynaşmamıştır böylece ekstremitelerin lokal olarak hidrostatik uzanımları mümkün olabilmektedir. Daha uzun bacakların ve daha kısa bir gövde (sadece 15 segment) nin kombinasyonu ile dakikada 50 cm hızla bir mesafe katetme imkanı doğmuştur.



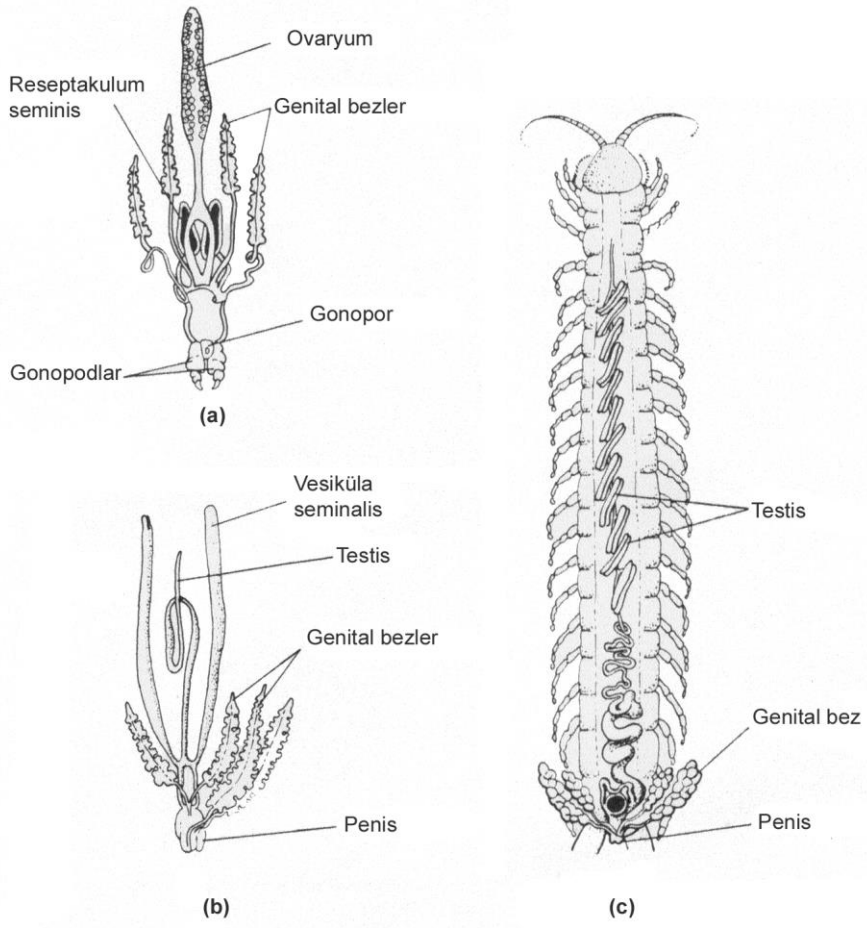
Şekil 13. 89. ***Geophilus longicornis***

Bazı hilopodlar (*Geophilomopha*) oymaya özelleşmişlerdir. Toprak üzerinde seyrek olarak görülürler. Kazdıkları tüneller gevşek topraklarda 40 cm derinliğe kadar gider. Hareketleri annelid'lerinkine benzer. Güçlü boyuna ve enine kaslarının almaçlı olarak kasılması, vücudu toprak içi yarıklarına doğru iter. Kısa bacakları da tutunmayı sağlar. Gövdelerinin esnekliği geniş eklem zarlarından ve yardımcı iskelet plaklarından kaynaklanır (Şek. 13.89). Çıyanlar kendilerini zehirli prehensorlar'ı dikenimsi arka bacakları ve fena koku bezleri ile korurlar. Hilopod zehirleri insanlar üzerinde sanıldığı kadar etkili değildir ve ılıman kuşakta

Prof. M. Nihat AKTAÇ

yaşayanların prehensor'ları da insan derisini delemez. Omurgasız ve küçük omurgalılara karşı prehensorlar oldukça etkili silahlardır. Çoğu tropikal türlerin parlak renkleri, kendilerine saldırılamayacağının kanıtıdır. Diğer bir korunma şekli de fena koku bezlerinin kimyasal etkisiyle oluşur. Bu bezlerin kanalları gövdedeki bacaklara veya sternitlere açılır ve zehirli ya da yapışıcı madde salgılarlar. Oyucu hilopodlar bu maddeleri karıncalara karşı kullanırlar. Yüzeyde yaşayanlar ise yapışıcı fena koku iplikçikleri ile düşmanları olan kurt örümceklerine karşı tuzak hazırlarlar.

Pregenital ve genital segmentleri pygidium'un hemen önündedir. Barsağın üzerinde tek ovaryumları vardır ve kanalı genital segmentte son bulur. Dişi gonoporunu bir çift küçük kavrama eklentileri çevreler (Şek. 13.90a). Erkekte benzer yapıdaki bir çift gonopod, penisi çevreler. Penis sperm kanal açıklığını kuşatır. Sayıları 1-14 olan testisler spermleri buraya boşaltırlar (Şek. 13.90b,c).



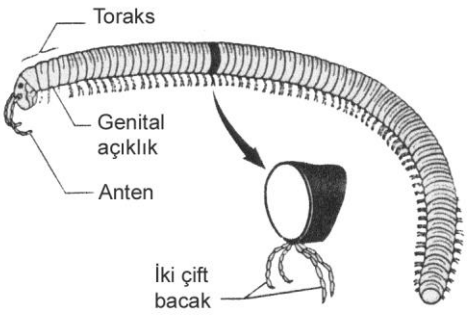
Şekil 13. 90. a) Çiyanda dişi üreme sistemi; b) Çiyanda erkek üreme sistemi (tek testisli); c) Çiyanda erkek üreme sistemi (12 testisli).

Erkek üreme kanalları distalde spermatoforları oluşturan bezsi saha içerirler. Scutigeromorf'lar hariç tüm diğer erkek hilopod'ların kanalları genital ipek bezleri içerir. Erkek düzensiz ipliklerden oluşturduğu bir yapı içinde sperm paketlerini depolar. Dişi spermleri gonopodları ile alır. Yumurtalar yere bırakılır. Bazılarında gelişme safha-sında yavru bakımı vardır. Tipik olarak dişi çiyan vücudu ile kuluçkasını çevreler. Yumurtadan geliş-menin çeşitli safhalarında çıkılır. Bazı türler tüm ergin segmentleri içerirken bazı-larında (*Scutigeromorf*'lar dahil) gövde segmentlerinin

tamamlanabilmesi için yu-murtadan çıktıktan sonra bir deri değiştirme safhası daha geçirirler. Ömürleri 4-6 yıl kadardır.

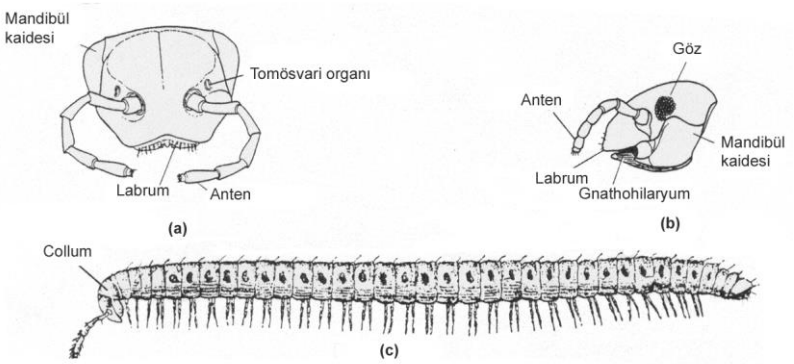
Klasis : *Diplopoda*

Myriapod'ların en büyük grubunu oluştururlar. 7500'den fazla tanımlanmış türleri vardır. Bu türler 14 ordo halinde sınıflandırılmışlardır. Ancak yine de aktüel formların ancak %20'sinin bilindiği söylenmektedir. Çıyanlarda olduğu gibi kırkayaklarda uzun ve çok bacaklıdırlar (Şek. 13.91). Nemli, karanlık topraklarda ve humusta yaşarlar. Kırkayaklar herbivor beslenmeleri, yavaş hareket etmeleri ve normalden farklı segmental organizasyonları ile ayırdedilebilirler. Boyları en çok hilopod'larınki kadar olabilir. En büyük diplopod Afrika'da yaşayan *Archispirostreptus* olup 28cm uzunluğundadır, en küçüğü ise *Pselabhognatha* olup sadece 2mm boydadır. Başta bir çift kısa anten (Şek. 13.92a) ve büyük mandibüller vardır. Preoral odacık; labrum, lateralde yer alan mandibüllerin kaideleri ve **gnathohilarium** ile çevrilidir (Şek. 13.92b). Gnatohilaryum yassılaşmış ve kaynaşmış I. maksilleri temsil eder ve mandibüllerin altında bir taban oluşturur. II. maksillerin tüm kalıntıları gnathohilaryuma katılmıştır böylece III. postoral segment temelde ekstremitesizdir. Bu segment **collum** adını alır ve belirgin bir yaka oluşturur (Şek. 13.92c). Bunu izleyen üç segment birer çift bacak ve diğer metamerik yapıları içerir. Gövdenin geri kalan segmentlerinin peşpeşe gelen tergit çiftleri birbirleriyle birleşerek diplosegmental halka zinciri oluşturur (Şek. 13.91). Bu halkaların her biri iki çift bacak dahil, metamerik organları çift halde içerir. Posteriörde yer alan diplosegmentlerin bazıları ekstremite taşımaz. Gövde pygidium ile sona erer.



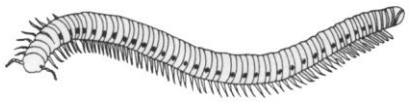
Şekil 13. 91. Kırkayakta vücudun genel görünümü.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 13. 92. a) Diplopod (*Apheloria coriacea*)'ta başın anteriörden görünümü; b) Diplopod (*Arctobolus marginatus*)'ta başın yandan görünüşü. c) Diplopod (*Nopoiulus palmatus*) yandan görünüş (kollum gösterilmiştir).

Kırkayakların çoğu vejeteryandır. Kısmen ölü ve ayrışmış bitkiler ile kalsiyum bakımından zengin yapraklarla beslenirler. Kırkayaklar yaprağını döken ağaç ormanlarında yaprakların parçalanmasında önemli rol oynarlar. Organik maddeyi dönüştürme yönelik bu aktiviteleri solucanlarınki ile karşılaştırılabilir. Mandibülleri güçlü olmasına karşın besin preoral odacıkta tükrük ile yumuşatılır. Bazı kırkayaklar bitki özsuyu ile beslenmeye özelleşmişlerdir. *Blaniulus guttulatus* türü kültür bahçelerinde patates, buğday, yulaf, çilek tarlalarına zarar verir (Şek. 13.93).



Şekil 13. 93. Kırkayak (*Blaniulus guttulatus*)

Toprağın derinliklerinde yaşayan türler toprağı sindirebilirler. Leş yiyicilik ve omnivor beslenme ise kaya yarıklarında yaşayan türler arasında görülür. Diplopod'larda sindirim kanalı basit bir tüp halindedir. Diğer myriapod'larda olduğu gibi uzun orta barsak bölgesinde çekumları yoktur. Anüs, pigidiumun ventral tarafında yer alır.

Kalpleri gövde boyunca yer alır. Baş bölgesine tek aorta uzanır (Şek. 13.94a). Her diplosegmentte iki çift ostium ve dallanmamış lateral arterler vardır. Trakeol ağ her diplosegmentte dört ventral stigma ile bağlantılıdır. Gaz alışverişi ya hemolenfte ya da doğrudan doğruya dokular içinde gerçekleşir. Bir çift malpigi tüpleri vardır. Çıyanlarda olduğu gibi kırkayakların çoğunun spirakulumlarını kapatamamaları ve mumlu epikutikulalarının bulunmaması nedeniyle nemli yerleri tercih ederler. Kuru yerlere toleranslı olan bir kaç tür ise koksopoditlerinde invaginasyonla oluşturdukları kese içinde su depolarlar. Çöl kırkayakları ise yaşamlarının büyük bir kısmını toprak altında inaktif durumda geçirirler. Ancak mevsimsel olarak yeterli nem bulabilirlerse topraktan çıkarlar.

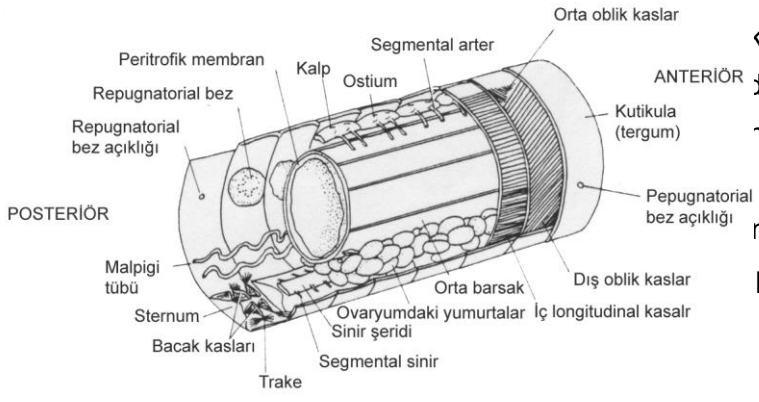
Sinir sistemleri; beyin, beyinle bağlantılı büyük koku alma merkezleri ve mandibüller ile gnatohilaryum ganglionlarının kaynaşması ile oluşmuş subözofageal

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

kitle içerir. Geriye kalan vücut ganglionları sinir şeridi boyunca aralıklarla yer alırlar. İlk dört gövde segmentinde birer ganglion yeralır. Diplosegmentlerin her birinde ise çift ganglion yer alır. Duygu organları, dokunum ve kimyasal duyarlıdırlar. Antenlerde ve gnatohilaryumlarda yer alan sinirsel koniler, Tömösvary organları ve çeşitli oselluslardır. Kırkayakların çoğunda göz yoktur. Aydınlık yerlerden kaçarlar. Çevresel algılamanın çoğu anten ve ağız ekstremitelerinde yer alan dokunum ve kimyasal merkezlerle sağlanır. Hareket halinde iken antenleriyle çevreyi gözlerler.

Kırkayakların çoğunda dış iskelet kalsiyum karbonatla desteklenmiştir. Bacakları kısadır ve oldukça ventral konumludur (Şek. 13.94b). Kasları; sayıca az, boyca kısa ve çap olarak dardır. Bu özellikleri ile, vücutlarını toprağa ve humusa doğru yavaş fakat güçlü olarak itebilirler. Gövde kasları, almaçlı olarak konumlanan ve vücudlarını kasabilme özelliğine sahip olan oyucu türler dışında kırkayaklar, hareket güçlerini tamamen bacak kaslarından sağlarlar. Oyma güçleri ise doğrudan doğruya belli bir zamanda vücudu iten bacak sayısı ile orantılıdır. Düzinelerle bitişik bacak eş zamanda hareket ederek kırkayağın gücünü sıkı haldeki zemine doğru yöneltir. Diplosegmentler güçlü bacakların gövde boyunca farklı yoğunlukta güç oluşturmalarını sağlarlar ve böylece vücudun etkisiz bir şekilde dalgalanmasını minumuma indirirler. Kırkayaklar oyucu olabilmelerine karşın ağır hareketli ve hantaldırlar. Bu durum herbivor beslenme tarzı ile uygunluk gösterir. Çıyanlardan farklı olan kırkayaklar hiçbir zaman besinlerini kovalamazlar. Avları tarafından kovalandıkları zaman da bu tehlikeden taş, toprak ve humus altlarına gizlenerek korunurlar. Toprak üstünde tuzağa düştüklerinde bazı türler tesbih böceği şeklinde vücutlarını kıvırırlar. Tesbih şeklinde kıvrılan bu kırkayaklar kısa boyludurlar. Gövde büküldüğünde genişlemiş posteriör tergitler başı korur. Daha uzun kırkayaklar vücudu spiral şeklinde kıvırarak narin olan ventral yüzeylerini korurlar. Bu davranış aynı zamanda suyun vücutta tutulmasını da sağlarlar.

Kırkayaklar kanalları tergitlere açılan fena koku bezleri de içerirler. Zararlı



klardan sızar. Bazı kırkayaklar ise bu

distan'da *Rhinocricus lethifer* türü bu

meliler yarım metre uzaklaşırlar ve

ndirim kanalının altında bir çift uzun

porlar III.gövde segmentinde yer alır.

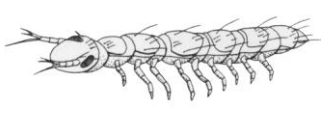
Genital atriuma açılan bir veya iki

iki penis bulunabilir. Sperm transferi

II. gövde segmentine ait bacaklar

rin özel modifi-kasyonları diplopod

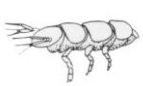
segmentlerini, penisler gonopodlara



(a)

eurit

Ş **s *marginatus*'ta**
vi **n dorso-lateral**
st **k (*Apheloria***
c **len enine kesit.**



(b)

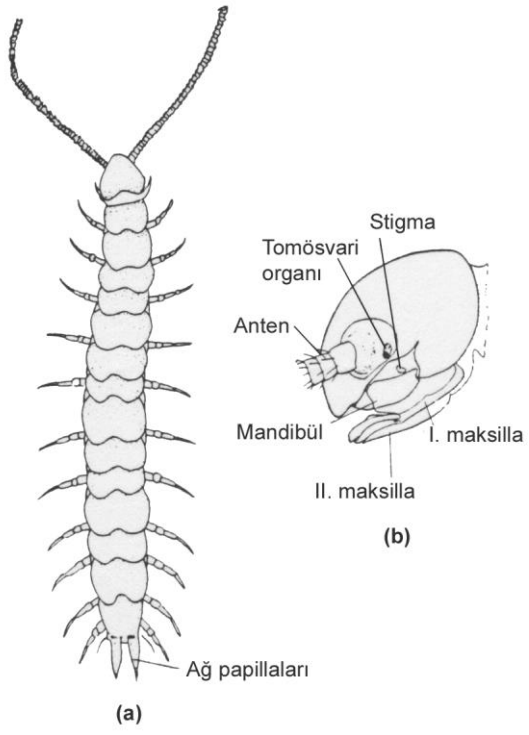
Pr. Dr. M. Nihat AKTAÇ

ulaşıncaya kadar gövdenin altına doğru bükerler. Gonopodlar böylece spermotoforları alırlar. Çiftleşme anında bacakları ve mandibülleri ile birbirine sarılır ve gövdelerini birlikte bükerler. Bazen birleşme 2 gün sürebilir. Çiftleşme esnasında spermler dişinin reseptakulum seminisine aktarılır. Yumurtalar yere bırakılır. Toprak ve humustan kuluçka odacığı oluşturulabilir. Bu odacığın duvarları erkek ve dişinin dışkısı ile güçlendirilir. Bazılarında örneğin *Polydesmus'* ta kuluçka odacığı tamamen dışkıdan oluşturulur ve üzeri çeşitli maddelerle (dal parçacıkları v.b) örtülür. Yumurtadan çıkan genç yavru 7 segment ve 3 çift bacak içerir. Pygidium'un anteriör ucunun bölünmesi ile gelişme safhaları tamamlanır. Ekdisis görülebilir. Eski kutikula kalsiyum içerdiği için yenir. Ömürleri 1-7 yıl kadardır. Bir grubunda (*Pselaphognatha*) partenogenez görülür.

Klasis : *Pauropoda*

Küçük myriapod'lar olup çeşitli yönleriyle kırkayaklara benzerler. Yaklaşık 380 türleri tanımlanmıştır. Boyları 2 mm'den uzun değildir ve 11'den fazla gövde segmentleri de bulunmaz. Sırt taraflarında 6 tergit vardır ve kırkayaklarda olduğu gibi çift segmentleri örter (Şek. 13.95a). Bu tür yapılanma pauropod'un hareketi esnasında dalgalanmayı önler. Pauropod antenleri diğer myriapod gruplarından farklı olarak dallıdır. Terminal kamçılar ve diğer duysal loblar bu antenlerin özelliklerindendir. Ağız organları bir çift mandibül ile gnatohilarium içerir. Kırkayaklarda olduğu gibi başın hemen arkasında kollum yer alır.

Pauropod'lar toprak ve humustaki mantarlar ve ayrışmış organik maddeler ile beslenirler. Tükrük bezleri ağıza yakın yere enzim salgılar ve kaslı yutak dallanmamış haldeki sindirim kanalına besinleri gönderir. Çok küçük hayvanlar oldukları için diğer sistemler düzensizdir. Kalp ve trake nadiren var ve ince dış iskeletten yapılan direkt difüzyon, dolaşım ve solunumda en önemli rolü oynar. Bir çift malpigi tubulü arka barsakla birleşmiş haldedir. Duysal yapıları, antenler dışında tergal kıllar ve sefalik disklerdir ve Tömösvari organlarına benzerler. Gözleri yoktur.



Şekil 13. 95. a) Pauropod (*Pauropus silvaticus*) - Erginden dorso-lateral görünüş; b) Yeni doğmuş bir pauropod

Ovaryumları ventraldedir. Testisleri ise gelişim esnasında

Prof. M. Nihat AKTAÇ

sindirim kanalının üzerine göç eder. Gonopodlar kırkayaklarda olduğu gibi III. gövde segmentlerinde yer alır. Çiftleşme esnasında kur yapmazlar. Dişi, spermatoforları erkekten alırken, erkek kendini bir yarık üzerinde iki iplikle asılı halde tutundurur. Yumurtalarını organik kırıntılar arasına bırakırlar. Genç safhada sadece üç çift bacakları vardır (Şek. 13.95b). Populasyonları hektar başına 2 milyon kadardır. Nemli orman tabanında yaşarlar.

Klasis : *Symphyla*

Toprak ve humusta yaşayan narin yapılı ve kör arthropod'lar olup 120 tür ile myriapod'ların en küçük klasisini oluştururlar. Ancak böceklerle bir çok atasal karakteri paylaşırlar.

Boyları 1 cm. uzunluğu aşmaz (Şek. 13.96a). Sefalik ekstremiteleri böceklerinkine benzer. Antenleri uzundur, mandibülleri iyi gelişmiştir, her iki maxil çifti de belirgindir. I. maksiller çenelerin altında yer alır, II. maksillerin kaide kısımları posteriör dudağı oluşturmak üzere birleşmiştir (Şek. 13.96b). Gövdede 12 çift bacak vardır ancak 22 kadar tergit içerirler. Bu çok sayıdaki dorsal plak gövdeye son derece esneme yeteneği sağlar ve organik artıklar arasında kıvrılma imkanı verir. Son segmentlerindeki diken benzeri bir çift yapının fonksiyonu ise bilinmemektedir.

Şekil 13. 96. Simfil: a) Ergin *Scutigerella immaculata*'dan dorsal görünüş (Bahçe zararlısı); b) *Hanseniella agilis* (Başın yandan görünüşü).

Simfil'ler, yumuşak yeşil bitkilerle beslenirler. En iyi bilinen türü olan *Scutigerella immaculata* fidanlıklara ve çiçek bahçelerine zarar verir (Şek. 13.96a). Büyük ticari bahçelerde bir hektarlık alanda 90 milyon bireyin bulunabileceği rapor edilmiştir. Kalpleri ve arterial damar ağı oldukça iyi gelişmiştir. Stigmalar mandibüllerin kaidesine yakın yerde bir çift ile sınırlanmıştır. Vücudun arka kısmı oksijen transferi için hemolenfe bağımlıdır. Kutikula yolu ile difüzyon, solunumda önemli rol oynar.

Boşaltım organları malpigi tüpleridir. Nispeten büyük beyinleri vardır fakat gözleri yoktur. Temel duysal yapıları duysal kıllar, posteriör trikobotria ve Tömösvari organlarıdır. Her iki eşeyde de çift haldeki gonadlar III. gövde segmentindeki gonoporlarla eşem hücrelerini boşaltırlar. Deri değiştirme esnasında olgun erkek uçlarında spermatoforların yer alıdığı çeşitli dik saplar oluşturur. Dişi bu dik saplardan biriyle karşılaştığı zaman sapı anteni vasıtasıyla büker ve spermatoforları ısırır. Spermler preoral boşlukta depolanır. Yumurtalar olgunlaştığı zaman dişi ağız ekstremiteleri ile yumurtaları gonoporundan alır ve onları yosun veya başka cisimlere yapıştırır. Döllenme her yumurtanın depolanmış sperm ile birleştirilmesinden sonra gerçekleşir. 4 yıllık yaşam periyotlarında 50'den fazla deri değiştirme görülebilir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

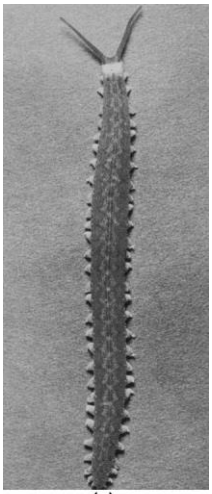
Klasis : Insecta

Böcekleri içeren bu klasis, Entomoloji dersi kapsamında verilecektir.

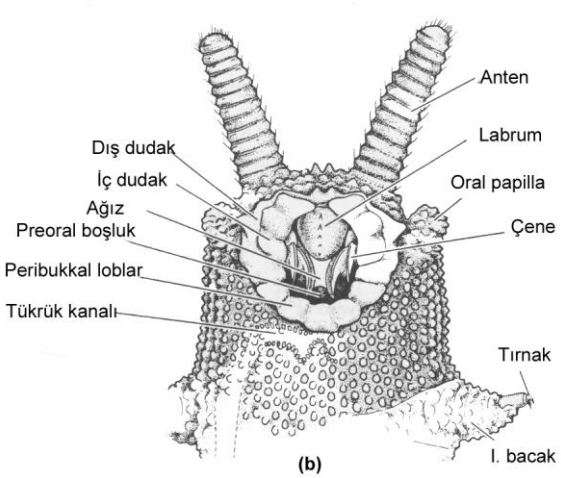
FILUM : *ONYCHOPHORA*

Çoğu zoolog, Onikofor'ları, annelid'lerle arthropod'lar arasında bir köprü gibi görür. Annelid özellikleri olarak benzer vücut duvarı ve eklemsiz ekstremiteleri içerirken arthropod özellikleri olarak kitin kutikula, hemosöl, trake solunumu ve mandibül benzeri ağız ekstremitelerine sahiptirler. Bu gruba ait tropikal ve güney ılıman bölgelerden yaklaşık 65 tür tanımlanmıştır. Genellikle nemli ve korunabilme özelliği gösteren yerleri tercih ederler.

Onikofor'lar kurt benzeri hayvanlardır (Şek. 13.97a). Boyları 1-15 cm kadardır. Vücutlarının ön tarafında bir çift büyük halka şeklinde anten ile bir çift oral papilla yer alır (Şek. 13.97b). Ventral tarafında yer alan ağızın etrafı etsi loblu yapıdadır. Oral açıklığı yanlardan bir çift çene veya mandibül çevreler. Gövde kısmında her segmentte bir çift ventro-lateral bacakları içerecek şekilde segmentasyon ve 43 çifte kadar eklemsiz ve güçlü ekstremiteleri vardır. Her birinin distalinde yürüme yastıkları ve bir çift terminal tırnak yer alır (Şek. 13.97b). Dış



(a)



(b)

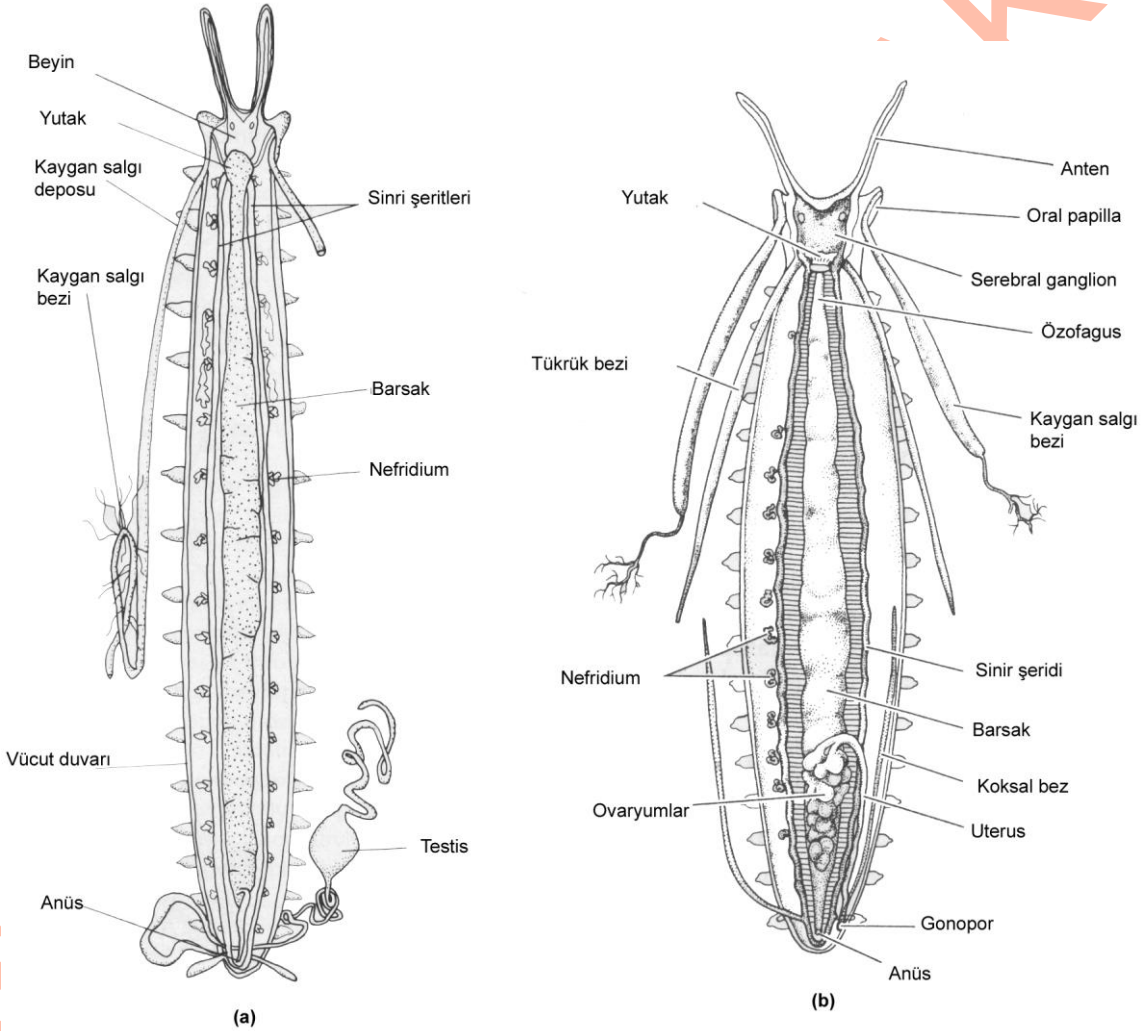
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

yüzeyleri de tamamen küçük pulsu tüberküllerle çevrilidir.

Şekil 13. 97. a) *Peripatus capensis* (Yandan görünüm); b) *Peripatus*'un anteriör ucunun ventralden görünümü (Antenler, oral papilla, çeneler ve ventrolateral konumlu ilk ayak çifti gösterilmiştir).

Vücutları çok ince kitin kutikula, basit bir epidermis ile halka, diyagonal ve uzunlamasına kas tabakaları içerir. Vücut boşlukları hemosöldür.

Onikofor'lar küçük omurgasızlar ve bitkisel maddelerle beslenirler. Mandibüller avı yakalar ve parçalar. Besin, preoral olarak tükrük bezi salgısı ile

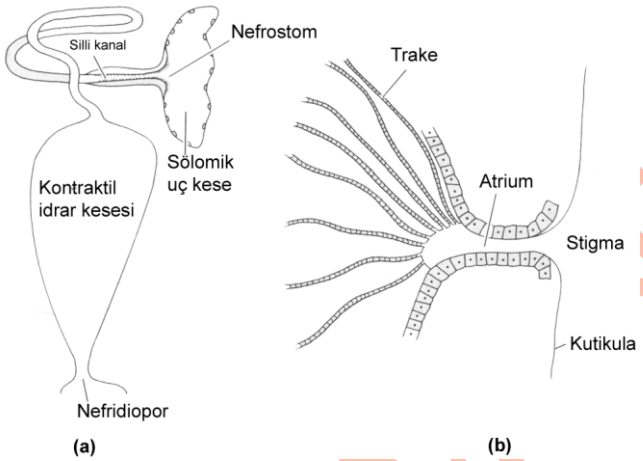


yumuşatılır. Bu bezler değişikliğe uğramış nefridyumları temsil eder. Kaslı ve kitinle astarlı farinks besinleri emerek ön barsağa aktarır. Dar özofagus uzun ve ince barsakla devam eder. Sindirim ve emilim burada tamamlanır. Kısa bir arka barsak anüsle sona erer (Şek. 13.98a).

Şekil 13. 98. *Peripatus*'ta genelleştirilmiş anatomik yapı: a) Erkek'te; b) Dişide.

Dolaşımları arthropod'larınki ile dikkate değer derecede benzerdir. Dorsalde tüp şeklindeki kalp, bir çift segmental ostium içerir ve renksiz kanı bütün vücuda dağılmak üzere ileri doğru hemosöle pompalar. Vücut yüzeyinde çok sayıdaki küçük stigmaları vardır. Her bir stigma vücut duvarı kasları arasında yer alan atriuma açılır (Şek. 13.99a). Bu atriumdan dallanmamış haldeki trake dokulara gider. Myriapod'larda olduğu gibi onikofor'lar da stigmalarını kapatamazlar. İnce kutikulaları da dikkate alındığında su kaybına karşı çok duyarlı oldukları görülür. O nedenle de çoğu nemli çevrelerle sınırlı kalırlar ve sadece geceleri aktiftirler.

Son segment hariç her vücut segmentinde bir çift nefridyum vardır. Bu nefridyumlar nefrostom, tubül, idrar kesesi benzeri bir kese ve nefridiopor içerir (Şek. 13.99b). Azotlu artıklar amonyak olarak dışarı atılırlar.



Şekil 13. 99. a) *Peripatus*'ta trakeol atriumdan kesit; b) *Peripatus capensis* bacağında nefridyum.

Sinir sistemlerinde suprafaringeal beyin, halka şeklinde kommissürler ve iki ventral sinir şeridi içerirler (Şek. 13.98b). Kommissürler ventral sinir şeritlerini birbiriyle bağlantılı kılar ancak gövde ganglionları belirgin değildir. Duygu organları antenler, gözler ve vücut boyunca çeşitli duysal organlardan ibarettir. Gözler antenlerin kaidesine yerleşmiştir. Pigment kadehi şeklindeki bu oselluslar gün ışığının kurutucu etkisinden korunmada hayvanı yönlendirirler. Antenler ve belirli tüberküller nem düzeyini algılarlar.

Onikofor'lar çok yavaş yürürler. Annelid'lerde olduğu gibi hareketleri kısmen hidrostatik iskelete bağlıdır. Bacakları örümceklerdeki gibi flexör kaslar içerir. Extensör kaslar içermez. Onikofor'lar, hareket esnasında vücutlarını uzatırlar, bacaklarını da yere ve ileri doğru uzatırlar. Sonra bacaklarını geriye doğru iterler. Her ne kadar aktivasyon dalgası bütün vücutta posteriöre doğru yayılsa da onikofor'larda adım atma hiçbir zaman myriapod'lardaki kadar düzenli değildir. Segmentler arası refleksler iyi gelişmemiştir. Ancak kutikulaları esnek olduğu için dar yerlere bile girebilirler.

Onikofor'lar kendilerini salgıladıkları yapışıcı salgılar ile korurlar. Anteriördeki büyük bezlerde oluşturulan bu yapışkan salgı oral papilllalardaki açıklıktan yarım metreyi aşkın mesafeye püskürtülebilir.

Prof. Dr. Nurhat AKTAÇ

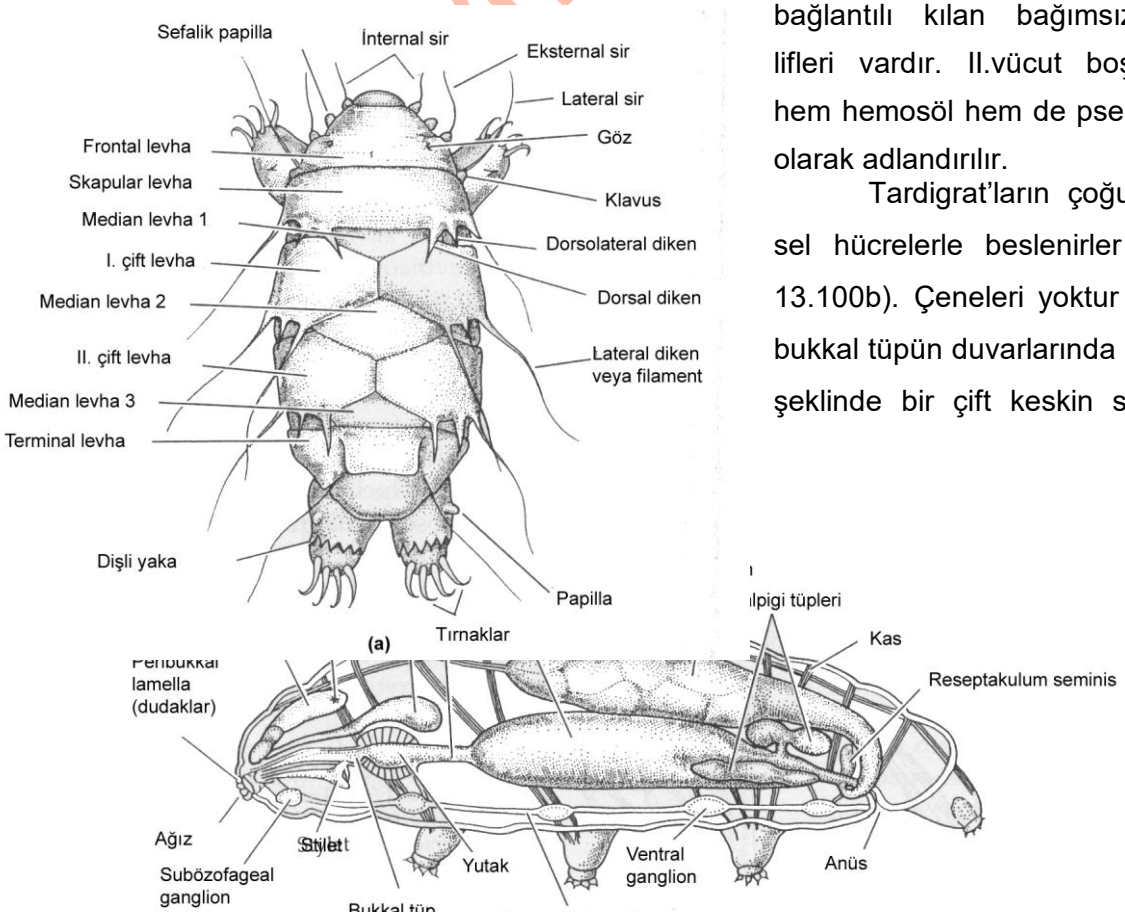
Dişi erkekten biraz daha büyüktür. Her iki eşeyde de posteriörde çift halde bulunan gonadlar, ayrı ayrı kanallarla, anüs yakınında tek olarak yer alan gonopora açılmadan önce birleşirler (Şek. 13.98a,b). Erkekler, üreme kanallarına yakın yerlerde spermatoforları oluştururlar. Dişilerde bir çift reseptakulum seminis ve uterus vardır. Sperm transferi iyi tanımlanmamıştır ancak bir türde spermatoforlar vücut duvarından içeri girer. İki cins yumurtalarını dışarı bırakır. Fakat çoğu diğer onikofor'larda embriyo dişinin uterusu içinde gelişir. Vivipar türler yavrularını uterus salgısı ile beslerler ve embriyo ile plasenta benzeri bir bağlantı oluşturabilirler. Büyüme için deri değiştirme zorunludur.

FILUM : *TARDIGRATA*

Bu küçük hayvanlar su ayıcıkları olarak da bilinirler. Biyolojileri çeşitli bakımlardan askelmin'tler, deuterostom'lar ve annelid-arthropod'larla yakınlık göstermektedir. Yaklaşık 350 türleri tanımlanmıştır. Çoğu karasaldır. Yosun ve likenlerin nemli yüzeylerinde yaşarlar. Birkaç türü deniz ve tatlısu diplerinde bazıları da tatlısu bitkileri arasında yaşar.

Tardigrat'lar 0.5 mm'den nadiren daha uzun boydadırlar. Tıkız vücutlarından 4 çift tırnaklı bacak uzanır (Şek. 13.100a). Proteinimsi kutikulaları düz olabildiği gibi pürtüklü ve dikenli olabilir. Tardigrat'ların epidermisi türe özgü olarak içerdikleri sabit hücre sayısı ile tipiktirler (Bu özellik çoğu askelmint'te de vardır). Vücut duvarı kasları tabakalar halinde değildir ancak subkutikular bölgede, vücudun önemli yerlerini bağlantılı kılan bağımsız kas lifleri vardır. II.vücut boşlukları hem hemosöl hem de pseudosöl olarak adlandırılır.

Tardigrat'ların çoğu bitkisel hücrelerle beslenirler (Şek. 13.100b). Çeneleri yoktur ancak bukkal tüpün duvarlarında bir kılıf şeklinde bir çift keskin stiletleri



Şekil 13. 100. Tardigrad anatomisi (Genelleştirilmiş) a) Dorsal görünümü; b) Lateral kesit.

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

vardır. Bu stiletler ağıza doğru uzanarak bitki hücrelerini ısırırlar. Daha sonra güçlü farinksleri ile besinlerini barsağa doğru emerler. Sindirim ve emilim geniş sindirim kanalında yapılır. Artıklar kısa arka barsak ve anüs yoluyla dışarı atılırlar. Birkaç tardigrat küçük askelmint'leri stiletleri ile öldürebilmekle beraber karnivor beslenme pek görülmez.

Bu küçük hayvanlarda dolaşım ve solunum organları görülmez. Boşaltım arka barsak ile arka barsağın birleştiği yere açılan üç bez ile yapılır (Şek. 13.100b). Boşaltımdaki rolleri tam olarak gösterilmemesine karşın malpigi tüpleri olarak da adlandırılırlar. Barsak duvarları bazı artık maddeleri elimine eder. Diğer istenmeyen maddeler ise deri değiştirme öncesi eski kutikulada toplanırlar. Tardigrat'ların çoğu osmatik dalgalanmalarla karşı karşıya olmalarına karşın osmoregülasyon sistemleri bilinmemektedir. Sıklıkla olduğu gibi eğer yosun ve likenlerden oluşan barınakları kurursa tardigrat'lar kuruyup büzüşürler ancak ölmezler. Kuraklık periyotlarında ve çok soğuk havalarda yaşamlarını kriptobiyotik olarak sürdürebilirler.

Sinir sistemleri annelid ve arthropod'larınkine benzerdir. Büyük ve çok loblu olan beyin, subfaringeal sinir kitlesi ile birleşir. Çift haldeki ventral sinir şeridi de vücutlarında yer alan dört belirgin ganlion'unu bağlantılı kılar. Duysal yapılar, anteriör'de yer alan çift haldeki nokta şeklindeki gözler ile çeşitli tipteki spin ve kıllardır. Tardigrat'lar bacakları üzerinde yürür ve terminal tırnakları ile zemine tırmanırlar. Hareketleri birdenbire ve kesik kesiktir. Çünkü her bacak sadece 5 ya da 6 kas bandı ile hareket etmektedir. Her bant tek bir kas hücresi içerebilir.

Tardigrat'lar ayrı eşeylidirler. Ancak bazı türlerde dişi baskın olabilir veya partenogenez meydana gelebilir. Testis ve ovaryumlar büyük keseler halinde olup arka barsağın üzerinde uzanırlar (Şek. 13.100b). Dişide gonopor rektuma açılabilir. Aquatik olan erkek, spermlerini, dişi deri değiştirmeden, dişinin anüs ya da gonopor'una bırakır. Döllenme dişinin eski ve yeni kutikulası arasında meydana gelir ve embriyolar atılan iskelette gelişebilirler. Bazı aquatik tardigrat'lar büyüme koşulları elverişli olduğu zaman ince kabuklu ve çabuk gelişen yumurtalar bırakırlar. Çevre koşulları kötüleştiği zaman ise kalın kabuklu yumurtalara dönüşürler (Benzer durum rotifer'lerde de görülür). Büyük bir olasılıkla çevre koşulları sabit olmadığı için karasal türler daima kalın kabuklu yumurtalar meydana getirirler. Döllenme ovaryumda meydana gelir.

Tardigrat'ların gelişmesi doğrudan doğruyadır ve beş çift sölomik kesenin oluşumu ile tipiktir. Bu keseler barsağın invaginasyonu ile meydana gelirler ve duvarları doğal olarak vücut kaslarını oluşturur.

Tardigrat'ların diğer filumlarla akrabalığı belirgin değildir. Hücrelerinin sabit sayıda oluşu, partenogenez göstermeleri ve çeşitli yumurta kabuk tipleri ile rotifer'leri

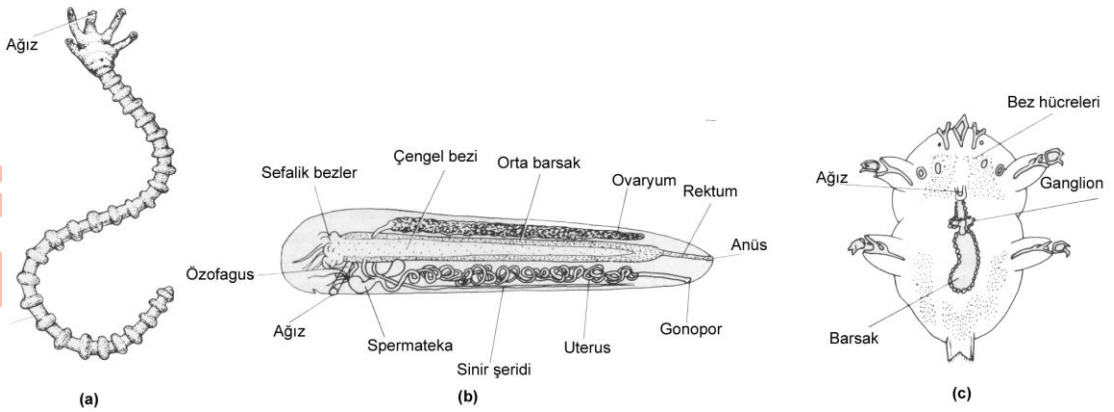
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

anımsatmaktadırlar. Segmental sinir sistemleri, embriyonik keseleri ile de annelid-arthropod'lara yakınlık göstermektedir. Diğer taraftan enterosöli göstermeleri deuterostom'lara da yakın olduklarını göstermektedir.

FILUM : *PENTASTOMIDA*

Yaklaşık 70 kadar türleri vardır. Dil kurtları olarak bilinen bu grup, omurgalıların sindirim kanalında parazit olarak yaşarlar. Tüm omurgalıları parazitlerler, özellikle tropikal kertenkeleler en yaygın konaklarıdır. Boyları 15 cm kadardır. Anteriör mediandaki çıkıntı ağızı içerir. Aynı zamanda iki çift tırnaklı anterio-lateral çıkıntıları vardır (Şek. 13.101a). Ağızla birlikte bu beş uzantı filuma adını verir. Vücudun geri kalan kısmı boğumludur ve vücudu kitin kutikula çevreler. Pentastomit'ler, konağın akciğer ve solunum yolu dokularına tırnakları ile tutunurlar ve ağızlarını açtıkları yaraya dayarlar. Kaslı yutakları ile de barsağa doğru kanı emerler (Şek. 13.101b). Sefalik bezler yoluyla antikoagulant madde salgılarlar. Dolaşım, solunum ve boşaltım organları yoktur. İp-merdiven şeklinde sinir sistemleri vardır. Fakat enine sinir halkası dorsal ganglion içermez.

Yukarıda belirtilen sistemlerin rudimenter olmasına karşın pentastomit'lerde diğer parazitlerde olduğu gibi üreme organları gelişmiştir ve kompleks bir yaşam döngüleri vardır. Erkek, dişilerden daha hareketlidir çiftleşmek için ana konak üzerinde dişiyi bulmak için sürünür. Döllenme internaldir. Her dişi yüzbinlerce yumurtayı konak dışkısı ile bırakır. Yumurtaları ara konak (Bir omurgalı - balık veya kemirici memeli) tarafından yendiğinde yumurtadan ince kene benzeri bir larva çıkar (Şek. 13.101c). Bu safha ana konak tarafından yenene kadar kistleşir. Ergin parazit solunum kanalına ulaşmak üzere özofagusun üst tarafına göç eder.



Şekil 13. 101. Pentastomida: a) *Cephalobaena*'nın dış morfolojik yapısı; b) Dişi *Procephalus teretiusculus*'un anatomik yapısı (Ventralden); c) *Procephalus proboscideus*'un larvası (Venralden).

Prof. M. Nihat AKTAÇ

Parazitlik pentastomit'lerde çok özelleştiği için filogenetik akrabalığın izlerini bulmak çok zordur. Bazı araştırıcılar pentastomid'lerin arthropod oldukları konusunda şüphe duymaktadırlar. Fakat bunların da keneler ve myriapod'larda olduğu gibi arthropod'lar genelinde farklılık içeren akraba grup oldukları kabul edilmektedir. Pentastomid'lerin, tardigrat'larla da akraba olabilecekleri düşünülmektedir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

14. LOPHOPHORATA

Bu grup *Phoronoida, Bryozoa* ve *Brachiopoda* filumlarını kapsar. Lofofor'lular tam olarak ne Protostomia ne de Deuterostomia olarak sınıflandırılamazlar. Gelişme özellikleri lofofor'luların bu iki filogenetik yolun arasında yer alabileceklerini göstermektedir.

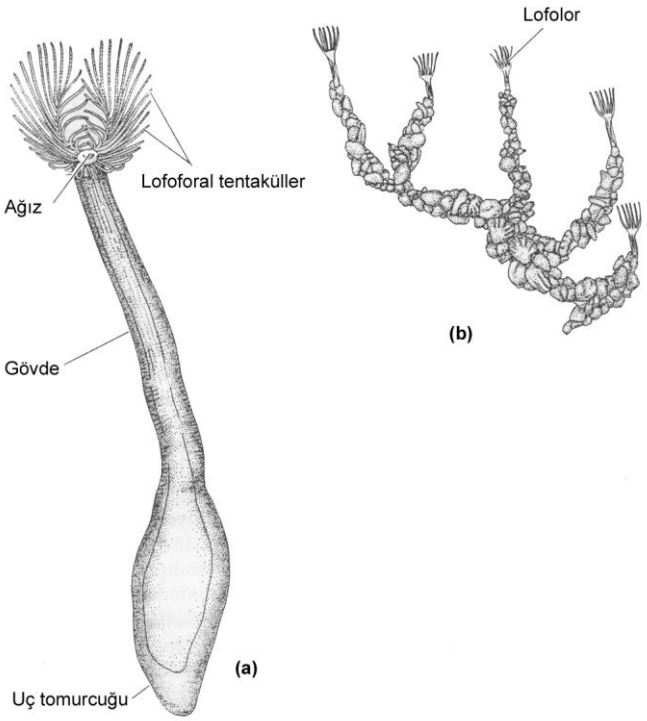
Çoğu lofofor'luda ağız, blastopordan veya blastopora yakın yerden meydana gelir ve foronoid ile bryozoon'larda trokofora benzeri larva vardır. Bu özellikler tamamen protostom özellikleridir. Deuterostom özellikleri ise her üç grubun bazı türlerinde görülen değişikliğe uğramış radial simetri ve belirleyici olmayan segmentasyon tipi'dir.

Bu tür segmentasyon sadece *Brachiopoda* filumunda görülen segmentasyon şekli olabilir. Bu filumda değişik enterosöli görülür ve trokofora benzeri larva da yoktur. Lofofor'luların sölomları, bu grubun deuterostomlara daha yakın olduğunu göstermektedir. Çoğu larval ekinoderm ve hemikordat'larda olduğu gibi lofofor'luların da sölomu odacıklar içerir. Deuterostom'larda II. vücut boşluğu üç bölgeye ayrılır. Anteriörde **protosöl**, orta vücut bölgesinde **mezosöl** ve poteriörde **metasöl**. Lofofor'luların çoğunda protosöl yoktur ancak mezosöl ve metasöl çok belirgindir. Lofofor'lularda protosölün kayboluşunun nedeni başın redüksüyona uğramış olmasıdır. Bu filumun en karakteristik özelliği "**Lofofor**" dur. Lofofor ağızı çevreleyen taç şeklindeki silli tentakül çelengidir. Anterior vücut duıvarının katlanması sonucu oluşur. Tentaküller bu katlanmadan oluşan içleri oyuk çıkıntılar olup her birinin içinde mezosölün uzantısı devam eder. Sölom basıncı ve özelleşmiş kaslar lofoforu hareket ettirir ve böylece süzüntü ile beslenmek üzere uzanırlar. Lofofor'lularda görülen diğer özellikler ise U şeklindeki sindirim kanalları, sesil yaşam tarzları ve koruyucu dış salgılarının bulunuşudur. Bu salgı filumun çeşitli gruplarında değişkendir ve farklı görünmelerini sağlayan özelliklerindendir.

FILUM : *PHORONIDA*

Lofoforlu'ların en küçük ve muhtemelen en primitif grubudurlar. Sadece iki cins (*Phoronis ve Phoronopsis*)'e ait 16 tür tanımlanmıştır. Daha yüksek bir

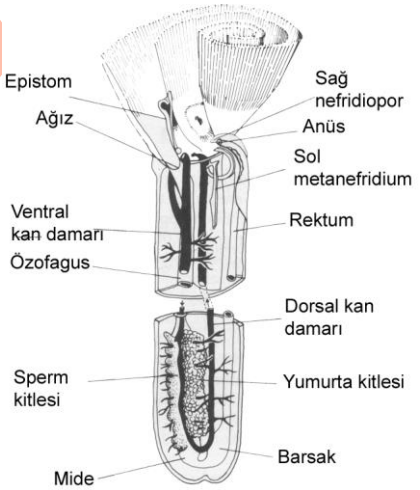
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 14. 1. Foronida (*Phoronic architecta*): a) Dış morfolojik yapısı; b) Lofoforlu uçtan görünüm (Enine kesit – Tentaküller gösterilmemiştir).

taksonomik düzey tanımlanmamıştır. Foronid'ler deniz kıyısında soliter olarak tüp içinde yaşarlar. Türlerin çoğu subtidal zonda yaşarlar. Silindirik vücutları serbest bir şekilde salgıladıkları tüp içinde uzanır. Bu tüp kısmı zemine gömülür veya çeşitli sert cisimlere yapışır. Birkaç tür kalkerli kabuklar veya kayalara girerler. Boyları 0,5-25 cm uzunluktadır. Vücutları birkaç dış morfolojik özellik gösterir (Şek. 14.1). Tüp içinde tutunmak üzere posteriöre doğru uzamışlardır. Anteriör uçları lofofor taşır. Yarım ay şeklindeki bu yapılar iki paralel kenar içerir. Bu kenarlar ventral konumlu ağızı çevrelerler ve çoğunda da dorsale doğru spiral şekilde kıvrılırlar (Şek. 14.1b). Bu kenarların herbiri çeşitli tentakülleri destekler. Tentaküllerin sayısı foronid'in yaşamı boyunca artar. Uzun ve dar olan ağız iki lofofor çıkıntısı arasındaki bir oluk boyunca yer alır. Ağız, **Epistom** adı verilen bir kapak ile örtülüdür. Foronid anüsü lofoforun dorsaldeki spiralinden dışarı uzanır. Bu açıklık ta bir çift nefridiopor ile sarılmıştır.

Foronid tüpleri hayvanın korunmasını sağladığı için vücutları ince duvarlıdır. Epidermis, zayıf halka kaslar, güçlü longitüdinal kaslar ve sölomik peritondan ibarettir. Lofofor'lularda çeşitli sayıda mukus salgılayan bezler bulunur. Foronid sölomları tipik olarak lofofor'larda görülen alt bölümleri içerir. Gövdede metasöl, anteriörde tentaküllerin içinde devam eden mesosöl ve epistom'u kuşatan küçük bir prosöl.



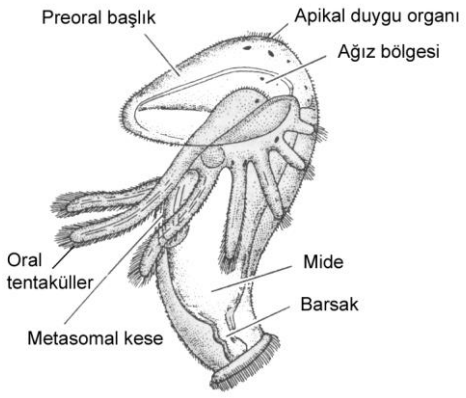
Foronid'ler lofoforları ile plankton ve diğer organik maddeleri toplarlar. Tentaküller üzerindeki siller lofofor kenarları arasındaki oluğa doğru su akımı oluştururlar ve salgıladıkları mukusla asılı haldeki partikülleri yakalarlar. Besinler ağıza oluktaki sillerle ulaştırılır. U şeklindeki sindirim kanalı aşağı doğru inen özofagus, mide ve yukarı

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

doğru uzanan barsağı içerir. Intrasellular sindirim midede gerçekleşebilir (Şek. 14.2).

Kapalı kan dolaşım sistemleri vardır. Kalpleri yoktur fakat büyük ve kontraktil kan damarları vardır. Kanın anteriöre doğru aktığı bir dorsal damar ve posteriöre doğru aktığı bir ventral damar içerirler. Dorsal damar, lofofor tentaküllerine giden ince damarlarla devam eder, ventral damar da, iç organlara giden çeşitli kapiller çekumları oluşturur. Posteriörde yer alan gastrik sinüs ağı da dorsal ve ventral damarları birbiriyle bağlantılı kılar. Özelleşmiş solunum organları yoktur. Tentaküller, gaz alış verişi için yüzey oluştururlar. Foronid kasları hücre ile bağlantılı hemoglobin içerir ve sölomik sıvıları da vardır. Metasöl'e açılan bir çift metanefridiumları vardır. Daha önce de belirtildiği gibi nefridioporlar anüsün yanlarında yer alırlar (Şek. 14.1b). Sesil yaşamları ile ilişkili olarak foronid'lerin kan ve sinir sistemleri nispeten basittir. Tentaküllerdeki longitudinal kaslar, tentaküllerin hafifçe eğilmelerini sağlar. Vücuttaki güçlü longitudinal kaslar ise hayvanın kabuk içine çabuk çekilmesini sağlarlar. Halka kaslar gövdede zayıf gelişmişlerdir ve tentaküllerde bulunmazlar. Epidermal sinir halkası lofoforun kaidesinde yer alır ve tentaküller ile vücut duvarına sinirler gönderir. Vücudun yan tarafında uzanan dev bir sinir lifi hayvanın kabuk içine çabuk çekilme hareketini koordine eder. Dağınık haldeki duysal hücreler, subepidermel sinir ağı ile bağlantılıdırlar. Özelleşmiş duygu organları yoktur.

Şekil 14. 2. Foronid'lerin anatomik yapısı uzunlamasına vücut, bölümler halinde gösterilmiştir. Gövdenin bir kısmı çizilmemiştir.



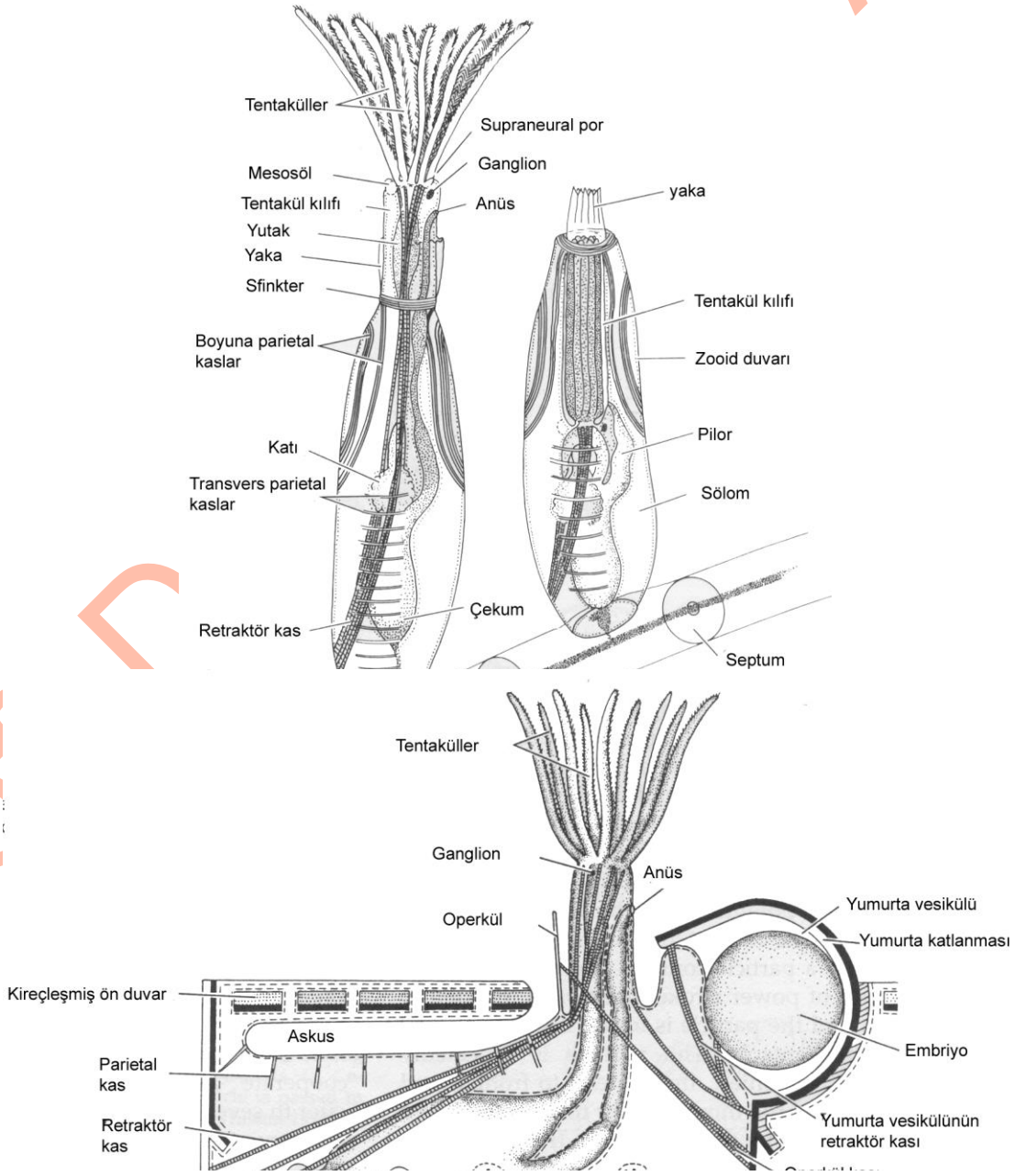
Şekil 14. 3. Foronid'lerin aktinotrof larvası.

Foronid'lerin çoğu hermafrodittir. Sperm ve yumurtalar sölomik peritondan oluşurlar ve nefridiyal sistem yoluyla erkek ve dişiden ayrılırlar. Döllenme çoğu türde büyük bir olasılıkla internaldir ve döllenmiş yumurtalar lofofor kenarları arasında kuluçkaya yatarlar. Bir tür enine bölünme ve tomurcuklanma ile ürer. Foronid segmentasyonu radialdir. Fakat ağız blastopordan meydana gelişebilir. Larval safha **aktinotrof** olarak adlandırılır (Şek. 14.3). Uzamış trokofora'ya benzeyen bu larva silli tentaküllerden oluşan oral bir yaka, tam bir sindirim sistemi ve posteriör teletrok içerir. Teletrok silli bir hareket halkasıdır. Aktinotrof, bir ay süre ile planktonik olarak yaşar sonra ergin form halinde dibe oturur ve tüp şeklindeki yuvasını salgılar.

FILUM : *BRYOZOA*

Prof. Nihat AKTAÇ

Bryozoon'lar, yosun hayvanları (*Ectoprocta*) olarak ta bilinirler ve modern Lofoforlu'ların en çok tür içeren ve farklılık gösteren grubunu oluştururlar. Yaklaşık 4000 yaşayan tür ile 16.000 fosil tür içerirler. Kolonial ve sesil olan bryozoon'lar çoğunlukla deniz kıyısı boyunca sığ sularda yaşarlar, aynı zamanda derin deniz türleri ve tatlısu formları da bilinmektedir. Bryozoon kolonileri kayaların, kazıkların, deniz alglerinin üzerinde, gemi ve kayıkların altlarında yaşar ve büyük ölçüde fouling problemi oluştururlar. Kabuklaşmaları veya ağaç şeklinde dallanarak büyümeleri ile hydroid sölenterat'lara benzerler. Ancak bryozoon'lar tentaküllerindeki siller ve kompleks eusölomat vücut planları ile kolayca ayırt edilirler. Bryozoon'lar bireysel olarak ince ve narin hayvanlardır. Foronoid stoktan geliştikleri sanılmaktadır.



Şekil 14. 4. a) Bryozoon kolonisin (*Bawerbankia*)'dan küçük bir kısımda sapa tutunmuş iki tüp şeklinde zooid görülmekte. Soldaki zooid'te tentaküller dışarı uzatılmış, sağdakinde ise tamamen içeriye çekilmiştir; b) Kutu şeklinde küboidal bir zooid'in anatomik yapısı.

Genel morfoloji

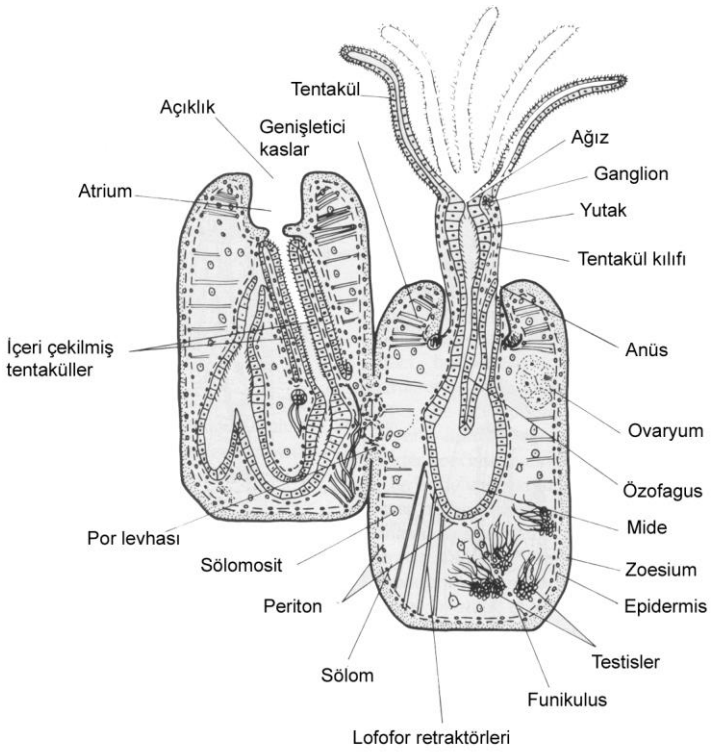
Bryozoon kolonisini oluşturan bireyler, zooid olarak adlandırılırlar. Tipik bryozoon zooidi 1 mm'den daha kısa boydadır. Vücut şekilleri tüp şeklinden küboidal şekle kadar değişik olabilir (Şek. 14.4). Zooid, **zoesium** olarak adlandırılan koruyucu kitinimsi ve çoğunlukla halkalı dış iskelet salgılar. Foronoid'lerin kitinimsi tüpünden farklı olarak bu iskelet örtü, vücut duvarının bir kısmını oluşturur. Zoesiumdaki bir açıklık lofofor'ların dışarı uzanmasını sağlar. Genel olarak iskelet bu açıklıkta invaginasyonla iç odacık veya atriumu oluşturur. Lofofor içeri doğru kasıldığı ve çekildiği zaman açıklığı kapatır.

Çoğu bryozoon türlerinde vücut duvarı kassızdır ve hareketsiz kalkerli dış iskelet içerir. Bu tür hayvanlarda vücut duvarı sadece salgı yapan epidermis ve sölomik peritondan ibarettir. İskeletleri yumuşak ve esnek olan tatlısu bryozoon'larında bu tabakalar arasında halka ve boyuna kaslar uzanır. Sölom tipik mesosöl ve metasöl halindedir. Büyük olan metasölden lofofor, retraktör kas demeti ve **funikulus** adı verilen bir doku şeridi geçer (Şek. 14.4). Bu yapılar zooidler arasında besin aktarımında ve statoblast üretiminde kullanılırlar. Bryozoon vücudu **polypid** adını alır. Polypid, lofofor ve sindirim kanalı içerir. İkisi de foronid yapıları ile uygunluk gösterir. Deniz bryozoon'larında lofoforda sadece bir sıra tentaküller vardır. Bazı tatlısu türlerinde ise yüzden fazla tentakül bulunur. Denizel formların 8-34 tentakülleri vardır. Vücut duvarı lofoforun kaidesinde tentaküler kılıf oluşturur (Şek. 14.4). Bu kaslı kılıf tentaküller geri çekildiği zaman tentakülleri çevreler ve lofofor uzandığı zaman açıklığın etrafını örter. Diğer kolonial organizmalar gibi bryozoon'ların çoğu polimorfik zooidler içerir. Standart beslenme formları **avtozooid** adını alırken, koruma ve üreme formları **heterozooid** olarak adlandırılırlar.

Beslenme ve Sindirim

Bryozoon'lar çoğunlukla foronid'ler gibi beslenirler. Lofoforlar uzatılarak, tentaküllerdeki siller, fitoplankton ve diğer yenilebilen küçük hayvanları ağıza doğru ulaştırırlar. Besinler, farinksteki sil hareketi ve ön bağırsağın kasılması ile harekete geçirilirler. U-şeklindeki sindirim kanalının geri kalan kısmı; özofagus, bezsi mide, yukarı doğru kıvrık ince barsak ve rektumu içerir (Şek. 14.5). Sindirim kanalı boylu boyunca kaslıdır ve midenin posteriör kısmı da sillidir. Sillerin hareketi gastrik mukus ile besini karıştırır. Deniz bryozoon'larında hücre içi sindirimi yoğun bir şekilde yapılırken, tatlısu bryozoon'larında sindirim, tamamen hücre dışında gerçekleşir. Artık maddeler mukusla kaplandıktan sonra anteriör anüs yoluyla dışarı atılırlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ



Şekil 14. 5. Birbirine komşu iki zooid'in anatomik yapısı. Soldakinde lofofor içeri çekilmiş, sağdakinde lofofor dışarı uzatılmış.

Dolaşım, Solunum ve Boşaltım

Bryozoon bireyleri (zooid) çok küçük oldukları için iç taşıma , gaz alışverişi ve artık maddelerin atılması ile ilgili özel organları olmadan da yaşayabilirler. Sölom sıvısı besin ve solunum havasını dolaştırır. Gaz alışverişi vücut boyunca gerçekleşir ve esas olarak ta lofoforda yapılır. Sulu artıklar basit bir şekilde uzaklaştırılır. Katı partiküller ise sölonositler tarafından çevrilirler. Dejenere olmuş polipidler (vücut bölgesi) kahverengi cisimler olarak adlandırılır ve olasıdır ki boşaltım maddelerinin depoları olarak görev yaparlar.

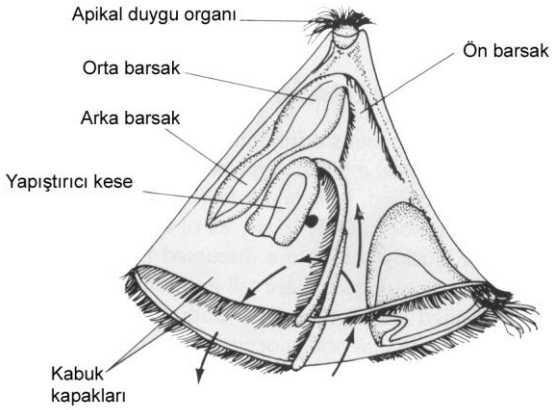
Hareket Sistemi

Bryozoon'lar sesil organizmalar oldukları için kas gelişmeleri çok sınırlıdır. Kas hareketi esas olarak lofoforda yoğunlaşmıştır. Uzama (gevşeme) mekanizmaları çok değişkendir ancak her zaman sölomik (mezosölik) sıvı basıncı da vardır. Tatlısu türlerinde özellikle iskeletleri esnek olanlarda vücut duvarı kasları kasılarak gerekli olan hidrostatik gücü oluştururlar. Çoğu deniz türleri sert bir zoesium'a sahiptir. Böylece sölomik sıvı basıncını başka yapılar oluşturmalıdırlar. (Bu yapılar daha sonra tartışılacaktır). Ancak lofofor gevşediğinde bir çift büyük retraktor kas ile içeri çekilir (Şek. 14.4b; 14.5).

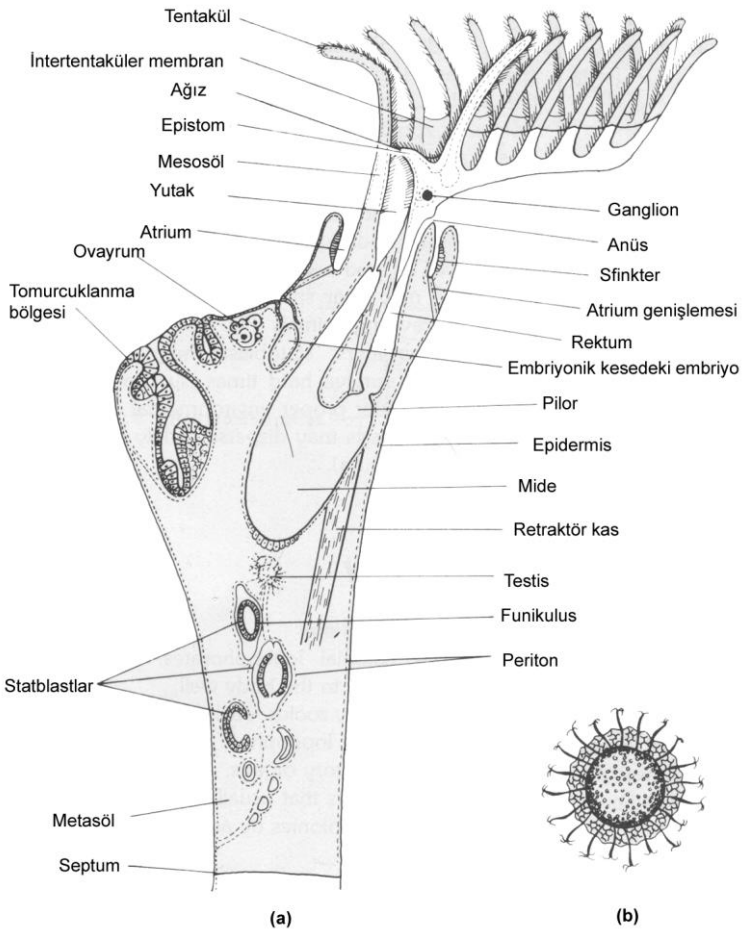
Bryozoon'larda ağıza yakın yerde büyük bir ganglion yer alır ve buradan çıkan sinirler yutak bölgesinde bir halka oluştururlar. Bu halkanın uzantıları

Prof. Dr. M. Niyat AKTAÇ

tentaküller, tentakül kılıfları ve sindirim kanalını sinirlendirir. Vücut boyunca supepidermal sinir ağı da uzanır. Duysal yapılar vücuda yayılmış haldeki dokunum ve kimyasal duyarlı hücrelerle sınırlıdırlar.



Şekil 14. 6. Bryzoonlarda siphonates larvası (*Membranipora* oklar besinin akım yönünü göstermektedir).



Şekil 14. 7. a) Genelleştirilmiş bir Filaktomelat'ta zooid (Tomurcukların, statoblastların, gonadlar ve kuluçka kesesinin konumu); b) Tatlısu bryzoonunda (*Cristatella*) spinli statoblast.

Üreme ve Gelişme

Bryozoon'lar diğer sesil kolonial omurgasızlar ile benzer üreme şekline, ve adaptasyona sahiptirler. Filum bütünüyle hermafrodittir ve polymorfizim yaygındır. Yaşam döngülerinde larval safhalar vardır ve uygun olmayan çevre koşullarına karşı dayanıklı yapıları vardır. Eşeysiz üreme koloni oluşumunu sağlar.

Üreme: Bryozoon gametleri metasölü çevreleyen zardan oluşurlar. Döllenme şekli tam olarak bilinmemektedir. Bilinen kadarıyla spermler iki tentakülden çıkarlar ve diğer zooidin lofofor bölgesine yapışırlar. Yumurtalar lofoforda yer alan ve **sölomopor** adını alan bir açıklıkla suya bırakılırlar. Bazen bu por **intertentakular organ** olarak da görev yapar. Bazı türlerde sperm iç döllenme için sölomopor'a girer.

Gelişme: Bryozoon'ların çoğunda kuluçka oluşturulur. Kuluçka sölomda, tentakül kılıfında veya atriumda olur. Bir büyük grupta (*cheliostom*'lar) gelişen embriyoya barınak oluşturan özel bir oda **"ovicel"** vardır (Şek. 14.4b). Kuluçkadaki zooidlerin polypid'leri dejenere olur ve artıklar koyu hücresel küme oluştururlar. Bu küme kahverengi cisim olarak bilinir. Yeni polypidler kuluçkadan sonra vücut

duvarından oluşurlar. Genelde kahverengi cisim yeni rektum ile çevrilidir ve atılırlar.

Kuluçka oluşturmayan türlerde beslenebilen trokofora benzeri **siphonates** larvası oluşur. Birkaç ay denizel plankton arasında dolaşır (Şek. 14.6). Kuluçka oluşturanlar ise kısa ömürlü ve beslenmeyen bir larva oluştururlar. Zemine yerleşeceği zaman posteriördeki yapışıcı kese larvanın zemine yapışmasını hızlandırır ve ergin metamorfoz meydana gelir. Yanlız zooid veya **kestrula** tomurcuklanma ile benzer bireyler oluşturur. Tomurcuklanma tarzı türler arasında oldukça değişkendir. Ağaç dallarına benzer tarzdaki büyüme apikal üreme sonucu stolonlar veya zooidler oluştururken kabuk şeklinde oluşan koloniler yan tomurcuklanma kuşakları oluştururlar.

Tatlısu bryozoon'larında yaygın bir şekilde **statoblast'**lar bulunur (Şek. 14.7). Funikulus boyunca tomurcuklardan oluşan bu dirençli yapılar peritoneal ve epidermal hücreleri içerdikleri gibi besin depoları olarak da görev yaparlar. Koruyucu kapaklar salgılarlar ve yüzmede yardımcı olmak veya yüzen hayvanlara yapışmalarını sağlamak üzere spinler içerebilirler (Şek. 14.7b). Çok fazla miktarda meydana getirilen statoblastlar, bryozoon populasyonlarının kuraklık ve soğukluk gibi güç klimatik koşullarda yaşamlarını sürdürmelerine yardımcı olur. Uygun koşullarda üremeden önce geniş alanlara yayılabilirler.

ÖZET

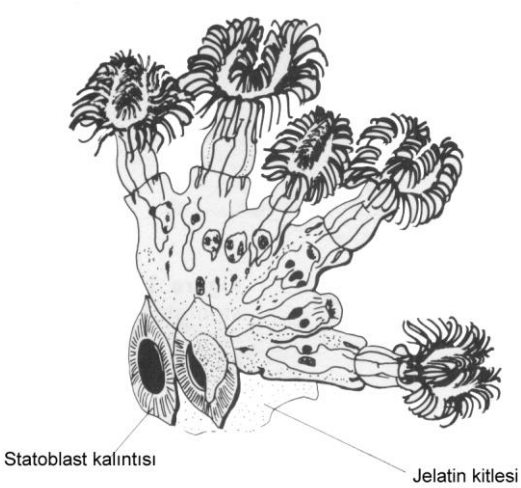
1. **Sesil, koloni halinde yaşayan lofofor'lulardır. İç iskeletleri vücut duvarına tutunmuş haldedir.**
2. **İnce zooid kolonileri halindedirler. Her zooid U şeklinde bir sindirim kanalı ve kaslı lofofor içerir ancak dolaşım, solunum ve boşaltım organları yoktur.**
3. **Hermafrodit'tirler, yavrularına bakarlar ve eşeysiz üreme ile de kompleks koloniler oluştururlar.**

Bryozoon'larda aktüel olan 4000 tür, üç klasis altında toplanmıştır. Bu klasisler; *Phylactolaemata, Stenolaemata* ve *Gymnolaema'* dır. Bu klasislerdeki türler; habitatları, iskelet yapıları, polimorfizm şekilleri, kolonilerinin büyüme modelleri ve lofoforlarını dışarıya uzatma teknikleri ile birbirlerinden ayrılırlar.

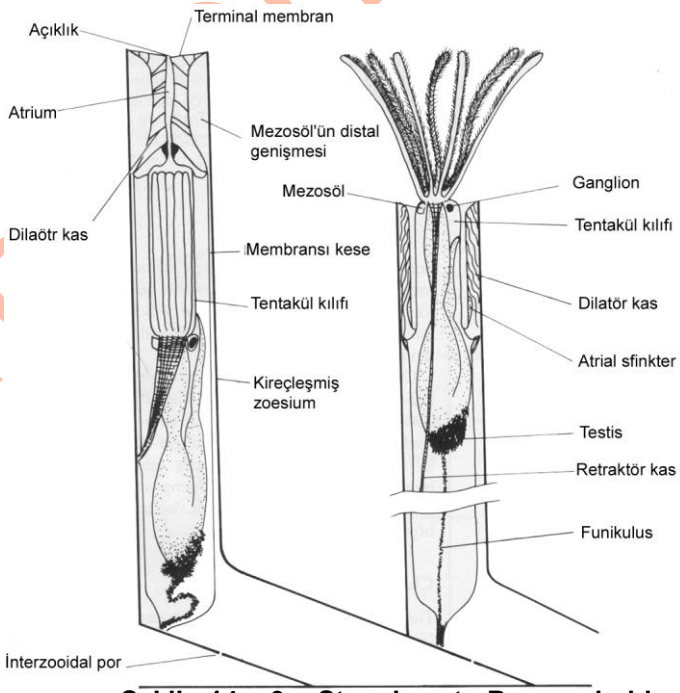
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Klasis : *Phylactolaemata*

50 tür içerirler. Hepside tatlısuda yaşar. Yüksek organizasyonlu omurgasızlarda yaşamalarına karşın modern bryozoon'ların en primitif olanlarıdırlar. Foronid'lerde olduğu gibi silindirik zooidleri, kalkerleşmemiş iskeletleri, epistomları ve büyük atnalı şeklinde lofoforları vardır (Şek. 14.7a). Vücut duvarı kaslarının kasılması ile lofoforlar dışarı uzatılırlar. Birçok tatlısu omurgasızında olduğu gibi filaktolemat'larda yavru bakımı vardır. Döllenme metasölde olur ve yumurta hücresinin oluştuğu tarafta embriyo kesesi gelişir. Statoblastlar kuraklık ve kış koşullarına dayanıklı olacak şekilde oluşturan ve yayılabilme özelliği de gösterirler. Çünkü filaktolemat'lar kozmopolit dağılımı severler ve statoblastlar da kolaylıkla yayılabilirler.



Şekil 14. 8. Tatlısu Bryzozoon'u *Lophopus* kolonisi.



Şekil 14. 9. Stenolemat Bryzoonlar'da zooid yapısı: Solda Lofofor içeri çekilmiş; Sağda dışarı uzatılmış.

Filaktolemat kolonileri birkaç bakımdan istisna oluştururlar. Polimorfizm göstermezler ve tüm bireyleri benzer şekildeki avtozoid'lerdir. Dış iskeletleri hiçbir zaman koloni bireylerini birbirinden ayırmaz. O nedenle de koloni ortak bir sölomu paylaşır. Koloni modeli lopopodid ve pulumatellid tarzındadır. *Lophopus* gibi lopopodid koloniler yumuşak, jelatinimsi kitleye gömülü zooidlere sahiptir (Şek. 14.8). *Cristatella*'da bu kitlenin kaide kısmı kaslıdır ve kolonin çok yavaş bir şekilde sürünmesini sağlar. *Plumatella* ve *Frede-rincella* bir bitkide olduğu gibi seri halinde düzenlenmiş pulumatellid koloniler içerir.

Klasis : *Stenolaemata*

Stenolemat bryozoon'lar paleo-zoik devrinde baskın olmalarına karşın günümüzde çoğu tükenmiştir. 550 fosil cinsleri bilinmekle beraber ancak birkaç

denizel familyada aktüel türleri tanımlanmıştır. Aktüel türlerin hepsi *Cyclostomata* ordosu altında toplan-mışlardır. Siklostomat avtozoid'leri uzun tüp şeklindedirler. İskeletleri yoğun bir şekilde kalkerleşmiştir ve vücut duvarı kasları yoktur (Şek. 14.9). Vücudun distal ucunu halka şeklinde bir açıklık kaplar. Siklostomat'lar vücut duvarlarını bükememelerine rağmen lofoforları sölomik sıvı basıncı ile uzatılırlar.

Koloni formları değişiktirler. Birbirine komşu zooidler sölom sıvı değişimine imkan sağlarlar. Heterozoidler bu ordoda birkaç tutunma bireyi ile üreme bireyleri ile sınırlanmışlardır.

Klasis : *Gymnolaemata*

Modern bryozoon'ların büyük bir kısmı Gimnolemat klasisine dahildir. İki ordoları vardır. Türlerinin hepsi denizeldir. Ayırtedici özelikleri; silindirik veya tüp şeklinde zooidlerinin bulunması, halka şeklinde lofoforlara sahip olmaları ve polimorfizm göstermeleridir. Gimnolemat'ların epistomları ve vücut duvarı kasları yoktur. İnterzooidal duvarlarda delikler vardır ancak bu delikler epidermal hücrelerle doludur.

Ordo : *Ctenostomata*

Ktenostomat' lar en küçük ve en primitif gimnolemat' ları içerirler. Bu ordodaki türler kalkerleşmemiş iskelet, dallanma şeklinde koloni büyümesi ve sınırlı bir polimorfizm gösterirler. Anteriör açıklığı örten operkulumları yoktur. Kas bandlarının kasılması ile söloma basınç yapılır ve lofoforlar uzatılır (Şek. 14.4a). *Bowerbankia* gibi ktenostomat'ların çoğu kolonilerinde avtozoid'ler dallanan stolonlar boyunca meydana gelirler (Şek. 14.10). Stolon bir seri birbiri ile kaynaşmış indirgenmiş haldeki morflar içerir. Bunlara **kenozooid**'ler denir. Her avtozoidinin funikulus'u stolondaki benzer doku şeridi ile birleşir ve böylece zooidler kolonide birbirleriyle bağlantılı hale geçerler. *Nollella, Ascyonidium* ve tatlısuda yaşayan *Paludicella* gibi koloniler stolonsuzdur. Bu cinslerde zooidlerin yassılaşmaya doğru eğilimleri vardır ve bireyler birbirleriyle yanlamasına birleşirler. Bu eğilim Gimnoloemat' ların ikinci ordosunda daha çok gelişmiştir.



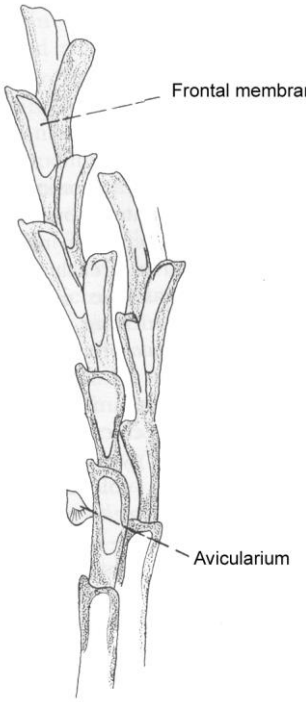
Şekil 14. 10. *Bowerbankia imbricata* kolonisinin bir kısmı.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Ordo : *Cheilostomata*

Keylostomat'lar modern bryozoon'ların şimdiye kadar en büyük olan ve en geniş dağılım gösteren grubudur. Ayırtedici özellikleri zooidlerinin yassılaşması ve kutu şeklini almasıdır. Bu zooidler kireçleşmiş duvarlar ve operkulum içerirler. Türlerin çoğu yavrularına ovisel'de bakarlar.

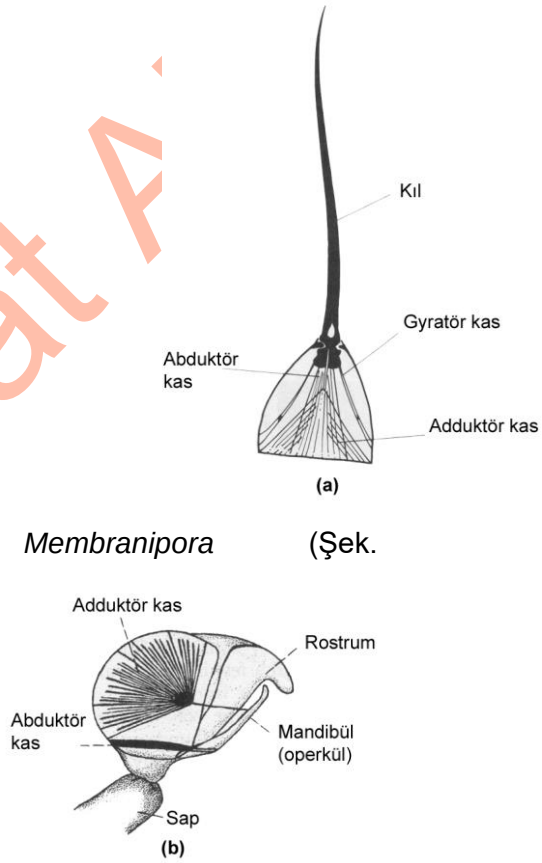
Bugula en yaygın cinstir (Şek. 14.11). Kolonileri dikey yönde gelişir ve bitki şeklindedir. Keylostomat'ların çoğu ise kışır şeklinde büyürler (Örneğin



Şekil 14. 11. *Bugula* kolonisinin küçük bir kısmı. Dikey yönde gelişen zooidler biserial halde dizilidirler.



Şekil 14. 12. Keliostomat – *Membranipora*'nın kışır halindeki kolonisi.



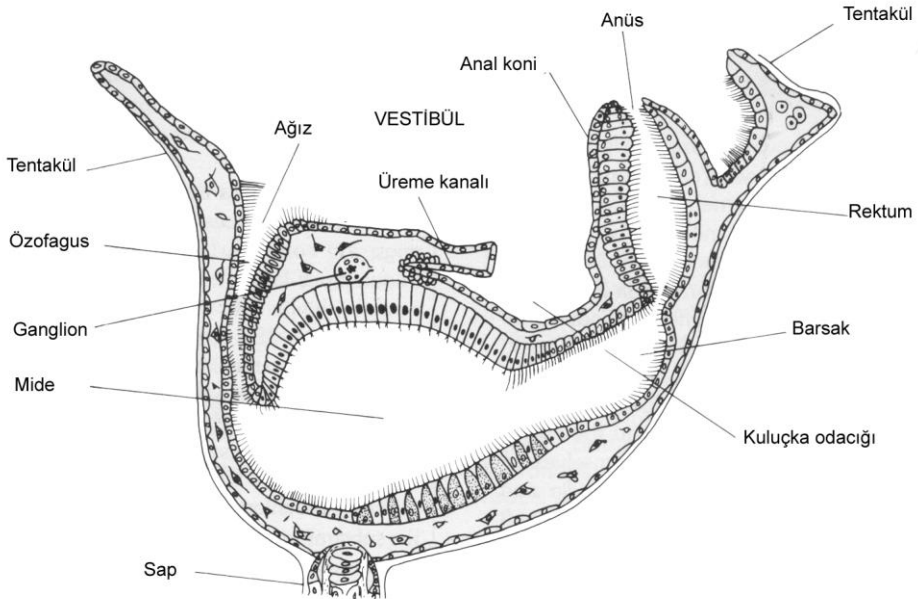
Şekil 14. 13. a) *Bugula*'da avikularium yapısı; b) Vibrakularium yapısı.

Membranipora (Şek. 14.12) ve *Electra*). Kışırlaşmış zooidler lateral ve alt duvarlarıyla kaynaşırlar ve açıklıkları geniş ön yüzeyi kaplar. Çok primitif keylostomat'larda frontal membran her zooidin dışarı bakan yüzeyi boyunca gerilir. Lateral duvarlar tamamen sert yapıda olduğu için kaslar bu duvarlar yerine frontal membrana uzanırlar. Kasılmaları ile membran içeri doğru bastırılır ve lofoforun dışarı uzatılabilmesi için gerekli hidrostatik basınç oluşturulur. Daha primitif keylostomat'lar frontal yüzeyleri için daha ileri düzeyde koruma sağlarlar. İçe doğru girintili olan membran *Callophora* ve *Cribrilina'* da spinlerle çevrilmiştir ve bu spinler kalbur şeklinde bir örtü oluştururlar. *Ascophora* grubu ise frontal membranlarını hemen hemen sert bir iskelet yüzeyin

Prof. Dr. Mahmut Ali TAÇ

altında korur. Membran **askus** adı verilen bir keseyi astarlar. Kas bandlarının kasılması ile membranın aşağı kısımlarına etki eder ve askus genişler böylece sölom sıvı basıncı yükselir ve lofoforu uzatır.

Keylostomat'lar bryozoon'ların en çok polimorfizm gösteren grubudur. Heterozooid' leri, korunmada görevli avikularia'lar, temizlemeye yönelik vibrocularia ve üreme fertlerini içerirler. **Avikularium**'un çene şeklinde değişikliğe uğramış operkulumu dışında, çoğu yapıları indirgenmiştir (Şek. 14.13a). Bu formlar ya sesildirler veya hareketli bir sap üzerine yerleşmişlerdir. Abduktor ve adduktor kaslar avikularium' un birden bire açılıp kapanmasını sağlar ve böylece koloniyi fauling organizmalarına karşı korur. **Vibrakulum** aynı zamanda değişikliğe uğramış operkulum özelliği gösterir. Bu formları örten kılıf koloniyi çepeçevre temizlemeye



Şekil 14. 14. Entoprokta (*Pedicellina*). Zooid'ten sagittal kesit.

yarıyan uzun dikensi yapılar oluşturur. Üreme bireyleri avtozoid'lerden oluşur. Türlerin çoğunda distal vücut duvarı ovisel (Şek. 14.4b) oluşturmak üzere bir çıkıntı yapar. Sölomik evaginasyon ovisel'i doldurur ve embriyo geri kalan boşlukta kuluçka dönemini geçirir. Kuluçka oluşturan zooidlerlerde polipidler genelde kahverengi cisimler halinde dejenere olurlar.

FILUM : *ENTOPROCTA*

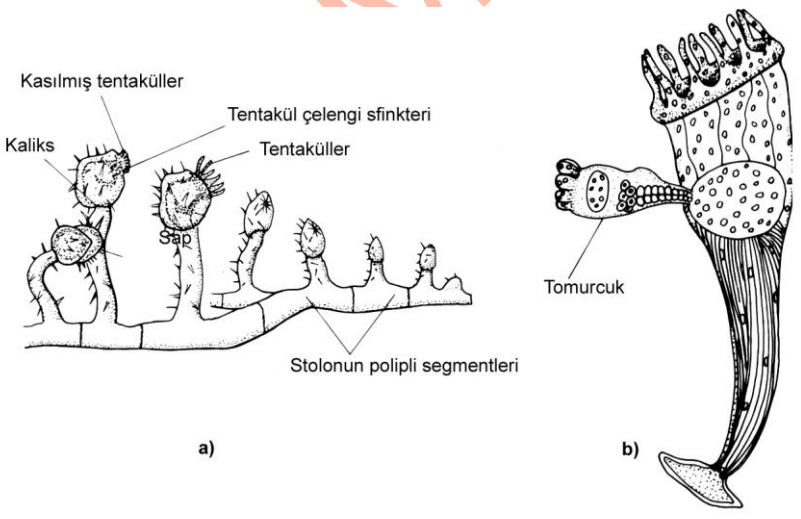
Çeşitli bakımlardan bryozoon'lara benziyen sesil ve çoğunlukla koloni halinde yaşayan hayvanlardır. Uzun bir süre bryozoonlara dahil edilmişler daha sonra pseudosölomat filumlar arasında düşünülmüşlerdir. Yakın zamanda ise entoprokt ve

Prof. Dr. AKTAÇ

bryozoon yakınlığı yeniden tartışılmaya başlanmış bazı otoriteler tarafından bryozoon'ların altfilumu olarak dikkate alınmışlardır. Ancak karşılaştırılabilmeleri için filum düzeyinde sınıflandırılmaları uygun görülmüştür. Yaklaşık 90 entoprokt türü tanımlanmıştır. Bir küçük cins hariç denizel çevrede sığ kıyı sularında kayalıklara, kabuklara ve diğer sert zeminlere tutunarak yaşarlar. Boyları 0,5 cm'den daha kısadır. Vücutları ortada kayık şeklinde bir kalix ile yassı bir sap içerir (Şek. 14.14). Kalix iç organları kuşatır ve oyuk haldeki tentakülleri destekler. Bu halkanın içinde vestibül adı verilen bir çöküntü, ağız ve anüsü içerir. Böylece bryozoon'lardan farklı olarak entoprokt anüsleri bir tentaküler halka ile kuşatılmıştır. U şeklindeki sindirim kanalı kısa ve kaslı bir özofagus, yumru şeklinde bir mide, yukarı doğru uzanan bir barsak ve rektum içerir. Anüs çoğunlukla anal koninin tepe kısmına yerleşmiştir. Entoprokt'lar silli hayvanlardır. Tentaküler çukurluklar boyunca yer alan sil sıraları, organik partiküllerin ve küçük planktonların ağıza doğru gitmesini sağlar. Sindirim kanalındaki sillerin hareketi de besinleri hareketlendirir ve mide bezleri ekstraselüler sindirimi başlatır. Emilim mide ve barsakta olur.

Vestibül ve sindirim bölgesi arasında yer alan küçük bir alanda protonefridyumlar, sinir ve üreme sistemleri yer alır. Bir alev kabarcığı içeren çift haldeki protonefridyumlar, ağızın yanında yer alan ortak bir nefridioporla sonlanırlar. Bu bölgedeki büyük bir sinirsel ganglion, sapı ve kaliksi sinirlendirdiği gibi tentaküllere de sinirler gönderir. Tentaküller ve dış vücut duvarı boyunca yer alan siller duysal yapıların büyük bir kısmını oluşturur.

Ektoprokt'ların çoğu diöktür. Midenin üzerinde yer alan basit yapıda ve çift haldeki gonatları bir kanal vasıtasıyla nefridial açıklıkların arkasındaki gonoporlara açılırlar. Döllenme ovaryumda gerçekleşir. Gelişmekte olan embriyolar kuluçka odacığı adı verilen ve vestibülün bir kısmından oluşan yapının içinde basit bir şekilde korunurlar (Şek. 14.14). Segmentasyon spiraldir ve belirleyici' dir. Yumurtadan trokofora



Şekil 14. 15. a) *Mysoma* kolonisinde saptan yeni zooidlerin tomurcuklanması; b) Bir soliter entoprokt (*Loxosomella claviformis*'te kaliksin tomurcuklanmasıyla eşeysiz üreme.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

benzeri silli bir larva oluşur ve bir müddet serbest halde yüzdükten sonra bir yere tutunur ve ergine dönüşmek üzere metamorfozunu tamamlar.

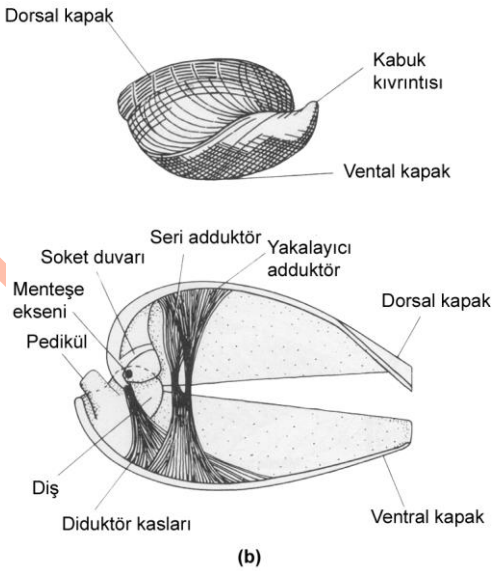
Entoprokt kolonileri eşeysiz üreme yoluyla oluşurlar. Yeni bireyler *Mysoma*'da olduğu gibi saptan tomurcuklanırlar (Şek. 14.15a). Soliter entoproktlar örneğin *Loxosomella kalix*'in tomurcuklanmasıyla eşeysiz ürerler (Şek. 14.15b). Entoprokt'lar, bryozoonlar'dan segmen-tasyon tarzları, anüsün konumu ve pseudosöl içermeleriyle ayrılırlar. Bütün bu farklılıklara rağmen son zamanlarda yapılan ontogenetik çalışmalar trokofora benzeri larvanın tanımlanması dahil entoproktların bryozoonlara yakın akraba olduklarını göstermektedir.

FILUM : *BRACHIOPODA*

Brakiopod'lar "lamba veya ampul kabuklular" olarak bilinen ve kalkerli, iki parçalı kabukları olan lofoforlu bir filumdur. Dış görünüşleri bakımından çok yüzeysel olarak mollusk'lara benzemeleri nedeniyle mollusk'larla da birlikte sınıflandırılmıştır.

Brakiopod kabukları dorsal ve ventral konumludurlar (mollusk'larda, bivalvia'da kabuklar lateral) ve çok farklı yapıdaki vücudu çevrelerler. Bu filum tamamen denizeldir ve yaşayan 280 türün çoğu anakaranın yamaçlarını tercih ederler. Brakiopod'ların çoğu İngiltere'de yaşayan *Terebrantulina septentrionalis* ve Pasifik kıyılarında yaşayan *Terebratalia transversa* dahil kendilerini sert zeminlere tutundururlar. *Glottidia* ve *Lingula* gibi bazı cinsler ise yumuşak zeminde açtıkları vertikal tünellerde yaşarlar.

Paleozoik ve mesozoik peryot'ta, birçoğu sıcak sularda yaşayan 30.000 fosil türleri bilinmektedir.



Şekil 14. 16. a) *Hemithyris psittacea*'da ventral kabuğun dorsal kabuk üzerine bükülüşü; b) Kilit mekanizmalı Brakiopoda'dan sa-gittal kesit. Kabuk menteşesi ve kabukları hareket ettiren büyük kas grupları vardır.

Kabukları genelde koyu renklidir ancak kabuk yüzeyinde konsentrik büyüme halkaları şeklinde desenlenmeler vardır. Ventral kabuk çoğunlukla dorsal kabuktan daha büyüktür ve posteriörde menteşe şeklindeki kapanma yerinde sırt kabuğunun üzerine doğru gaga şeklinde bükülür ve lamba (kandil) benzeri bir görüntü sağlar (Şek. 14.16a). Bu filumda iki tip kilit mekanizması görülür. *Lingula* gibi brakiopod'larda gerçek bir menteşe olmadığı için kilit mekanizmaları yoktur ve kabuklar birbirleriyle kaslar vasıtasıyla birleşirler. Kilit mekanizmaları brakiopod'larda kilitlenme

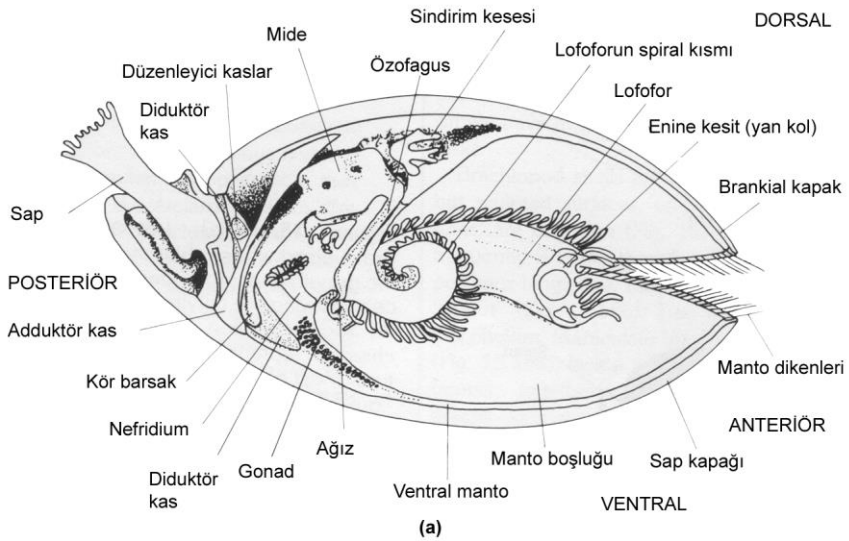
Prof. M. Nihat AKTAÇ

dişleri içerirler ve gerçek menteşe oluşturan bir oyuğa (menteşe yuvası) sahiptirler (Şek. 14.16b).

Bazı brakiopodlar kabuklarını doğrudan doğruya zemine yapıştırırlar fakat bazı türler bir sap veya pedisel ile tutunurlar. Pedisel *Lingula*' da olduğu gibi uzun ve kaslı olabilir, böylece derinlerdeki oyuğunun içine çekilebilir. Çoğu menteşeli formları içeren diğer brakiopod'lar bağ dokusundan oluşan daha kısa bir sapa sahiptirler. *Loqueus californicus* gibi bazı türlerde sap, ventral kabuğun gaga şeklindeki bükülme sahasından uzanır (Şek. 14.16b).

Brakiopod kabukları altlarındaki manto tarafından salgılanır. Bu vücut tabakası anteriör lofofor dahil iç organları çevreler (Şek. 14.17). Kabuk parçaları arasındaki açıklık boyunca manto çoğunda spinler taşır ve böylece fouling'e karşı bir korunma sağlar. Lofofor kabuk odacığının 2/3'lük kısmını doldurur. Brakiopod'larda bu organ iki lopludur. Her iki lop bir tentakül sırası ve kaidesinde de brakial oluk içerir. Brakiopod evriminde lopların arttırılmasına ve lopların spiral şeklinde kıvrılmasına doğru bir eğilim kazanılmıştır. Bu tür loblar besin alınması ve solunum için daha geniş yüzeyler içerirler.

Diğer lofoforlu'larda olduğu gibi brakiopod'lar süzüntü yiyicidirler. Kabuklar açılınca tentakül silleri, suyu lofofora doğru, bir su akımı oluşturarak çekerler. Bu esnada küçük organik partiküller ağıza aktarılmak üzere brankial oluğa taşınırlar. Kilit mekanizmasız brakiopod'larda tam bir sindirim sistemi vardır. Bu sistemde özofagus, sindirim bezli mide, barsak ve anüs bulunur. Kilit mekanizması bulunanlarda kör barsak vardır ve dolayısıyla anüs içermezler (Şek. 14.17). Lofoforları ileri düzeyde süzmeye elverişli yapıdadır ve sadece küçük besin partiküllerinin alınmasına geçit verirler.



Prof. M. Nihat AKTAÇ

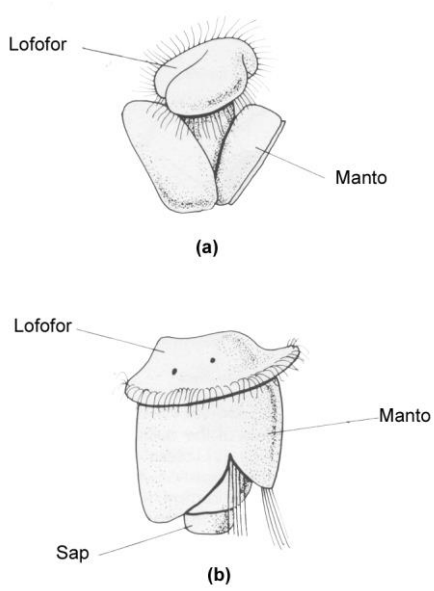
Şekil 14. 17. Kilit mekanizmalı Brakiopoda (*Terebratulina*) da temel anatomik özellikler.

Mide üzerinde yer alan kalp, anteriör ve posteriör kanallara ayrılır ve bu kanallar da vücut sinüslerine doğru dallanırlar. Bu açık sistemde kan dolaşımı yavaştır ve böylece büyük bir olasılıkla sölom sıvısı oksijen taşınmasında büyük rol oynar. Lofofor içindeki mezosöl ve manto içindeki metasöl gaz alışverişi için elverişli yerlerdir. Metasölden silli manto kanalları ayrılır ve iç taşımaya katkıda bulunurlar.

Brakiopod'larda bir veya iki çift metanefridyum vardır (Şek. 14.17). Metasöl artıkları çoğunlukla sölomositlerde toplanır ve nefrostomlar yoluyla boşaltılırlar. Nefridyoporlar ağızın yanlarında yer alır.

Diğer sesil ve sedenter omurgasızlarda olduğu gibi brakiopod'ların rudimenter kasları ve sinir sistemleri vardır. Çift haldeki kaslar kabukları açıp kaparlar. Hem hızlı kasılan hem yavaş kasılan kaslar içerirler (Şek. 14.16b, 17). Pedisel kasları hayvanın az da olsa dönmesini sağlarlar. *Lingula* gibi oyuk kazan türlerde bu kaslar, hayvanı koruyucu tüp içine doğru çekerler. Ventral ganglionlar özofagusu çevreleyen bir sinir halkası oluştururlar. Sinirler buradan dışa doğru vücut organlarına ve subepidermal plexususa uzanırlar. Duygu organı olarak *Lingula*' nın bir türünde statositler vardır, diğer brakiopod'larda duysal bölgeler manto kenarı boyunca yer alan spinler ve duysal hücreler ile sınırlanmıştır.

Brakiopod'lar dioktürler. Gametler gonad bölgelerinden metasöl peritonu boyunca bırakılır (Şek. 14.17) ve nefridyumlar aracılığıyla dışarı çıkarlar. Genelde dış döllenme görülür ve kuluçkaya yatma enderdir. Brakiopod embriyogenezi radier segmentasyonda ve değişikliğe uğramış enterosöli ile belirgin bir şekilde deuterostom özellikleri gösterir. Kilit mekanizması bulunmayanlarda larva hareketli bir lofofor ve kabuk salgılayan bir mantoya sahiptir (Şek. 14.18a). Serbest halde yüzebilme imkanları, kabuğun büyümesi ile dibe batmaları sonucu ortadan kalkar. Kilit mekanizması bulunanların larvası ise lopludur (Şek. 14.18b). Loplardan biri lofofor gelişimi, diğeri manto, bir diğeri ise pedisel gelişimini sağlar. Dibe çökme ve yerleşme başladığında manto lobu



Şekil 14. 18. a) Kilit mekanizmasız Brakiopod – *Lingula* larvası; b) Kilit mekanizmalı Brakiopod - *Argyrothera cordata* larvası.

Prof. Nihat AKTAÇ

lofofor bölgesini kuşatır ve kabuk salgısı başlar..

15. FILUM : *ECHINODERMATA*

Deniz yaşamının sembolü sayılan ekinoderm'ler omurgasızlar dünyasının en seçkin ve gizemli temsilcilerini oluştururlar. Bu büyüleyici filumda deniz yıldızları, deniz kestaneleri, deniz hıyarları, deniz zambakları ve akrabalarına ait 6500 aktüel tür bulunmaktadır. Hayvan filogenisinin deuterostomia çizgisi ile ilgili tanımı ekinoderm'lerle başlar. Deuterostom'ların embriyogenezlerindeki belirli özelliklerle farkedildiklerini tekrar hatırlamalıyız. Deuterostom'lar aynı zamanda *Homo sapiens* ve tüm diğer omurgalıları içine alan *Chordata* filumunu da içerir. Ekinoderm'lerin nasıl ve hangi ölçüye göre insan ile aynı evrimsel tarihi paylaştığı omurgasızlar dünyasında hala büyük bir bilmece olarak yer almaktadır.

Ekinoderm'ler aynı zamanda omurgasızlar dünyasında 5 ışınlı radial simetri ve ilginç sölom sistemleriyle de bir bilmece halindedirler. Alışılmış dışındaki simetrileri ekinoderm'lerin sölenterat'lar ve ktenoforlu'larla akraba oldukları şeklinde tarihi bir yanılgıya da sebep olmuştur ve bu yanılgı geçmiş yüzyılın ortalarına kadar yani ekinoderm'lerin temelde radiata filumlarından farklı oldukları anlaşılıncaya kadar da sürmüştür.

Ekinoderm'ler sölenterat'lardan oldukça farklıdırlar. Çok daha kompleks bir yapıda organize olmuşlardır. Gerçek bir mezoderm ile sölomları ve bazı iyi gelişmiş organ sistemleri vardır. Buna karşı biyolojilerinde çeşitli bakımlardan özelleşme eksikliği gösterirler. Duysal yapıları, dolaşım, osmoregülasyon ve üreme organları rudimenterdir. Ekinoderm sölomları oldukça dikkat çekicidir. Hem filumun deuterostom özelliklerini gösterir hem de bu gruba özgü olan su-kanal sistemine veya **ambulakral** sisteme katılır. Grubun diğer çarpıcı özellikleri kalkerli bir iskelete sahip olmaları ve larval formlarda bilateral simetri göstermeleridir.

Ekinoderm'ler bütün okyanuslarda geniş dağılım gösterirler. Özellikle Hint-Pasifik Okyanusu'nda çok yaygındırlar. Hiçbir şekilde tatlısuda, karasal habitatta bulunmazlar ve parazit olarak yaşamazlar. Ekinoderm'lerin yaklaşık 20.000 fosil türü bulunmaktadır. Ancak aktüel formların bulunduğu 4 büyük grup sınıflandırılmıştır. Bu gruplar: Klasis - *Crinoidea* (deniz zambakları, tüy yıldızları), Klasis - *Stelleroidea* (deniz yıldızları, yılan yıldızları), Klasis - *Echinoidea* (deniz kestaneleri) ve klasis - *Holothuroidea* (deniz hıyarları)'dır.

Genel Morfoloji

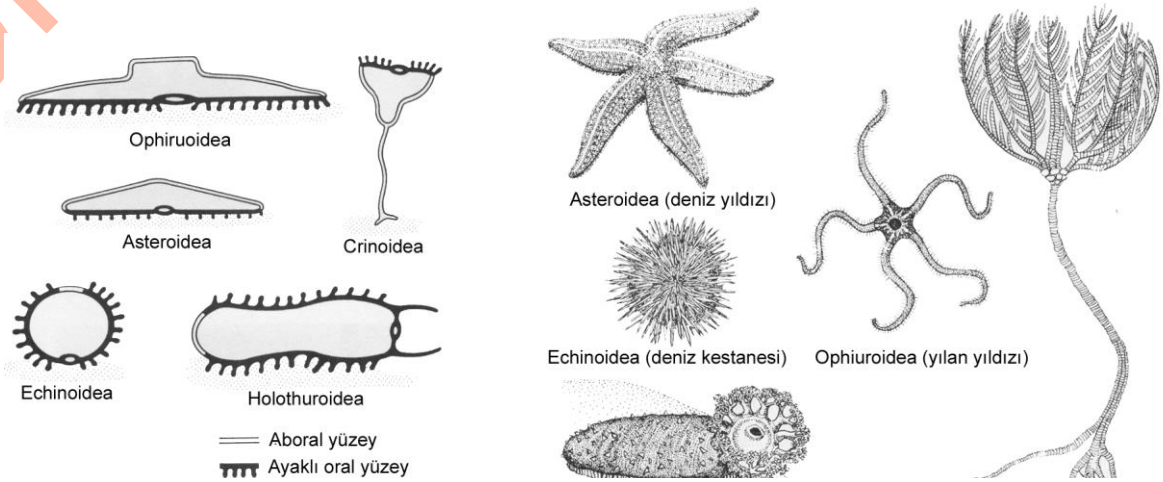
Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Çoğu omurgasızlara oranla ekinoderm'ler daha büyük hayvanlardır. Erginleri mikroskobik değildir. En küçükleri birkaç milimetre çaptadır. Bazı paleozoik krinoid'lerin 25m. uzunluğunda sapları vardır. Fakat aktüel formların en büyükleri 1m boyundaki deniz hıyarları ve deniz yıldızlarıdır.

Ekinoderm'lerin en çarpıcı özelliklerinden biri de sekonder olarak kazandıkları radier simetrileridir. Her ekinoderm kuşkusuz ki larval periyotlarının ilk gününde bilateral simetrilidirler. Aktüel ekinoderm'lerin larvaları metamorfoz geçirerek orijinal bilateral simetrilerini radial simetriye çevirirler. Bu tür değişimin hayvanlar aleminde benzeri yoktur. Fosil ekinoderm'lerin çoğu sesil hayvanlardır. Radial simetrileri sesil ve yarı sesil yaşama bir çeşit uyum sağlıyordu. Böyle olmakla beraber radial simetri filumun tümünde net bir şekilde gelişmemiştir ve çok aktif olan ekinoderm'ler (düzensiz şekilli deniz kestaneleri) de ergin bilateral simetrinin oluşturulması yönünde bir eğilim vardır.

Ekinoderm'lerdeki radial simetri kolayca izah edilebilmesine rağmen beş ışınlı yapıları bilmece niteliğindedir. Problem anahtar özelliği gösteren yapıların sürekli olarak beş veya beşin katları şeklinde olmasıdır. Neden üç, dört ya da daha çok değildir? Bu sorunun en iyi yanıtı iskelet yapılarında bulunabilir. Gelişen ekinoderm'lerde radial simetrinin kanıtlarından biri anüsün etrafındaki iskelet plaklarından oluşan bir halkanın bulunuşudur. Bu plaklar arasındaki süturlar çok zayıf yapısal çizgilenmeler gösterir. Buna göre iskelet plaklarının sayısı az olduğu zaman iskelet daha güçlüdür. Bundan başka, plakların tek sayıda olması halinde karşılıklı olarak süturlar hiç bir zaman tek bir yapısal çizgi boyunca uzanmazlar. Ayrıca radial simetrinin oluşması için yeterli plağın bulunması gerekmektedir. Bu gereksinimlerin tümünü karşılamak için yeterli sayı beş olarak görülmektedir. Böylece ekinoderm'lerin beş ışınsal radial simetrisi oluşmuştur.

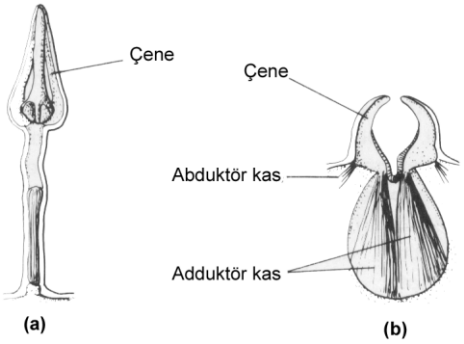
Diğer radial simetrili hayvanlarda olduğu gibi ekinoderm'lerde de baş yoktur ve vücutlarının büyük bir kısmı oral-aboral eksen boyunca konsentrik olarak düzenlenmiştir (Şek. 15.1a). Karakteristik olarak, ekinoderm vücutları 5 özelleşmiş bölgeye ayrılır. Bu bölgeler stelleroid ve krinoid'lerde olduğu gibi belirgin haldeki ışınsal kollarla tanımlanmıştır veya ekinoid ve holothuroid'lerde olduğu gibi vücut



Şekil 15. 1. a) Ekinoderm'lerde vücudun zemine göre oryantasyonu ve oral-aboral yüzeylerin konumu; b) Günümüz Ekinoderm'lerini içeren klasisler. ağı)

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

yüzeyi boyunca belirli alanlar-bölgeler halinde görülürler (Şek. 15.1b). Her bölge ambulakral (su-kanalı) sistem ile ilişkili olduğu için **ambulakrum** adını alır. Komşu iki ambulakrum arasındaki alanlar da **interambulakrum** adını alır. Ekinoderm'lerde ağız, ambulakrum ile interambulakrumların birleştikleri oral yüzeyi belirler. Bu alanlar anüsün yer aldığı aboral kutupta da birleşebilirler. Krinoid'ler oral yüzeyleri ile yukarı doğru bakarken diğer grupların ağızları doğrudan doğruya yere bakar. Holothuroid'ler ise bir tarafları üzerinde durmaları ile istisna oluştururlar. Ağızın aşağı ya da yukarı doğru bakması beslenme yöntemine bağlıdır.



Şekil 15. 2. a) Deniz kestanesinde saplı pedisel–*Echinus esculentus* ; b) Deniz yıldızında sapsız pedisel (kesit) – *Hippasteria plana*.

Tipik olarak ekinoderm'lerin vücut yüzeyi oldukça kaba yapılıdır. Çeşitli sayıda etsi tüberküllü ve/veya dikenimsi uzantılar ile kuşatılmıştır (Aslında ekinoderm terimi de "dikenli deri" anlamındadır). İç iskeletin kalkerli uzantıları kısa sabit düğümler, kabartılar veya uzun hareketli dikenler halindedir. **Papula** ve **podia** olarak adlandırılan yumuşak ve etsi eklentiler çeşitli görevleri yaparlar. Podlar, ambulakral sistemin en distaldeki elemanları olup ekinoderm fizyolojilerinde çeşitli şekillerde yer alırlar. En çok özelleşmiş dış uzantılar **pedisel'**lerdir (Şek. 15.2). Tipik olarak bu küçük yapı, vücut duvarının kaslı uzantılarının uç kısmına yerleşmiş kalkerli çeneleri içerir. Çeneler bu organın distal ucuna eklemlenirler ve böylece besin alınmasını sağlarlar. Pediseller aynı zamanda vücudun yüzeyini çeşitli organik artık ve döküntülerden de temizlerler. Bazı deniz yıldızları sapsız pediseller içerirler ve bunlar makas gibi görev yaparlar (Şek. 15.2b).

Ekinoderm'lerin vücut duvarı kamçılı bir epidermis, iç iskeleti salgılayan ve barındıran kalın bağ dokulu dermis ile çeşitli kas tabakalarını ve sölomu çevreleyen peritonu içerir. Epidermis daima ince ve kutikula ile örtülüdür ve bu örtü içerdiği spinler ve diğer vücut çıkıntıları ile tüm dış yüzeylerin üzerinde uzanır. Epidermal hücreler arasında mukus bez hücreleri ve sinirsel duyu elemanları yer alır. Epidermal flagellum'lar; havalandırma, temizleme ve diğer fonksiyonlar için akım oluştururlar. Supepidermal sinir ağı da tüm vücut duvarının altında uzanır.

Dermisin içinde ekinoderm iç iskeleti **osikül** olarak adlandırılan çeşitli kalker yapılar içerir. Her osikül ince ve aynı şekilde sıralanmış magnezyum kalsit ($CaCO_3$+$MgCO_3$)'ten oluşan bir kompleks halindedir. Ekinoderm osikülleri çomak, disk veya düzensiz şekilli olup çeşitli boyda ve görünüştedirler. Bağ dokusu matriksi içinde tek olarak bulunabilirler ve çeşitli şekillerde birbirleriyle bağlanabilirler. Kollagen liflerle bağlanma ofiuorid'lerin ve ekinoid'lerin merkezi diskinde çok

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

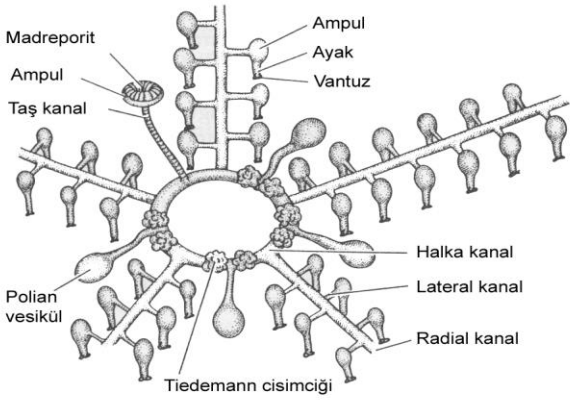
belirgindir. Burada levha şeklindeki osiküller sert bir teka veya testa oluşturmak üzere birleşirler.

Vücut duvarı kasları, iç iskeletin yapısını yansıttığı gibi özellikle teka veya testanın oluşturulması için osiküllerin birbirleriyle nasıl eklemlendiğini de gösterir. Testası sert olan ekinoderm'lerde (ekinoid'ler) bu kaslı yapı bulunmayabilir. Daha esnek olan asteroid'ler dışta halka şeklinde kas lifleri ve içte boyuna kas lifleri içerirken, ofiuroid kollarında özelleşmiş boyuna kaslar, büyük ve aynı düzlemde yer alan osikülleri birbiriyle birleştirir. Holothuroid'lerde ise yumuşak ve esnek olan vücut duvarında mikroskobik osiküller vardır ve kas tabakaları doğal olarak iyi gelişmiştir.

Ekinoderm sölomları iç tüpler, sinüsler ve boşluklardan ibaret 4 sistem içerir. Bu sitemlerin her biri bir ya da birden fazla fonksiyon için özelleşmiştir. Bu sistemler: 1- Perivisseral sölom, 2- Ambulakral sistem, 3- Hemal sistem, 4- Perihemal sistem'dir.

Perivisseral sölom dört sistem içinde en büyük olanıdır ve diğer eusölomat hayvanların sölomu ile karşılaştırılabilir. Sindirim ve üreme kanallarını çevreler ve asteroidlerle krinoid 'lerin kolları içine uzanır. Ekinoderm sölom sıvıları hemen hemen deniz suyuyla aynı yoğunluktadır. Ancak çeşitli yaşamsal fonksiyonların sürdürülebilmesi için fagositotik sölomosit hücreler içerir.

Ambulakral sistem temel olarak silli veya kamçılı kanal ağı olup içinden hidrolik olarak aktif tüp ayaklara veya pod'lara suyun taşındığı sistemdir. En iyi şekilde deniz yıldızlarında tanımlanabilir ancak sistem tüm filumda hemen hemen aynıdır. Bu sistemin dış açıklığı **madreporit'** dir. Madreporit elek şeklinde bir plak olup aboral interambulakrum bölgesinde yer alır (Şek. 15.3) (madreporitin kesin yeri farklı gruplarda farklı farklıdır). Deniz suyu madrepodit'in flagellumlu oluğu boyunca aşağı doğru süzülür ve fazla miktardaki üre por kanallarında toplanır. Bu kanallar birleşerek **taş kanal**'ı oluştururlar. Taş kanal denmesinin nedeni kalkerle güçlendirilmiş olmasındandır. Bu kanal **su halka kanalı**'na uzanır. Su halka kanalı özofagusu çevreler. Halka kanaldan ambulakral bölgeyi belirlemek üzere 5 **radier kanal** uzanır. Su halka kanalından dışa doğru **Tiedemann cisimcikleri** olarak adlandırılan dört veya beş çift çıkıntı ile **polian vesikül** olarak adlandırılan 1-5 veya daha çok ve daha büyük kaslı kese uzanır. Tideman cisimcikleri deniz yıldızlarına özgüdür ve sölomositleri oluştururlar. Polian vesikülleri ise filumun tümünde yaygındır ve ambulakral sistemden



Şekil 15. 3. Deniz yıldızlarında su kanal sistemi ve ilişkili yapıların diyagramı.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

atılacak sıvıları depolarlar.

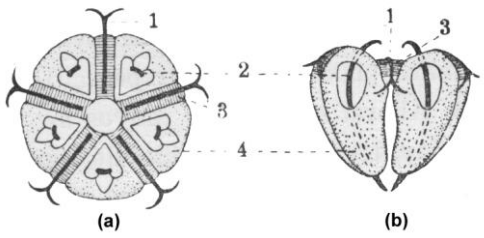
Radial kanallar uzunlukları boyunca kısa lateral kanalları oluştururlar. Bu kanallar tüp şeklindeki ayakları taşırlar. Bu çok belirgin olan organlar proksimalde **ampül** olarak adlandırılan baloncuk şeklindeki kaslı yapılar ile uzanabilen esas ayak kısmından ibarettirler (Şek. 15.3). Karakteristik olarak bu yapının tümü bağlantılı olduğu lateral kanaldan kapalı bir valv ile izole edilebilir. Böylece izole olan ayak bağımsız hidrolik bir birimi temsil eder.

İç taşımada iki paralel kanal ağı ile sinüsler görev yapar. Bu sistem hemal ve perihemal sistemdir. Filum'un hiç bir grubunda bu sistem iyi tanımlanamamıştır. Tartışma daha çok aktiviteleri üzerine yapılmıştır. Bu konu dolaşım sisteminde tekrar değerlendirilecektir.

Beslenme ve Sindirim

Ekinoderm'lerin besinleri ve beslenme şekilleri çeşitlilik bakımından mollusk'lerınkine benzer. Süzüntü yiyiciler, döküntü yiyiciler, otlayıcılar, leşçiler ve predatörler bu filumda iyi temsil edilirler. Genel anlamda ekinoderm'lerin çoğunun sindirebilecekleri her şeyi yedikleri söylenebilir. Çok iştahlı türleri tanımlanmıştır.

Süzüntü ile beslenmenin, bu filum'un en primitif yöntemi olma olasılığı vardır. Gerçekten de tüm ambulakral ağ sistemi besin elde etme sistemi olarak gelişebilir. Krinoid' ler ve stelleroid' ler besini ağıza ambulakral kanallar boyunca aktarırlar. Bu şekilde besin taşınması ayakların kas aktivitesi, mukus tuzağı ve flagellar akım ile gerçekleşir. Tüm ekinodermler'de oral ayaklar besinin tadının algılanmasını da sağlarlar. Holothuroid'lerde bu tüp ayaklar tentaküller oluştururlar ve böylece asılı halde organik materyali yakalayabilirler veya detritus elde etmek üzere yumuşak zeminlere girebilirler. Bu filumda en ilginç besin elde etme yöntemi ekinoid'lerde görülür. Bu klasisteki türlerin çoğu **Aristo Feneri** olarak bilinen ve organik materyal ile sert yüzeyleri kazıyabilen ve yosunlar ile algleri kesmeye yarayan bir çeşit çiğneme cihazına sahiptirler (Şek. 15.4).



Şekil 15. 4. Aristo feneri şeması: a) Üstten; b) Yandan. 1. Çatal parça, 2. Diş, 3. Ana parça, 4. Çene.

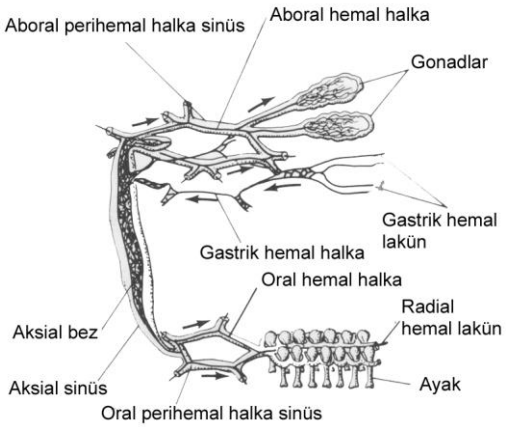
Ekinoderm'lerin sindirim kanalı nispeten basittir ve tamdır ancak ofiuroid'lerde barsak ve anüs yoktur. Ağız daima oral yüzeyin ortasında yer alır. Ambulakrum ve interambulakrumlar burada birbirlerine yaklaşırlar. Oral açıklığı kaslı peristomal membran çevreler. Oral açıklık kısa bir özofagusa açılır. Ekinoderm'lerin çoğunda

Prof. Dr. Ninat AKTAÇ

sindirim kanalının geri kalan kısmı uzun ve çoğu kez kıvrık mide-barsak, rektum ve anüs içerir.

Dolaşım

Ekinoderm'lerde kalp yoktur ve gerçek bir kan damar sistemi de yoktur. İç taşıma gereksinimleri geniş ve kompleks sölomları ve özellikle hemal - perihemal sistemleri aracılığıyla karşılanır. Sil veya kamçı hareketi ile peristomium ve vücut duvarı kaslarının kasılması sonucu sölomik sıvı sürekli olarak dolaşır.



Şekil 15. 5. Deniz yıldızında hemal ve perihemal sistem yapısının şematik görünümü (Diğer vücut yapıları çizilmemiştir).

Hemal sistem klasisten klasise değişiklik göstermesine karşın oral ve aboral hemal halkaları içerir. Bu iki halka kanal süngerimsi bir doku kitlesi ile bağlantılıdır. Bu doku kitlesi **aksial bez** olarak bilinir. Bu bez **aksial sinüs** ile çevrilidir (Şek. 15.5). Aksial bezin fonksiyonu hakkında görüş birliği olmamasına karşın dolaşımda rol oynadığı tahmin edilmektedir. Aksial bez ambulakral kanal sisteminin kanalına paraleldir. Bu bez boyunca sindirim kanalı ile bağlantılı olarak hemal elementler meydana gelir. Oral halkadan ambulakrumlar boyunca radial olarak hemal kollar ayrılır, bunlara karşılık olarak aboral halkadan da hemal kollar ayrılır ve gonadlara ait sinüslerle bağlantı oluştururlar.

Perihemal sistem, aksial sinüs dahil hemal sistemi çevreler ve dolaşım fonksiyonu arttırır.

Hemal ve perihemal sistemin sinüsleri ve kanalları duvar içermezler ve perivisseral sölomun çevrelenmiş odacıkları ile dolaylı olarak temastadırlar. Sıvıları zaman zaman kan olarak benimsenirse de sölom sıvısından pek de farklı değildir. Hemal ve perihemal sistem sıvısı, çeşitli sayıda dolaşan ve işlevi olan sölomositler içerir. Bu çok amaçlı koruyucu hücreler çeşitli sayıdaki fizyolojik olaylarla ilişkilidirler. Bu olaylar fagositoz, besinlerin ve parçacık halindeki artıkların taşınması, besin depolanması, oksijen taşınması, pıhtı oluşturulması, çeşitli pigmentlerin ve bağ dokusunun sentezi ile kalsiyum karbonatın salgılanması ve depolanması şeklinde sıralanabilir.

Solunum

İlk ekinoderm'ler nispeten küçük hayvanlardır, sesil veya zemine bağlı olarak yaşadıkları için solunum hızları da oldukça düşüktü. Bu atasal formlar filum'un

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

kalkerli iç iskeleti dahil, temel vücut yapısını oluşturdular. Böyle bir vücut yapısı yüzeydeki gaz alışverişini minimuma indirdi ve oksijen ile karbondioksidin iç dolaşımını engelledi. Ekinoderm'ler boyca büyüyünce ve daha aktif bir yaşam şekli gösterince gerekli gaz taşınmasını sağlamak üzere özel adaptasyonlara gereksinim duydular. Günümüzde bu adaptasyon klasisten klasise değişmektedir.

Gaz alışverişi vücut sıvısının deniz suyunun yakına getirildiği her yerde, vücut duvarı girintilerinin olduğu yerlerde, vücut sıvısına gömülü keselerde ve solunum tubüllerinde gerçekleşir. Solunumun en yaygın olduğu yerler ambulakral ayaklardır. Ambulakral sistemin bu çıkıntıları büyük bir olasılıkla esas olarak solunum organı olarak görev yapmıyordu fakat ince duvarları ve sıvı ile dolu lümenleri tüm ekinoderm'ler tarafından gaz alışverişinde kullanıldı. Ambulakral ayaklar krinoid'lerin solunum yüzeylerinin büyük bir kısmını temsil ederler ve deniz yıldızlarında gaz alışverişinin %50'sini gerçekleştirirler. Deniz yıldızlarında **populе** adı verilen birçok sölomik çıkıntı vardır. Bu çıkıntılar iskelet çatısının kesintiye uğradığı yerlerde sadece peritonun ince bir tabakası ile onu çevreleyen epidermisten ibaret olup her iki tabaka da flagellumların hareketi ile havalandırılır.

Diğer ekinoderm'ler daha ayrıntılı bir solunum yapısına sahiptirler. Yılan yıldızlarında "**bursa**" adı verilen 10 solunum kesesi vardır. Deniz kestanelerinde de çatı şeklinde peristomal solungaçlar vardır. Bu ince duvarlı yapılar ağızı çevrelerler ve flagellumların hareketi ile ve/veya oral kasların kasılması ve gevşemesiyle havalandırılırlar. Bu filumda en karmaşık solunum sistemi holothuroid'lere aittir. Bu hayvanlar suyu, vücut boyunca dallanmış çift haldeki tüpsü yapıdan pompalarlar. **Solunum ağacı** olarak adlandırılan bu tüpsü yapılar hemal sistemle ilişkilidirler. Holothruid'lerin hemal sıvısı **hemositler** içerir. Bu hücreler özelleşmiş hemoglobin içeren sölomositler olup oksijen taşırlar.

Ekinoderm'lerin çoğu solunum bakımından nispeten pasif bir davranış gösterirler. Oksijen tüketimlerini basit bir şekilde lokal koşullara uydurmuşlardır. Oksijenle iyi donatıldıkları zaman metabolizmaları çok hızlı, oksijen az olduğu zaman ise metabolizmaları çok yavaştır. Sadece holothuroid'ler internal oksijenin sabit kalması için çaba gösterirler. Normal bir çevrede oksijen azlığında strese girerler ve solunum ağacının pompalama işlevini hızlandırırlar.

Boşaltım ve Osmoregülasyon

Ekinoderm'ler boşaltım ve osmoregülasyon fizyolojilerinde pek özelleşmemişlerdir; büyük ölçüde amonyak boşaltmakla beraber üre, ürik asit ve çeşitli diğer organik artıkları da boşaltırlar. Sulu artıklar uygun olan ince duvarlı yüzeylerle; örneğin ambulakral ayaklar, papule, bursa, solungaçlar, solunum ağacı ve/veya madreporit yoluyla atılır. Sulu olmayan artıklar ise sölomositler tarafından

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

tutulurlar. Bu hücreler daha sonra sözü edilen yüzeylerden herhangi bir yolla çıkarlar. Bazı katı atıklar barsak lümenine de geçebilir ve buradan diğer barsak içeriği ile dışarı atılırlar.

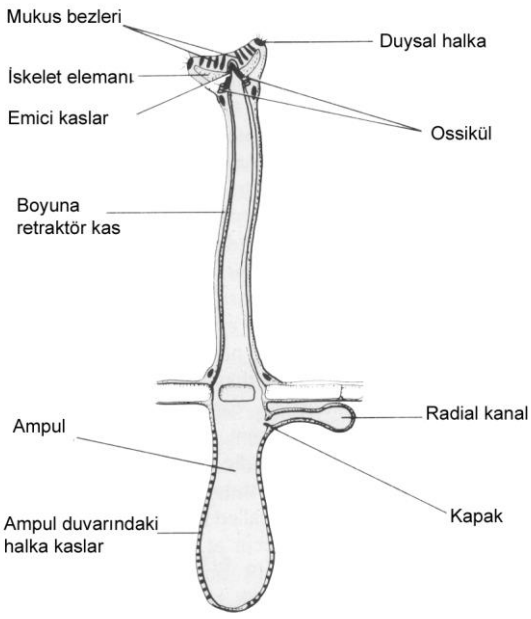
Ekinoderm'lerin esas olarak osmoregülasyon güçleri yoktur. Sölom sıvısının osmotik bileşenlerini düzenleyen nefridyumları da yoktur. Çünkü vücut sıvısı deniz suyu ile yoğunluk bakımından eş değerdir (birkaç iyon değişikliği hariç). Kuşkusuz ki osmotik sorumluluk her dokunun kendisine ait olup osmotik dengenin sağlanabilmesi için büyük miktarlarda enerji harcarlar. Osmoregülasyon yetenekleri bulunmadığı için ekinoderm'ler tamamen denizel habitatlarda yaşayabilmektedirler.

Hareket

Ekinoderm'lerde fonksiyonel olan radier simetri, baş gelişimini ve normal bir sefalizasyonda bulunan sinirsel, duysal ve davranışsal komplekslik düzeyinin gelişimini önler. Bu nedenle ekinoderm'ler daha çok dibe bağlı hayvanlardır ve yavaş hareket ederler. Uyarılara cevapları hem çeşitlilik hem de miktar bakımından sınırlıdır. Kas gelişmeleri vücut şekline bağlı olmakla beraber sinirsel ve duysal elemanları daima rudimenterdir.

Kas

Ekinoderm'lerde kaslar birçok bağımsız birim şeklinde çalışır. Bu birimler, vücut duvarı kasları, ambulakral ayak lifleri, spinler ve pediselleria gibi özelleşmiş çeşitli tepkime organlarını çalıştıran kısa kaslardır. Asteroid ve holothuroid'lerde enine ve boyuna kaslar iyi gelişmiştir. Bu hayvanlar böylece vücutlarını bükebilirler hatta bazı holothuroid'ler oyuk ta kazabilirler. Hareketlerini esas olarak spinlerle sağlayan sert ekinoid'lerde bütün vücut kasları bulunmaz. Ekinoid kasları aynı zamanda aristo fenerini çalıştıran ayrıntılı bir yapı da içerirler. Hem ofiuroid'lerde hem de krinoid'lerde, kollar birbiriyle eklemli osikül'lerden ibarettir. Bu osiküller, birbirleriyle elastik ligamentler ve antagonistik çalışan bir kas sistemiyle bağlantılıdır ve böylece kolları yılan benzeri hareketi sağlanmış olur.



Şekil 15. 6. Deniz kestanesinde vantuz taşıyıcı ambulakral ayak yapısı.

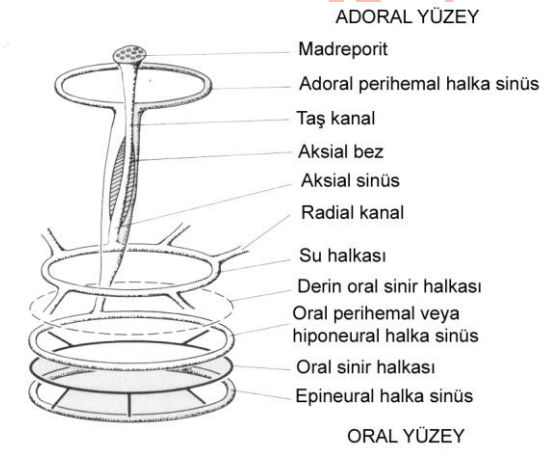
Bu filumda en karakteristik tepkime organı ambulakral ayaklardır. Ambulakral ayaklar antagonistik olarak çalışan kaslar ve içerdikleri su benzeri

Prof. M. Nihat AKTAÇ

sıvı ile çalışırlar (Şek. 15.6). Daha önce de açıklandığı gibi ambulakral ayaklar ve uçlarındaki kabarcıklar (ampüller) bir valva aracılığıyla lateral ambulakral kanaldan izole olabilirler. Bu valva'nın kapatılmasıyla ambulakral ayak içindeki belli bir hacimdeki sıvıyı izole edilir. Ampül duvarlarındaki halka kasların kasılması ile sıvı ayağa doğru itilir, ayak tutunur. Ambulakral ayakların dermal olan duvarları sert olduğu için radial olarak genişlemeleri önlenmiş olur. Ayaklardaki boyuna kaslar kasılınca ayaklar da kasılır ve su ampüllere geri itilir ve ayak gevşer ve halka kasların tekrar kasılması ile işlem ardışık olarak devam eder. Ayaktaki karşılıklı kasların farklı kasılması sonucu kıvrılma hareketi yani tutunduğu yerden ayrılma sağlanmış olurken terminal diskteki kasların kasılması ile emme hareketi yani yeni bir yere tutunma sağlanmış olur. Ambulakral ayaklar; halka kaslar, terminal kaslar ve boyuna kaslar ardışık kasılınca ekinodermi kasılma yönüne doğru çekebilir veya boyuna kaslar, uzamış olan ayak boyunca ardışık olarak kasılırsa ileri doğru bir adım atılmış olur.

Sinir

Ekinoderm'lerin sinir sistemi ileri düzeyde organize olmasına karşın diffüs sinir sistemi yapısıyla bir dereceye kadar sölenterat'ların sinirsel aygıtlarının bir kalıntısı niteliğindedirler. Neuronların çoğu epidermisle ilişkilidirler çünkü duysal ve motor sinirler ambulakral ayaklara, spinlere, pedisellere ve diğer yüzey effektörlere doğrudan doğruya burada ulaşırlar. Radier olan merkezi sinir sistemi üç sinir halkası ve bunlarla ilişkili sinir şeridini içerir (Şek. 15.7). Bu halkalar hiçbir zaman beyin düzeyine ulaşmazlar ve periferal sinir pleksusunun yoğunlaşmış halini temsil ederler. Oral sinir halkası ekinoderm'lerin çoğunda vardır. Bu halka şeklinde veya pentogonal olan merkez, oral epidermisin hemen altında yer alır ve ön barsağı çevreleyerek onu sinirlendirir. Oral halkadan ambulakrumlar boyunca 5 radier sinir uzanır. Bu radier sinirler hem duysal hem motor sinir lifleri içerirler. Subepidermal plexusla bağlantı oluştururlar ve ambulakral ayaklara giderler. Ambulakral ayaklar aynı zamanda supepidermal plexus tarafından da sinirlendirilirler ve çoğunlukla terminal sinir halkası taşırlar (Şek. 15.6).



Şekil 15. 7. Ekinoderm'lerde sölomik halka sinüslerin konumu (Perihemal halka sinüsleri, su halkası ve sinir halkası).

Prof. Nihat AKTAÇ

Filumun çoğu türünde derinde yer alan oral sinir halkası vardır. Esas olarak oral sistemdeki sinir liflerine paralel olarak motor lifler taşır ve vücut duvarı kaslarını ve ambulakral ayakları sinirlendirir. Aboral sinir halkası daima anüs ve gonadlarla ilişkili diffüs sinir ağı ile sınırlı haldedir. Oysa krinoid'lerde aboral halka oldukça iyi gelişmiştir.

Duygu Organları

Ekinoderm'ler daha çok ağır hareket eden organizmalar oldukları için, gelişmiş duysal organları yoktur. Bu başsız hayvanlarda gerçek duygu organları ışığa duyarlı elementler kümesi ve belirli denge merkezleri ile sınırlanmıştır. Çevreye ilişkin çoğu veriler supepidermal sinir plexusu ile bağlantılı dağınık haldeki duysal hücrelerle toplanır. Bu hücreler ambulakral ayaklarda, ambulakral kanal kenarlarında, spinlerde ve pedisellerde yoğunlaşmışlardır. Kimyasal duyarlı hücreler özellikle ağız ve anüsün etrafında çok sayıda bulunurlar. Bunlara ek olarak supepidermal neuronlar da dış olaylara özellikle vücut yüzeyine çarpan ışığa karşı duyarlı olabilirler.

Asteroid'lerin her kolunun iç kısmında ve kaidesinde ışığa duyarlı hücrelerin kümelendiği küçük bir tentakül yer alır. Bu hücreler çoğu pigmentli bir çanak içinde yer alırlar ve bir mercekle ilişkili olabilirler. Diğer duygu organları bazı holothuroid'lerde görülen statositler ve ekinoid'lerin sferidyum'ları olup her ikisi de yerçekimi reseptörleridir.

Davranış

Birkaç istisna ile ekinoderm'ler okyanus zeminlerinde ya oturur veya yavaşça sürünürler. Davranış özellikleri klasisten klasise değişir ve esas olarak dokunmaya, yerçekimine ve ışığa karşı cevap oluştururlar.

Ekinoderm'lerin vücut yüzeyi dokunmaya karşı duyarlıdır. Krinoid'ler hariç filumun çoğu türü, bulundukları zemin ile ağızları yoluyla temastadırlar. Ambulakral ayaklardaki dokunma duyusu elemanları ve vücut yüzeyinde yer alan diğer yapılar hayvanın bulunduğu ortamda uygun bir pozisyonda durmasını sağlarlar. Eğer hayvan ters dönerse bu oral konumlu duysal yapılar, yüzeyle temas olmadığına ilişkin uyarıyı oluştururlar. Kaslar bu uyarıyı alır ve aynı doğrultuda cevap oluşturulur. Bazı ters dönmüş deniz yıldızlarında, en dıştaki ambulakral ayaklar yerle temas edene kadar bir veya daha çok kol kıvrılmaya başlar. Ambulakral ayakların adım atması ile kıvrılmış haldeki ayaklar vücudun merkezi kısmının altına doğru hayvan normal şekline gelene kadar çekilirler. Duruş şeklinin belirlenmesinde dokunma, yerçekiminden daha önemli rol oynar. Ekinoderm'lerin büyük bir kısmı maksimum devrede yüzeyle temas sağlayan ana kadar her türlü posizyonda durabilirler.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Gerçekten de krinoid'lerin başaşağı bir vaziyette kayalara asılı halde veya kayanın düz kenarından yer çekimi yönüne doğru tutunduklarını gözlemek olasıdır. Yerçekimi, oyucu ekinoderm'lerin oryantasyonlarında önemli bir rol oynar. Çoğu irregüler ekinoid olan bu hayvanlar ve holothuroid'ler yer çekimine yumuşak zemini kazmaları durumunda doğrudan bağımlıdırlar.

Ekinoderm'lerin ışığa karşı olan tepkileri farklıdır. Genelde bu hayvanlar kuvvetli ışıktan kaçarlar fakat bazı türler zayıf ışığa karşı yönelebilirler.

Ekinoderm'lerin çoğunun radier simetrili olup, sesil olmamaları nedeniyle hareket yönlerine ilişkin çeşitli problemler çıkabilir. Örneğin deniz yıldızlarına hareketleri sırasında hangi kollarının öncülük yapacağı nasıl belirlenir? Farklı sahalara yayılmış yüzlerce ambulakral ayak aynı tarzda ve birlikte nasıl hareket eder? Bu soruların yanıtlarını tam olarak vermek mümkün değildir fakat bazı gözlemler sinirsel bir hiyerarşinin bu hayvanların yönelmelerinde rol oynadığını göstermiştir. İzole edilmiş asteroid kollarında tüm ambulakral ayaklar tek yönde hareket ederler. Eğer bir kol oral sinir halkasının bazı kısımlarını içeriyorsa ambulakral ayaklar kolların distal ucuna doğru hareket eder. Eğer sinirsel halkanın herhangi kısmı kolda yer almazsa ambulakral ayaklar kolların oral ucuna doğru hareket eder. Tüm kolların koordinasyonu oral sinir halkasının sorumluluğu altındadır. Bilinmeyen bir yöntemle kollardan biri değerine göre baskınlık sağlar ve önderlik eder, bütün asteroid bu kolun hareketine göre yönlenir. Bu tür baskınlık oral sinir halkası ile baskın kolun radier sinirinin birlikte çalışması ile belirlenir. Asteroid'lerin çoğunda kollardan herhangi biri, geçici olarak diğerine göre baskın olabilir. Böylece çoğu deniz yıldızı yönlerinin değişmesi halinde geri dönmeye gerek duymazlar. Eğer oral sinir halkası kesilirse kollar arasındaki koordinasyon kaybolur. Dünyanın birçok yerinde ekinoderm'ler büyük kümelenmeler ve topluluklar oluştururlar. Deniz zambakları, bazı deniz kestaneleri, yılan yıldızları toplu halde yaşamları ile dikkat çekmişlerdir. Bu tür davranış ekinoderm'lerde sosyallikle ilgili soruya neden olur. Gerçekten de bu hayvanlar sosyal anlamda birbirleriyle haberleşirler mi? Bu filumda gerçek sosyalliğin varlığına ilişkin çok az çağdaş kanıt vardır. Bazı teritorial davranışlar aktif olarak döğüşmek dahil bir deniz kestanesi türünde belirtilmiştir. Aslında toplu halde bulunma davranışının gösterilmesi uygun çevresel koşullara çok sayıda bireyin yanıtı olarak açıklanabilir. Ekinoderm'lerin üreme davranışları bazı bakımlardan sosyal etkileşimin başlangıç aşamalarına işaret edebilir. Bu davranışlar eş zamanlı yumurta bırakmak dahil üreme bölümünde açıklanacaktır.

Üreme

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Ekinoderm'lerde eşeysel dimorfizm belirgin olmamakla beraber, hemen hepsi diöktürler. Sadece birkaç deniz hıyarı ve bazı yılan yıldızları hermafrodittir. Primitif krinoid'lerde eşeysel organlar yoktur. Gametleri sölomik peritonun özelleşmiş bazı bölgeleri tarafından oluşturulur. Çoğu ekinoderm'de ise radier olarak konumlanmış gonadlar vardır. Oral veya aboral kutupları interambulakral gonoporlar çevreler. Deniz hıyarlarının ise sadece bir eşeysel organları vardır.

Ekinoderm'lerin çoğu, denizde gerçekleşecek dış döllenme için gametlerini basitçe suya bırakırlar. Her birey tarafından yüzbinlerce yumurta bırakılabilir. Buna ek olarak döllenmenin sağlanması için gametlerin lokal populasyonda eş zamanlı olarak olgunlaşması ve bir araya gelmesi gibi çeşitli mekanizmalar geliştirilmiştir. Genellikle ılıman kuşak ekinoderm'leri yumurtalarını ilkbahar ve yaz aylarında dökerler. Olgunluğun aynı zamanda meydana gelmesi küçük bir olasılıkla gün ışığı, ay periyodu ve temperatür gibi çevresel faktörlerle neurosekresyon kompleksinin karşılıklı etkileşimini yansıtır. Biraraya gelme davranışı bazı ekinoderm'ler özellikle ekinoid'ler ve ofiuroid'ler tarafından gerçekleştirilir. Bir araya gelme tipik olarak yumurta dökme periyodu ile aynı zamana rastlar ve çok sayıda birey sıcak sığ sularda toplanır.

Bazı ekinoderm'lerde özellikle bazı deniz hıyarlarında döllenmiş yumurtalar için kuluçka bakımı vardır. Holothuroid'lerde kuluçka bakımı hayvanın alt yüzeyinde veya sölomun içinde bile gerçekleşebilir. Kuluçka bakımı aynı zamanda diğer klasislerin her birinde ambulakral oluklarda, spinlerin kaidelerinde veya yavruların geliştiği özelleşmiş odalarda tanımlanmıştır.

Gelişme

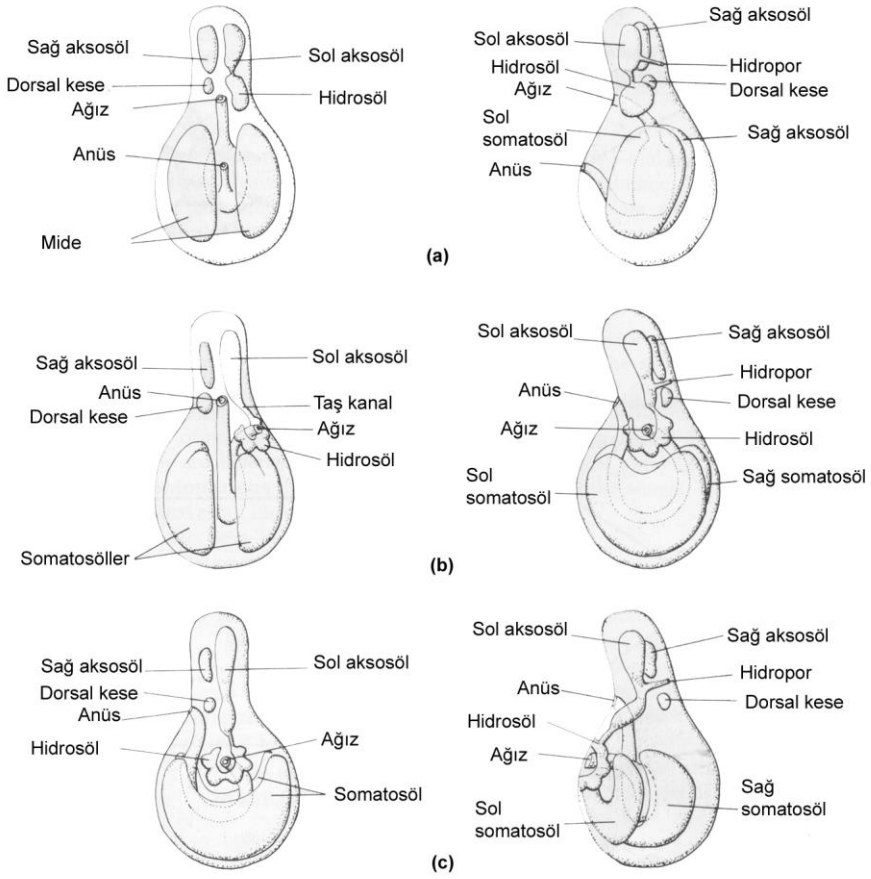
Ekinoderm'ler gelişmeleri bakımından tamamen deuterostom özelliği gösterirler ve her klasis, bir veya birden çok özel larvaya sahiptir. Radial ve indeterminate segmentasyon sonucu oyuk bir blastula meydana gelir. Gastrulasyonu invaginasyon izler. Arkenteron embriyo boyunca ilerler ve distal ucundan yan keseler ayrılır. Bu keseler ekinoderm'lerin sölomunu oluşturur ve kesenin duvarları da tüm mezodermal dokuların gelişmesini sağlar. Böylece ikinci vücut boşluğu enterosöli tarzında oluşur ve mezodermi de entomezoderm halindedir. Arkenteron sonradan stomodeumla birleşir. Tüm deuterostom'larda olduğu gibi ekinoderm ağızları arkenterondan bağımsız olarak meydana gelir. Anüs blastopordan veya blastoporun orijinal yerine yakın bir yerden meydana gelir.

Çeşitli sölomik sistemlerin gelişmesi klasisten klasise değişir. Ancak bazı ortak özellikleri atasal formların embriyolojilerini yansıtır. Bir gelişim şemasına göre lateral keseler arkenterondan ayrılır ve daha sonra barsağa paralel olarak uzarlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Bu keseler daha da öte daralırlar ve üç çift bağımsız odacık meydana getirebilirler. Bu odalar sağ ve sol axosöl, hidrosöl ve somatosöl olarak adlandırılırlar (Şek. 15.8).

Somatosöl, barsağın büyük bir kısmını çevreler ve perivisseral sölomu oluşturur. Bu çift haldeki boşlukların kenarları da visseral mezenterleri oluşturmak



Şekil 15. 8. a-c) Ekinoderm larvalarında sölom odacıklarının gelişmesinde üç safha. Soldaki şekiller oral yüzeyden, sağdaki şekiller sol taraftan görünümü yansıtmaktadır.

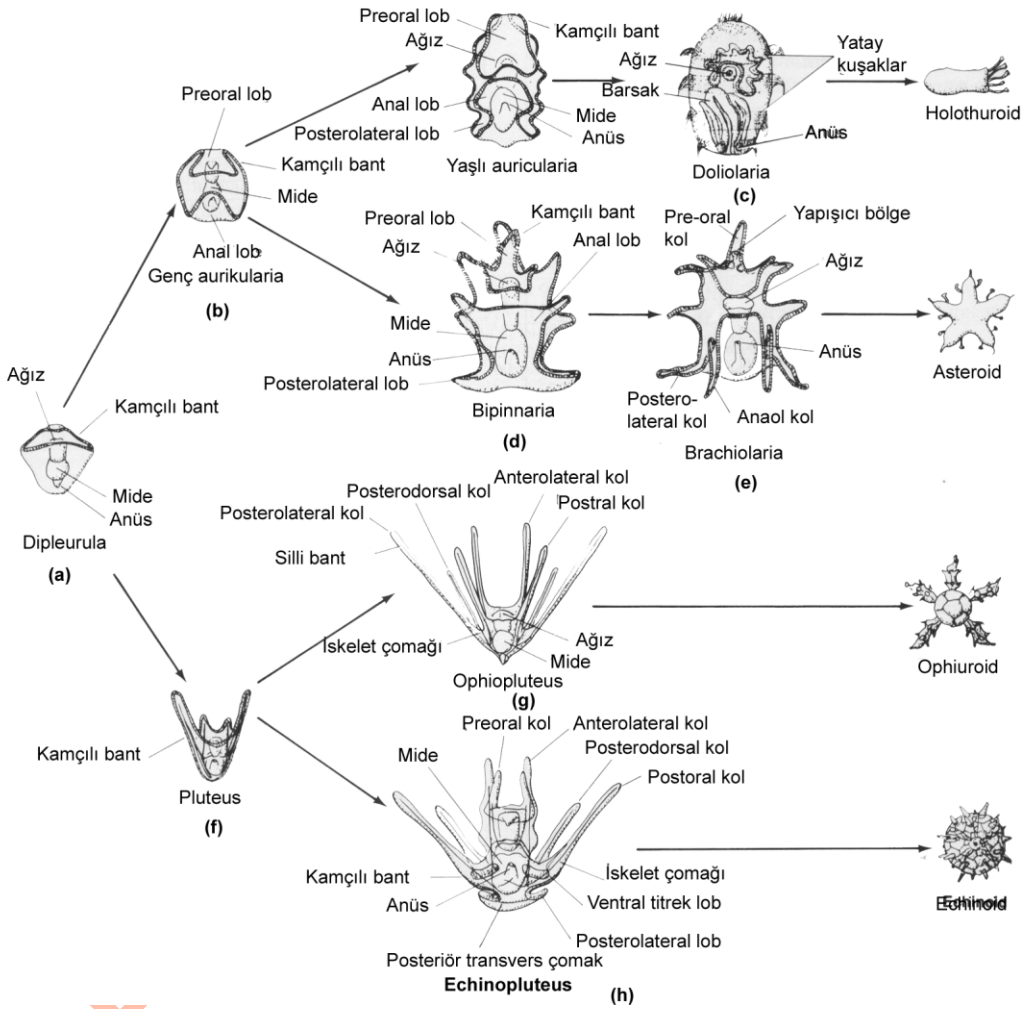
üzere birleşir. Bir veya her iki yandaki **aksosöl** ve **hidrosöl** birlikte kalarak uzamış bir axohidrosöl oluşturabilirler. Buna alternatif olarak ta apikalde birleşerek atnalı şeklindeki tek anteriör sölomu oluşturabilirler.

Bazı ekinoderm'lerde sağ aksosöl madreporite katılır. Filumun çoğu türünde ise sağ taraftaki sölom küçülmüştür ve hiçbir zaman tam olarak gelişmeyebilir. Sol aksohidrosöl daima ambulakral sistemin oluşumunda yer alır. Taş kanal sol taraftaki aksosöl ve hidrosöl arasında gelişir (Şek. 15.8b). Sol aksosöl embriyonun dorsal yüzeyinde bir hidropor oluştururken sol hidrosöl özofagusun etrafında tarak benzeri bir halka oluşturur (Şek. 15.8b,c). Bu halka ambulakral su halkasının başlangıç aşamasını temsil eder ve tarak şeklindeki kıvrıntıları da radial kanalların oluşacağı yerleri belirler.

Sölom sistemlerinin oluşumuna paralel olarak diğer değişiklikler ekinoderm embriyosunu bilateral simetrili serbest bir larvaya dönüştürür. Bu larva **dipleurula'**dır

Prof. Dr. ... TAÇ

(Şek. 15.9a). Bu değişiklikler fonksiyonel barsağın tamamlanmasını ve yüzeysel flagellumların belirgin bir hareket bandına dönüşümünü içerir. Ventraldeki ağız karakteristik olarak flagellar band tarafından çevrelenmiş bir çöküntünün içinde yer alır. Larval anüs te ventral konumludur fakat bu oral çöküntünün dışında uzanır. Ekinoderm'lerin çoğunda flagellar bantların uzandığı yerlerde vücut duvarının çıkıntıları boyunca larval kollar uzanır. Bu larval kollar günlük oluşumlar olup ergin



Şekil 15. 9. Ekinoderm larvaları arasında benzerlikleri ve olası akrabalıkları gösteren genel şematik yapı. Krinoid'ler şemaya dahil edilmemiştir. Şekildeki harfler, metindeki açıklama larda yer almıştır.

kironid'lerin ve stelleroid'lerin kol yapılarına katılmazlar ancak yaşam döngülerinin planktonik safhasında, hareket ve su üstünde durabilme yeteneklerini arttırırlar. Ekinoderm larvalarının denizel planktonda önemli bir yeri vardır.

Larva morfolojisi, özellikle kollar boyunca yer alan hareket alanlarının düzeni ekinoderm'lerin her klasisinde farklı özelliğe sahiptir. Ekinoderm'lerin larval safhaları filogeni için dikkate değer bir ölçüt olmakla beraber, çeşitli ekinoderm grupları

arasındaki akrabalık ile filumun hayvanlar alemindeki yerinin belirlenmesinde önemli rol oynar.

En primitif larval form, krinoid ve bazı holothuroid'lerde görülen **vitellaria**'dır. Fıçı şeklindedirler ve kolları yoktur. Bu safhada beslenme görülmez. Flagellumlardan oluşan yatay bant tıkız yapıdaki vücudu çepeçevre sarar. Holothuroid'lerde ilk larval safha **avrikularia**'dır (Şek. 15.9b). Bu formda ağızı ve anüsü tek bir flagellar band çevreler. Holothuroid'lerin avrikularia'sı fıçı şeklindeki **doliolaria**'ya dönüşür (Şek. 15.9c) ve burada flagellumlar 3-5 yatay kemer boyunca yeniden organize olurlar.

Asteroid'lerin tanımlanabilen birinci larvası **bipinnaria**'dır (Şek. 15.9d). Genç bipinnaria holothuroid'lerin avrikularia'sına benzer fakat birkaç hafta içinde kolları oluşmaya başlar. Asteroid'ler daha sonra başka bir larval safha ile gelişimlerine devam ederler. Bu larva **brakhiolaria**'dır (Şek. 15.9e). Brakiolaria antero-ventral yüzeylerinde fazladan 3 kol içermesiyle karakteristiktir. Nispeten kısa ve kalın yapıdaki bu kollar yapışkan bir sahayı çevreler ve asteroid' in ergine metamorfozu esnasında zemine tutunmasını sağlarlar.

Ophiuroid ve ekinoid'lerin uzun kollu benzer larvaları vardır. Bu da **pluteus** larvasıdır (Şek. 15.1f). Bu larval benzerliğin iki grup arasındaki yakın bir akrabalığı mı, yoksa evrimsel bir yakınlaşmayı mı temsil ettiği konusu tartışılmaktadır. Her iki gruptaki larva oral yüzeyleri boyunca yassılaşmışlardır. Ophiuroid larvası olan **ophiopluteus**'ta dört uzun ve flagellumlu kol vardır (Şek. 15.9g). Ekinoid larvası olan **ekhinopluteus**'ta ise 4-6 çift kol vardır (Şek. 15.9h). Her iki grupta da, ekinoderm'lerde en uzun larval kollara kalkerli çomaklar desteklik sağlar. Pluteus larvası bir kaç ay süren gelişme peryodu geçirir.

Tüm ekinoderm'ler, larval bilateralizmin ergindeki radier simetriye dönüşüne olanak sağlayacak ayrıntılı bir metamorfoz geçirirler. Süreç başladığında krinoid'lerin vitellaria ve asteroid'lerin brakiolaria larvaları kendilerini uygun bir zemine tutundururlar. Buna karşın diğer gruplar metamorfozlarının büyük bir süresi esnasında serbest halde yüzerler ancak ergin iskeletinin gelişmesi sonucu yüzemeyecek kadar ağırlaşınca zemine otururlar.

Metamorfozun şekli hayvanın vücut şekline göre değişkenlik gösterir. Genellikle anteriör larval uç dejenere olur, orta ve arka bölgeler radier simetri tarzında yeniden organize olurlar. Ekinoderm'lerin çoğunda larval sol taraf, erginin oral yüzeyi, sağ taraf ise aboral yüzeyi olarak gelişir. Tipik olarak sindirim kanalı ve diğer sistemler tamamen yeniden şekillenirler. Larvanın sol tarafındaki sölomik yapıların daha büyük bir gelişim göstermesi geçici bir asimetrik yapının oluşumuna neden olur (Şek. 15.8). Aşamalı olarak sol hidrosöl su halkasını oluşturur ve radial kanallar, beş ışınlı ambulakral sahaları belirlemek üzere çıkıntı halinde dışa doğru

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

gelişirler. Diğer organ sistemleri ambulakral sistemin yapısal öncülüğünü izlerler ve bütünleyici gelişimleri ile ergin form ortaya çıkar. Ergin iç iskeleti aboral kutbu çevreleyen beş osikül ile başlar. Diğer sistemlerde olduğu gibi iskelet elemanları hayvanın büyümesi esnasında radier olarak gelişmeye başlarlar.

Rejenerasyon

Ekinoderm'lerin rejenerasyon yetenekleri iyi gelişmiştir. Hasara uğramış kollar, spinler, podlar ve diğer yapılar çoğunlukla yeni biriyle değiştirilir. Rejenerasyonda sölomositler önemli rol oynarlar. Bu hücrelerin çoğu hasarlanmış veya kopmuş bölgeye doğru gider, orayı tedavi eder ve hasarlı bölgeyi fagosite eder.

Rejenerasyon kapasitesi klasisten klasise değiştiği gibi cinsten cinse de değişir. Deniz yıldızları kendilerini bir koldan veya merkezi diskin 1/5 kadarlık bir kısmından tamamen yeniden rejenere edebilirler. Yılan yıldızlarının rejenerasyon güçleri yüksek değildir. Rejenerasyonun yapılabilmesi için bir ya da daha çok kolun ve merkezi diskin tamamen bulunması gerekmektedir. Her iki deniz yıldızı subklasisindeki formlar bölünme ile yeniden meydana gelebilirler. Bu bölünme sonucu bir yarı diğer yarısını tamamlar. Bölünme merkezi diskin büyük osikülleri arasında önceden belirlenmiş bir sınır boyunca gerçekleşir.

Holothuroid'lerde de rejenerasyon yeteneği iyi gelişmiştir. Bu türlerde kloak bölgesi rejenerasyon merkezidir. Bazı türlerde rejenerasyon, bu posteriör bölgeye ait elemanların bulunmaması nedeniyle mümkün değildir. Ekinoidl'er spinlerini ve kırılan kabuk bölgelerini onarabilirler. Fakat tüm vücudun rejenere edilebilme imkanı belirtilmemiştir. Krinoid'ler de, stellaroid'ler gibi kollarını kolaylıkla yenileyebilirler. Çoğu formda yaşamın sürdürülebilmesi için merkezi diskin ve bir çift kolun mutlaka kalması gerekmektedir.

ÖZET

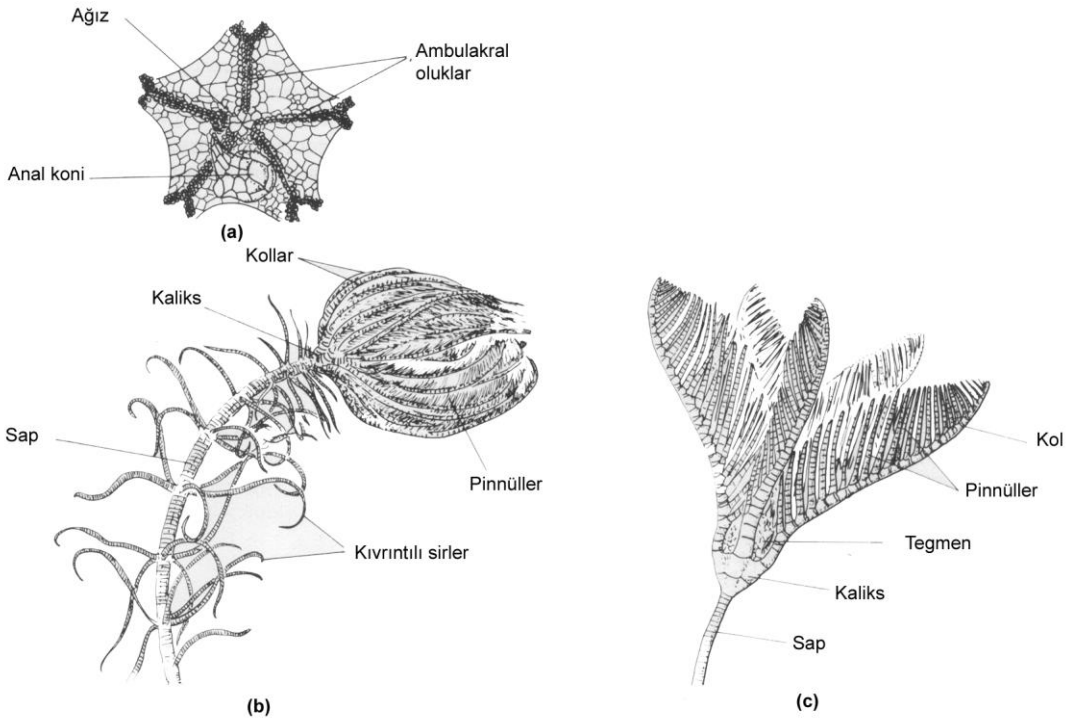
1- **Segonder olarak beş ışınlı radier simetri gösteren denizel omurgasızlardır.**
2- **Kalkerli iskeletli ambulakral sistem içeren ve bölmeler halinde sölomları bulunan hayvanlardır.**
3- **Başsız ve bu nedenle sinirsel ve duysal yapıların rudimenter olarak bulunduğu hayvanlardır.**
4- **Basit üreme sistemli; çoğunlukla diök omurgasızlardır.**

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

5- Larval dönemlerinde bilateral simetrili olan ve kompleks metamorfoz geçiren deuterostom'lardır.

Klasis : *Crinoidea*

Yaşayan eski ve en pirimitif ekinoderm'ler krinoid'lerdir. Paleozoik devrinde ortaya çıkmış ve yaygınlaşmışlardır. 5000'den fazla fosil türleri bilinmektedir. Paleozoik yaşamları esnasında sesil krinoid'ler sığ deniz tabanlarında bahçeler oluşturmuşlardır. Günümüzde ise deniz zambakları olarak bilinen 80 kadar tür içermektedirler (Şek. 15.10b,c). Çoğu modern türleri püsküllüler veya tüy yıldızları olarak bilinmektedir. Bu sedenter ve/veya yüzen krinoid'ler yaklaşık 700 aktüel tür içermektedirler. Krinoid'ler, diğer çoğu ekinoderm'de olduğu gibi Hint-Pasifik



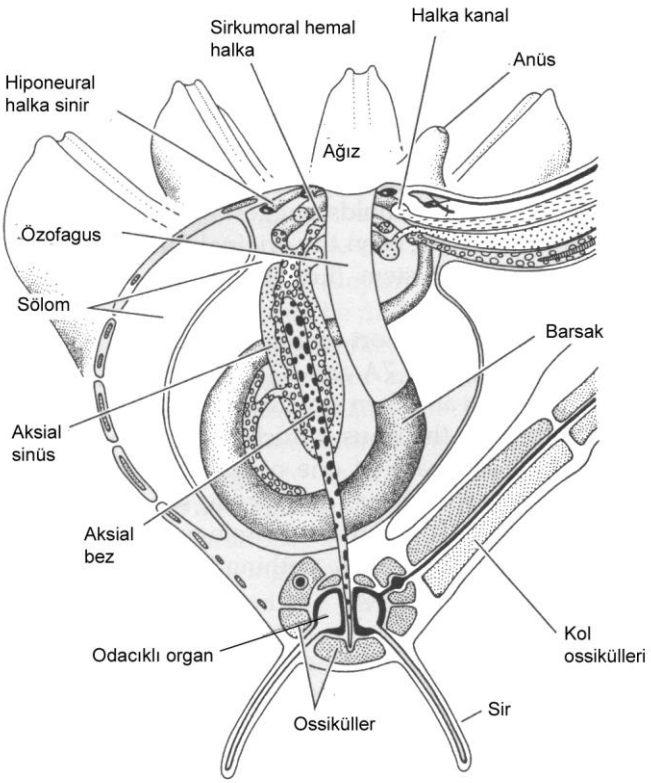
Şekil 15.10 a) Krinoid tegmeninin üstten görünüşü, b) Derin sularda yaşayan *Comaster* sp. ve *Comanthus asteria* sap boyunca birçok kol ve kıvrık sir taşımaktadır; c) Deniz zambağı *Ptilocrinus pinnatus* ta pinnülü 5 kol.

olarak krinoid'lerin ağzı vücut yüzeyinin üst bölgesinde yer alır. Anüs te bu yüzeyde yer alır ve anal koninin üzerinde konumlanmıştır. Krinoid kolları kaliks ve tegmen'in kenarlarından çıkarlar. Primitif olarak yaşayan *Ptilocrinus* cinsinde olduğu gibi 5 kolları vardır (Şek. 15.10c). Diğer modern formlarda ise genelde kollarda çatallanmalar olur. Çoğu tür 5'in katları şeklinde kol sayısına sahiptir. Örneğin *Metacrinus* türlerinde 60 kol var iken *Comanthia'* da kol sayısı 200 kadardır. Açık olan ambulakral oluklar tegmen'den her kolun içine doğru uzanır. Krinoid kollarında **pinnul** adı verilen lateral çıkıntılar vardır. Bu çıkıntılar ambulakral sistemin dallarını

Prof. AKTAÇ

oluştururlar. Krinoid pod'ları daima 3'lü gruplar halinde birleşmişlerdir. Her pod grubu hareketli bir levha olan **lappet** ile korunmuştur.

Krinoid osikülleri ekinoderm'lerin diğer gruplarında bulunanlardan daha büyük ve kalındırlar. Tüm dermal tabakayı kaplarlar. Boyları ve seriler halinde düzenli organizasyonları, kollara ve sapa eklemli bir görüntü kazandırır. Kollardaki ve saptaki osikülleri birbiri ile bağlantılı kılan ve bükülmelerini sağlayan güçlü elastik ligamentleri vardır. Bu ligamentler boyuna kaslarla antagonisttirler.



Şekil 15. 11. Krinoid anatomisi. Merkezi disk ve bir kolun kaidesindeki yapılar.

Krinoid'ler kollarında toplanan plankton ve detritusla beslenirler. Mukusa yapışan besinler oral olarak ambulakral ayak ve flagellumlarla ağıza aktarılırlar. Krinoid sindirim sistemi ağız, özofagus uzun ince barsak, rektum ve anüs içerir (Şek. 15.11). Krinoid'lerin çoğunda anal bölgedeki ambulakral oluklar kirlenmeyi önlemek üzere belirgin bir şekilde dolambaçlı haldedirler. Krinoid'lerin hepsi rektumları ile su boşaltır ve su alırlar ve böylece rektum, aktif olarak solunum organı görevi yapar.

Krinoid'lerin sölom sistemleri çeşitli özelleşmeler gösterir. Perivisseral sölom bağ dokusu ağının gelişmesi sonucu indirgenmiştir. Bu sölom dört ya da beş belirgin kanal halinde her kolda uzanır. Kaliksin kaidesinde perivisseral sistem "odacıklı organ" olarak izole olmuştur. Bu bölgeyi aboral sinir sistemi çevreler. Bu odacıklı organdan sap veya sirlere beş sölomik kanal iner.

Hemal sistem perivisseral bölgenin bağ dokusunu çapraz bir şekilde böler. Sindirim kanalı ile yakın ilişki içinde olan bu organ kollarda devam eder. Kanalları, üremeye katkıda bulunur. Süngerimsi organ olarak tanımlanan ancak fonksiyonu belirgin olmayan yapı axial bez ile ilişkidedir.

Krinoid ambulakral sistem madreporit içermez. Tegmen duvarında yer alan yüzlerce ince silli huni, vücuda suyun giriş ve çıkışını kontrol eder. Merkezi su

Prof. Dr. Murat AKTAÇ

halkası çeşitli taş kanallar halinde yayılmıştır. Bu kısa, interradier tüpler sıvıyı sölomdan doğrudan doğruya emer. Radial kanallar, su halkasından her bir kola uzanırlar ve burada pinnüllere çatallanırlar. Pinnüllerin içinde lateral kanal üçlü pod bölümlerini birbirine bağlar. Çünkü krinoid pod'larında ampul bulunmaz. Uzanmaları radier kasların kasılmasına bağlıdır. Açık ambulakral yüzeyler gaz alışverişini sağlarken sölomositler çeşitli kanallar ve sinüsler boyunca materyal taşırlar. Krinoid'lerde total ambulakral saha oldukça büyük olabilir. Çok kollu bir deniz zambağında *(Metacrinus roturdus)* tüm olukların uzunluğunun 80 m kadar olduğu kaydedilmiştir. Bu dikkate değer uzunluk besinin kazanılması için bir adaptasyonu gösterir ancak solunum gereksinimi de dikkate alındığında krinoid'lerin özel gaz alışveriş yapılarını geliştirmelerini de zorunlu kılar. Ambulakral yüzeyler aynı zamanda artıkların atıldıkları yerlerdir. Çözünmeyen artıklar ambulakrumlar boyunca küçük keselerde toplanır. Bu keseler kendilerini periyodik olarak boşaltırlar.

Krinoid sinir sistemleri, aboral bölgedeki yapılarının daha belirgin olması ile diğer ekinoderm'lerden ayrılır. Bu durum krinoid'lerin özel oryantasyonları, sapları, sirleri ve kollarının aktivitesi ile ilişkilidir. Aboral sinir ağı, odacıklı organı çevreler. Bu kadeh şeklindeki sinir kitlesi sap ve sirlerin sölomik kanallarına sinirler gönderir. Her kola brankial sinirler uzanır ve bu sinirler podlarda sonlanırlar. Brankial sinirlerin dalları, aynı zamanda kollarının aboral tarafını ve ossiküler kasları sinirlendirir. Derinde kalan oral sistem su halkası dışında bir sinir halkası içerir. Buradan ayrılan sinirler ambulakral yapılar ve tegmen ile ilişkidedir. Küçülmüş haldeki oral sistem sirkumözofageal lop ile ambulakral sinir ağını içerir.

Bu gruptaki duygu organları sadece pod'lardaki papule'dir. Bu organ ve dağınık halde çok sayıdaki duysal kıl; dokunmaya, kimyasal uyaranlara ve ışığa karşı duyarlıdır.

Deniz zambakları, sesil yaşamları nedeniyle sınırlı bir davranış modeli gösterirler. Sadece sapın ve kolların hafif eğilme şeklinde hareketleri vardır. Besini sezdiklerinde kollar yakalama potansiyellerini maksimum düzeye ulaştırmak üzere hareketlenirler. Tüy yıldızları (*Comatulida*) nispeten daha aktiftirler. Bu sapsız krinoid'ler yürüyebilirler veya yüzebilirler. Ancak zamanlarının büyük bir kısmını durarak hareketsiz halde geçirirler. Yürümeleri sirlerin ve arasıra kolların sürünmesi şeklinde olur. Sirler dokunmaya karşı son derece duyarlıdırlar. Deniz tüyleri, yüzdüklerinde kollarının bazılarını aşağı indirirken bazılarını yukarı kaldırırlar. Kamatulid'lerin özellikle tropiklerde yaşayanları alışılmışın dışında güzel renklenmeler gösterirler.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Krinoid'lerde eşeyler ayrı ayrıdır ancak ayırdedilmeleri oldukça zordur. Belirgin olmayan germinal dokuları, kollardaki ve pinnüllerdeki perivisseral ve hemal sölomun tüp şeklindeki uzantıları boyunca saçılmıştır. Pinnül duvarlarının kopması ve kırılması halinde gametler ya suya bırakılırlar veya pinnüllerin yapışkan yüzeylerine tutunurlar. Pinnüllere tutunmaları halinde larval safhaya kadar burada kalırlar. *Notocrinus* ve diğer soğuk su krinoid'lerinde daha sonraki gelişim safhaları kuluçka kesesinde geçirilir.



Şekil 15. 12. Krinoid'lerin vitellaria larvası.

Krinoid'lerin beslenmeden gelişen bir **vitellaria** larvası vardır (Şek. 15.12). Zemine tutunması apikal bölgede bulunan yapışkan çukur sayesinde çabuk olur.

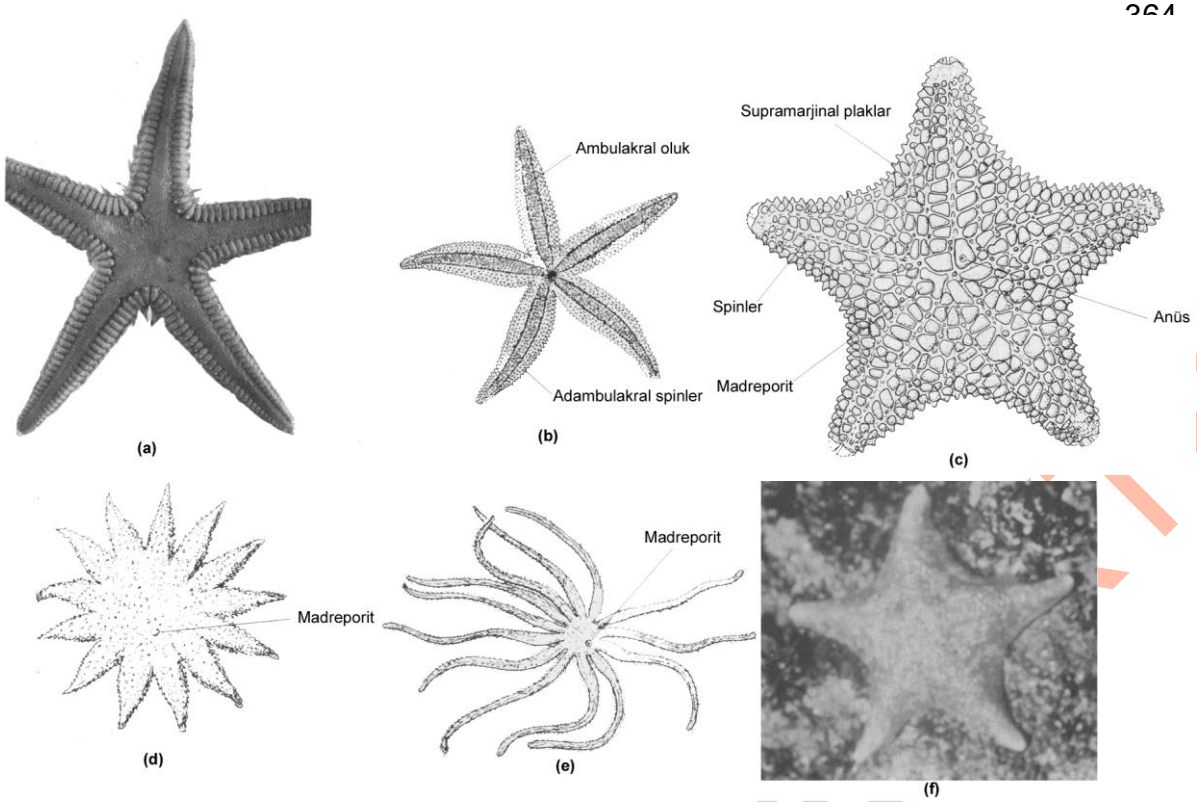
Klasis : *Stelleroidea*

Subklasis : *Asteroidea*

En iyi bilinen ekinoderm'ler kuşkusuz ki deniz yıldızlarıdır. Dünyada tüm deniz kıyıları boyunca yaşarlar. Kayalık ve kumlu yüzeylerde sürünerek yaşayabildikleri gibi bazen yumuşak zeminleri oyarak ta yaşarlar. En yaygın habitatları mercan kayalıklarıdır. Yaklaşık 1800 yaşayan türü tanımlanmıştır. Vücutları merkezi bir disk ile bu diskten ayrılan kollardan ibarettir. Tipik olarak *Pisaster, Astropecten, Asterias* ve *Oreaster*'de olduğu gibi 5 kolludurlar (Şek. 15.13a,b,c). Bazı deniz yıldızlarının ise beşten fazla kolu vardır. Örneğin *Crossaster*'de 7-14 kol varken (Şek. 15.13d) *Solaster*'de bu sayı 50'ye ulaşabilir. Kolların merkezi diskle olan ilişkisi deniz yıldızlarını, *Ophiuroidea* subklasisi olan yılan yıldızlarından farklı kılar. Deniz yıldızlarının kolları disk çapına göre kısadırlar. Çoğu türde merkezi gövdeden aşamalı bir şekilde incelerek ayrılırlar. Ancak uzun kollu *Freyella* (Şek. 15.13e) ve kısa kollu *Patiria* (Şek. 15.13f) istisna oluşturur. *Patiria*'da kolları merkezi diskten ayırdetmek güçtür. Deniz yıldızları 12-14 cm çapındadırlar ancak *Acanthaster* gibi formlar bir metre çapa ulaşabilirler.

Merkezi disk büyük organları barındırmakla birlikte sindirim, ambulakral, sinir ve üreme sistemlerinin dalları her kola uzanır (Şek. 15.14). Oral yüzleri yere bakar. Bu yüzeyin merkezinde ağız bir peristomal membran ve koruyucu spin halkası ile çevrilmiştir. Diskin aboral yüzeyi merkezi bir anüs ile interambulakral zonla asimetrik olarak konumlanmış belirgin bir madreporit içerir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

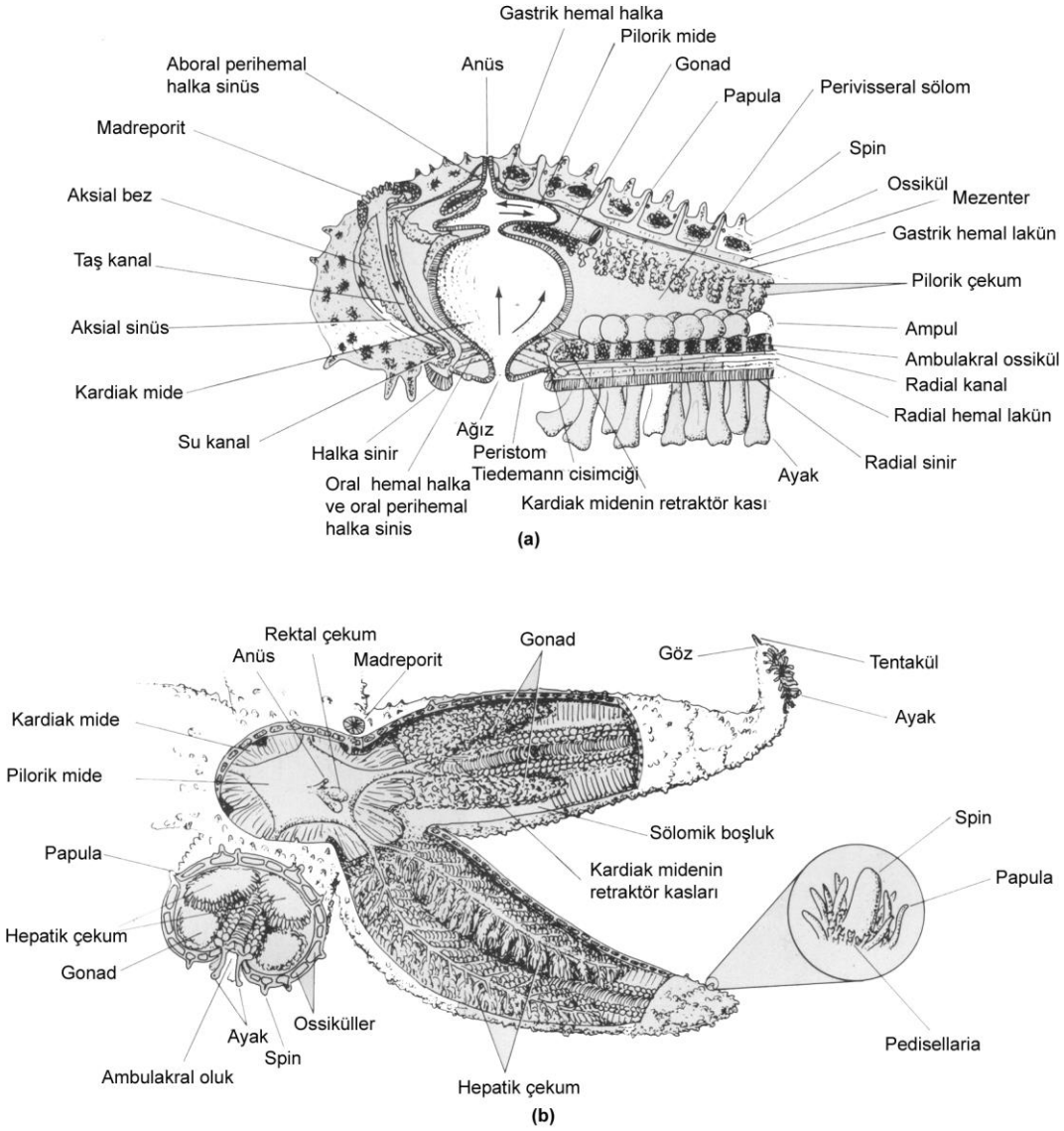


Şekil 15. 13. a) Deniz yıldızı (*Astropecten armatus*) – Aboral görünüş; b) Yaygın deniz yıldızı *Astrerias* (Oral bölgeden görünüş); c) *Oreaster reticulatus* (Aboralden görünüş); d) 13 kollu güneş yıldızı (*Crossaster papposus*); e) Çok sayıda ince kollu deniz yıldızı (*Freyella*); f) Kısa kollu deniz yıldızı (*Patiria miniata*).

Deniz yıldızları kabuklu gibi bir görünüme sahiptirler. Dış yüzeyleri spinler, tüberküller, paxiller ve pediseller gibi çeşitli iskelet elemanları içerir. Spinler ve tüberküller dermal iskeletin sert koruyucu uzantılarıdır. **Paxil'**ler bazı oyucu deniz yıldızlarında (*Astropecten*), özelleşmiş osiküllerdir (Şek. 15.15). Yere bakan yüzeylerinde yer alan bu kalkerli yapılar kenarları boyunca hareketli spinler içerirler. Spinler kısa oldukları zaman komşu paxillerde yer alan spinler solunum ve beslenmede rol oynayan bir kanal oluşturacak tarzda sıralanırlar. Böylece hayvan oyucu olsa bile serbest bir akım sağlanmış olur. Dış yüzeyin çeneli muhafızları olarak bilinen pediseller bu subklasiste yaygındırlar. Saplı ve sesil tipleri vardır ve genelde narin yapıdaki solunum kabarcıkları ile ilişkilidirler (Şek. 15.2).

Prof. Dr. M. Nihat AÇIK

Merkezi disk ve kollar dermal iskeletle desteklenmiştir (Şek. 15.15, 15.16). Kol iskeleti aboral tarafta ve lateral taraflarda çeşitli marginal osiküller içermektedir. Oral bölgede çift haldeki ambulakral osiküller ve daha küçük olan çift haldeki superambulakral osiküller ambulakral oluğu oluştururlar. Bu iskelet elemanları

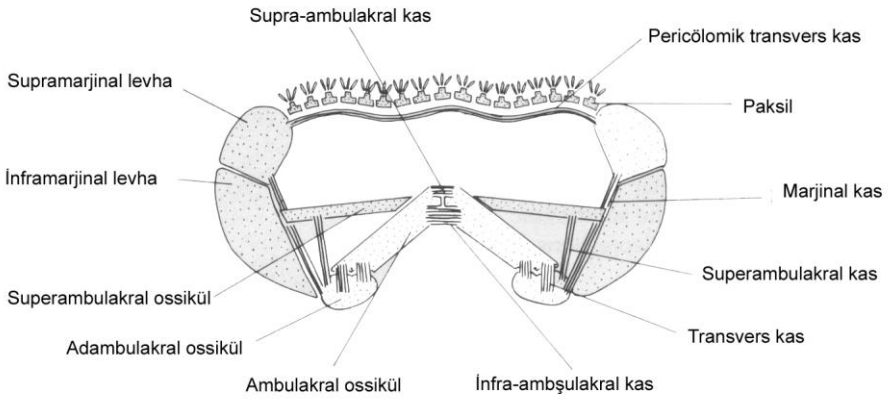


ambulakral sistemin radial kanalları üzerinde (aboralinde) uzanırlar. Sadece tüp şeklindeki ayakların ampülleri iskelet çatısı içindedirler. Böylece krinoid'ler gibi asteroid'ler de açık ambulakrumlara sahiptirler. Tüm diğer ekinoderm'lerde radial kanallar iç iskeletle örtülü haldedir.

Asteroid ambulakral sistemi, daha önce tanımladığımız genel şema ile uygunluk gösterir. Merkezi yapısı; aboral madreporit, taş kanal, Tiedeman cisimleri ile polian vesiküllerle tamamlanmış su halkası içerir. Her kolda radial kanallar, lateral

Şekil 15. 14. a) Deniz yıldızı (*Asterias rubens*) anatomisi. Madreporiti içeren interradius'tan ve karşı kolun proximalinden vertikal kesit; b) Aboral bölge anatomisi. Üç koldan kesit yapılmıştır. Diskin aboral yüzeyi ve iki kol gösterilmemiştir. Üst kolda çekumlar gösterilmemiştir. Büyütülmüş kısımlar spin, papula ve pedisellaria'yı göstermektedir.

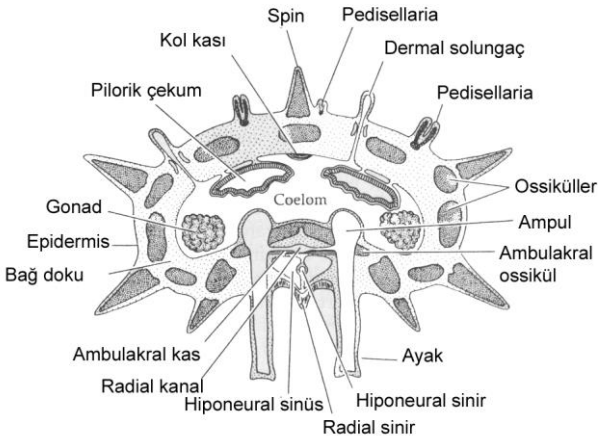
kanallar ve iki veya dört pod sırası devam eder. Her kolun sonunda radial kanal tek bir tentakülle sonlanır (Şek. 15.14). Asteroid ayakları çok etkili hareket organlarıdır. Bunlar aynı zamanda besini yakalayıp aktarırlar ve solunum yüzeyleri olarak ta



Şekil 15. 15. *Astropecten irregularis* kolundan enine kesit (İskelet elemanları ve kaslar gösterilmiştir. Paxiller aboral yüzeyi çevrelerler).

görev yaparlar.

Bu subklasiste esas solunum yüzeyleri papula'lardır (Şek. 15.15). Sölom peritonunun çıkıntıları olan bu yapılar, asteroid'lerin dermislerindeki boşluklarda yer alırlar ve perivisseral sölom ile deniz suyu arasındaki ilişkiyi sağlarlar. Esas vücut boşluğu olan bu sölom, asteroid'lerde diğer ekinoderm gruplarından daha büyük bir boşluk halindedir ve internal diskin büyük bir kısmını işgal ettiği gibi kolların herbiri içine de uzanır (Şek. 15.14a, 15.16).



Şekil 15. 16. Deniz yıldızının kolundaki su dolaşım sisteminden enine kesit.

Asteroid'ler esas olarak karnivordurlar ve besinlerini çeşitli küçük omurgasızlar hatta balıklar oluşturur. Mollusk'lar ve kolonial hayvanlar en yaygın besinlerini oluştururlar. Bazı deniz yıldızları çöpçüldürler. Birkaçının besini ambulakral bölgedeki mukusa yapışan detritus ve / veya asılı haldeki besin partikülleridir. Sindirim sistemleri kaslı ağız, kısa ve bazen iki bölmeli özofagus, kompleks yapıda çift mide, kısa barsak ve anüsten ibarettir (Şek.

15.14). Asteroid'lerin midesi **kardiak mide** olarak adlandırılan öndeki oral oda ile aboral bölgede kolların her biri içinde dallanmış çekumlar içeren **pylorik mide**'den ibarettir.

Her çekum kollardaki perivisseral söloma mezenterler ile asılı halde durur. Sindirimin büyük bir kısmı çekumların lümeni içinde extraselüler olarak başlar. Lümenin duvarları hem salgı yapan hem emilim yapan hem de depo görevi yapan hücreler içerir. Kamçılı epitel besinlerin sindirim kanalına doğru akımını kolaylaştırır.

Asteroid'lerin çoğu, merkezi diskteki sölom sıvısı üzerine basınç uygulayarak kardiak midelerini ters çevirebilirler. Böylece mide ağıza doğru uzatılır av mideye alınır ve external sindirim başlatılabilir. 10 çift mezenter ile vücuda asılı halde tutulan kardiak mide retraktör kaslarla içeri çekilir. Bazı asteroid'ler, yarasa yıldızı *Patiria miniata*'da olduğu gibi midelerini dışarı çıkartarak organik bakımdan zengin olan yerleri süpürürler. Deniz yıldızlarının bazıları midyelerle beslenirler ve belirli bazı yerlerde midye yataklarını tehdit ederler. Bu deniz yıldızları, kardiak midelerini avlarının kabukları arasındaki hafif aralıktan içeri doğru uzatırlar. İçeri uzatılan mide kabuk adduktor kaslarını yer ve böylece deniz yıldızı tüm midyeyi kolaylıkla elde eder. Deniz yıldızının besininin tümünü sağladığı midyedeki kabuk açıklığı 0,1 mm den fazla değildir.

Deniz yıldızlarında kollardaki kaslar iyi gelişmiştir. Ambulakral ve superambulakral osikülleri bağlantılı kılan kısa lifler ambulakral olukların derinliklerini kontrol eder (Şek. 15.15). Vücut duvarındaki güçlü halka ve boyuna kaslar osiküllerin esnekliği ölçüsünde kol hareketini sağlarlar. Türlerin çoğunda kol esnekliği aboral yönde sınırlıdır. Pod' lar ile adım atma ağır olan hareketi oluşturur. Uzatılmış podlar yatay yüzeylerde bir manivela görevi yapar. Vertikal tırmanma esnasında zemine hafifçe yapışırlar sonra kendilerini yukarı çekmek üzere uzunlamasına kasılırlar. Podlar dokunmaya karşı çok duyarlıdırlar (tigmotaktik). Bu özellik deniz yıldızlarının oriyantasyonunu sağlar. Işık algılanması her kolun distal ucunda yer alan nokta şeklindeki gözlerle olur. Bu gözler çok sayıda pigment içeren bir kadeh şeklindedir. Işığa pozitif duyarlı bazı deniz yıldızları (*Asterias rubens* ve *Asteropecten irregularis*) bu duygu organları ile parlak ışığa doğru yönelirler.

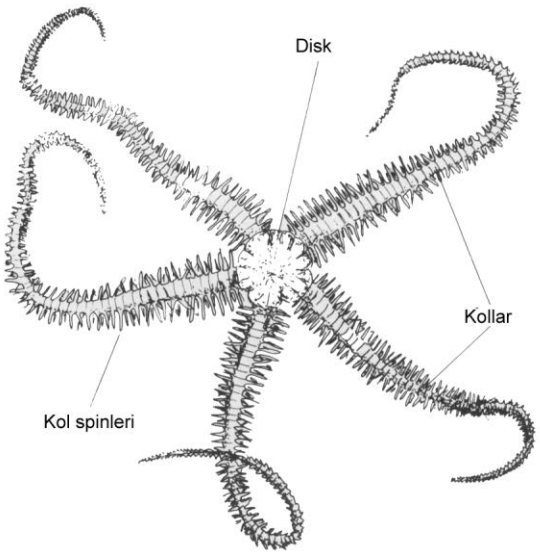
Asteroid'lerin büyük bir kısmı dioktür ancak protoandrik olan birkaç tür de vardır. Gonadları çifttir ve ağaç şeklinde dallanmıştır. Kollardaki sölomik uzantılar içinde yer alırlar (Şek. 15.14, 15.16). Yumurtalar olgunlaştığında gonadlar boşlukları doldururlar. Gametler birbirine komşu kolların kaideleri arasında yer alan interambulakral gonoporlar yoluyla suya bırakılırlar. External fertilizasyon yaygındır

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

ve yumurtalarını aynı anda dökerler. Bazı araştırıcılara göre axial bez kimyasal olarak aynı türe ait (konspesifik) gametleri tanıyabilir. Bu tanımlama büyük bir olasılıkla bir araya toplanmış bireylerin gametlerini dökmelerine aracılık eder.

Asteroid'lerde kuluçkaya yatma yaygındır. Deniz yıldızlarının büyük bir kısmı gelişen yavrularını oral tarafları ile zemin arasında korurlar. Diğerleri ise yavrularını özelleşmiş aboral çöküntülerde veya spin kümeleri tarafından oluşmuş bir sepet içinde geliştirirler.

Asteroidler gelişmesi esnasında, çok kollu **bipinnaria** larvası ile onu takip eden **brakhiolaria** larvası içerirler. Krinoid'lerde olduğu gibi asteroid'ler de zemine yapışırlar ve metamorfoz başlar. Daha sonra podları vücudu kaldıracak kadar güçlü bir yapı halinde gelişince genç deniz yıldızı (1 mm çap kadar) sürünmeye başlar.



Şekil 15. 17. Kolları spin şeklinde olan yılan yıldızı (*Ophiocoma*).

Subklasis : *Ophiuroidea*

İkinci stellaroid subklasisi olan ofiuroid'ler yılan yıldızları olan bilinirler. Tanımlanmış 2000 tür ile filumun en büyük grubunu oluştururlar. En başarılı modern ekinoderm'ler olarak dikkat çekicidirler. Başarılı oluşları, kısmen boyları (ekinoderm standartlarına göre kısa) kısmen de son derece kıvrılabilen ve hareketli olan bir vücutlarının bulunuşu nedeniyledir. Yapısal olarak pek farklılık göstermemekle beraber kol morfolojilerine göre iki gruba ayrılabilirler.

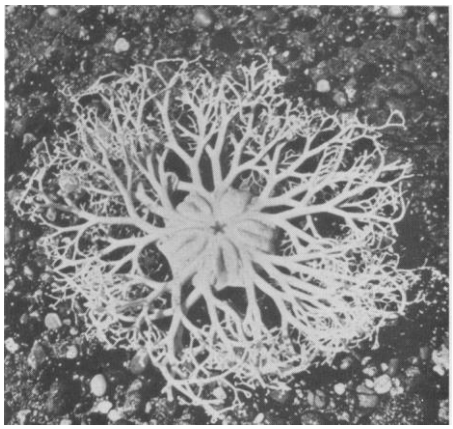
1- Kolları basit yapıda olan **gevrek yıldızlar** (Şek. 15.17),

2- Derin denizlerde yaşayan, kolları kıvrılabilen ve çoğunlukla dallanabilen **sepet yıldızları** (Şek. 15.18).

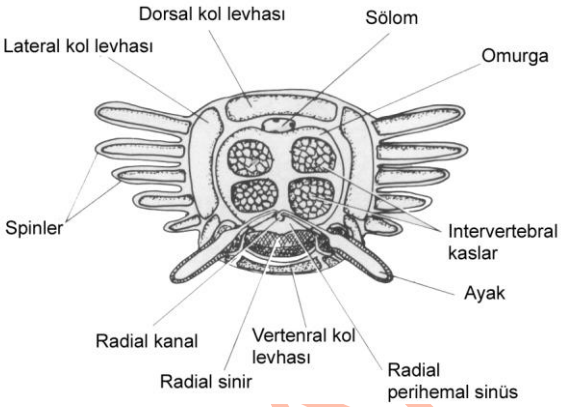
Sepet yıldızları en büyük yılan yıldızlarıdır. Diskleri 12 cm çapa ulaşabilir. Bu subklasisteki türlerin çoğunda merkezi disk çapı, 1-3 cm olmakla beraber kolları birkaç kat daha uzundur. Yılan yıldızları, çoğunlukla deniz diplerinde yaşamakla beraber, taş ve vejetasyon altlarında, omurgasız kolonileri arasında bulunmaları, gözetlenmeleri ve toplanmalarını güçleştirmektedir. Kıyıdan uzak sularda ofiuroid'ler

Prof. Dr. Nihat AKTAÇ

çok yoğundurlar ve okyanus zeminini örterler. Yoğunluklarının fazla olduğu yerlerde



Şekil 15. 18. Sepet şeklindeki yılan yıldızı (*Gorgonocephalus caryi*).

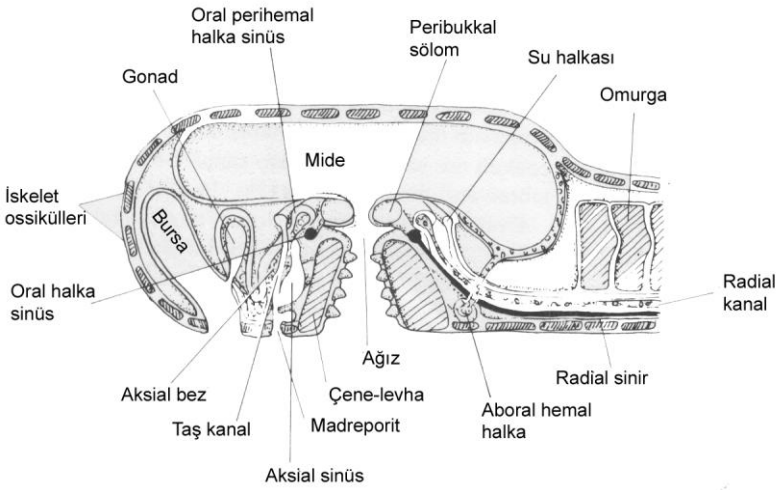


Şekil 15. 19. Yılan yıldızında iki vertebra arasından geçen enine kesit (İnvertebral kasların görünmesi sağlanmıştır).

m^{2}' de birkaç yüz birey kaydedilmiştir.

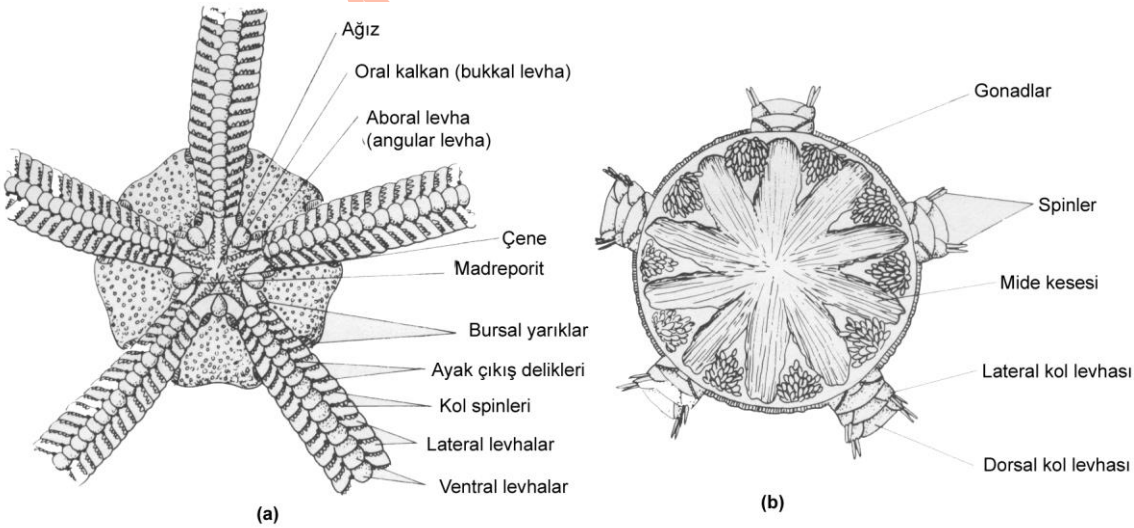
Ofiuroid'ler asteroid'lerden, yassılaşmış haldeki merkezi diskten, belirgin bir şekilde ayrılan dar ve bükülebilir kollarıyla ayrılırlar (Şek. 15.17, 15.18). Merkezi disk, büyük organ sistemlerini ve kollarda uzanan birkaç radial elementi içerir. Disk aboralde, konsantrik osikül halkası ile çevrili merkezi bir apikal levha içerir. Spinler seyrektir ve disk ile kolların yan kenarlarında yer alırlar. Ofiuroid epidermisi indirgendiği için dermal elemanlar ve iskelet elemanları vücut yüzeyine doğru uzanırlar. Osiküller daha çok yassı ve daha sıkıca yerleşmişlerdir. Kollarda, iç iskelet **omurga** adı verilen merkezi bir disk halindedir (Şek. 15.19). Omurga denmesinin nedeni omurgalılarda omuriliği çevreleyen kemiklere benzemesi nedeniyledir. Ofiuroid omurları düzgün seriler halinde eklemlenmiştir (Şek. 15.20). Oral ve aboraldaki intervertebral kas çiftleri büyük plakları hareket ettirilirler. Kolların esnekliği intervertebral eklemlenmeye bağlıdır. Çoğu gevrek yıldızlarda eklemlenme şekli sadece yanlara doğru eğilebilme imkanı sağlar. Sepet yıldızlarının kolları ise hem yanlara hem yukarı doğru hareket edebilir.

Prof. Dr. M. Nihat AÇ



Şekil 15. 20. Yılan yıldızında merkezi disk ve bir kolun kaide kısmından boyuna kesit (Kesit genital disk, gonad, axial komplex ve ambulakrumdan geçmektedir).

Omurga, kol plakları olarak adlandırılan yüzey osikül kılıfı ile çevrilidir (Şek. 15.19). Bu plakların sayısı daima dörttür ve halka şeklindeki her omurganın dorsal, ventral ve lateralini çevrelerler. Kollardaki plakların ve omurgaların seri halinde dizilişleri kollara eklemli bir görünüm kazandırır. Ofiuroid kolları diskin oral yüzeyi boyunca uzanırlar ve merkezi olan ağzın etrafında sonlanırlar (Şek. 15.21). Ağız bölgesinde kollar, oral açıklığa dikenimsi üçgenler şeklinde uzanan 5 interradial



Şekil 15. 21. a) Yılan yıldızı (*Ophioderma*)'nda merkezi disk ve kol kaidelerinin oral bölgeden görünüşü; b) Yılan yıldızı iç yapılarının aboralden görünümü.

çeneye katılırlar.

Merkezi diskten kol kenarları boyunca dışarı açılan küçük açıklıklar vardır. **Bursal yarıklar** olarak adlandırılan bu açıklıklar 5 çift bursa'dan uzanırlar (Şek.

15.21). Ofiuroid **bursa**'sı ağız tabanı yüzeyinin invaginasyonudur. Yukarı doğru merkezi diske uzanır, solunum ve üremede fonksiyoneldir. Bursa epiteli flagellumludur. Flagellumların hareketi disk duvarının kasılması ile birlikte iş görür. Deniz suyunun bursaya girişi ve çıkışını sağlarlar. Solunum gazları kasılma peryodu esnasında değiştirilir ve sıvı artıklar da uzaklaştırılabilir. Ayrıca ofiuroid gonadları üreme hücrelerini bursa'ya boşaltırlar. Gametler suya hemen bırakıldıkları gibi özellikle çoğu Antartika türlerinde bursa kuluçka odası olarak da görev yapar. Ofiuroid sölomları asteroid'lerinki kadar geniş boşluklar halinde değildir. Sindirim kanalı ve bursa merkezi diski doldururken sölomun radial kısımları sadece omurga ve kol levhaları arasında kalır.

Ofiuroid'lerde kapalı bir ambulakral sistem vardır. Ambulakral oluk yoktur ve endoiskeletten dışarı doğru sadece pod'lar uzanır. Radial kanallar kol omurgalarında bulunan açıklıklara uzanırlar ve lateral kanallar da tüp ayakların ventral ve lateral kol plakları arasında uzanırlar (Şek. 15.19). Ofiuroid pod'ları ampulsüzdürler ancak lateral kanallardan bir valva vasıtasıyla izole edilmişlerdir. Pod duvarının ve bazen de radial kanalın kasılması ile pod hareketi sağlanır.

Ofiuroid'lerin temel besinlerini dip materyali oluşturur. Deniz tabanındaki detritus ve protozoon'lar besin maddelerindendir. Besinler, spinler arasında uzanan mukus ağı ile tutulurlar. Bu ağlar podlarla ayıklanırlar. Podların ve flagellumların hareketi ile de besinler ağıza götürülürler. Büyük ofiuroid'ler; poliket'ler, küçük krustase'ler ve mollusk'larla avlandıkları gibi küçük ofiuroid'ler de avlarlar. Av, kollar vasıtasıyla hareketsiz hale getirilir ve daha sonra sindirilmek üzere ventral diskin altına doğru toplanır. Ofiuroid'ler çok hareketli avları yakalayamazlar bu bakımdan leşler besinlerinin önemli bir kısmını oluşturur. Her türün kendine özgü besini de olabilir. Bazı ofiuroid'ler örneğin *Ophionereis retuculata*, sadece bitkisel maddelerle beslenir. *Ophiura texturata* ve *Ophiotrix fragilis* sadece dip materyali ile beslenir. Diğer taraftan *Ophiocomina nigra* detrituslar, asılı haldeki maddeler, canlı ve ölü avla beslenmesi ise subklasisin en tipik örneğidir.

Ophiuroid sindirim sistemi nispeten basittir (Şek. 15.20). Çenelerin altında prebukkal boşluk yer alır. Boşluğun üst tarafında ağızı peristomal membran çevreler ve buradan uzanan kısa bir özofagus mideye açılır. Mide aboral mezenterlerle asılı haldedir. Mide kenarlarından bursa ve gonadlarla ardışık olarak dışa doğru 10 kese uzanır (Şek. 15.21b). Ofiuroid'lerin barsağı veya anüsü yoktur. Sindirim ve emilim midede yapılır. Artık maddeler ağız yoluyla dışarı atılırlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Ofiuroid'ler çok hareketli ekinoderm'ler değildirler. Saniyede 3 cm kadar ilerleyebilirler. Hareketlerinde herhangi bir kola yönelik tercihleri yoktur. Karakteristik olarak belli bir yöne yönelen ve öncülük yapan kol merkezi diski kaldırırken yanlardaki diğer kollar hayvanı seri adımlarla ileri doğru iter. Yılan gibi kıvrılan kolları ile herhangi bir cismin etrafında kıvrılabilirler. Bazı ofiuroid'ler oyucudurlar. *Amphioplus*, içinde yaşadığı yeraltı kanallarını açmak üzere pod' larını kullanırlar. Pod' lar esas olarak harekette kullanılırlar. Fakat kimyasal algılamada da önemli rol oynarlar. Podlarda bulunan reseptörler belli bir mesafedeki besini algılarlar, vücudun her tarafında genel bir dağılım gösteren ışığa duyarlı hücreler hayvanın ışığa karşı negatif duyarlılığını sağlarlar. Ofiuroid'lerde özelleşmiş duygu organları yoktur.

Bir ve birden çok kese şeklindeki gonadları bir her bursa ile ilişkidedir (Şek. 15.20, 15.21b). Merkezi sölom içinde uzanırlar ve bursa yarıklarına yakın yere gametlerini boşaltırlar. Eşeysel dimorfizm bu subklasiste çok sınırlıdır. *Amphilycus androphorus* bu bakımdan istisna oluşturur. Bu türün çok küçük olan erkekleri dişi tarafından ağızlarının karşısına gelecek şekilde tutularak taşınırlar. Çoğu ofiuroid diök olmakla beraber diğer ekinoderm gruplarından daha çok hermafrodit türler de içerirler. *Amphipholis squomota* kozmopolitan dağılım gösteren ve hermafrodit olan yılan yıldızıdır. *A. squomota*'da embriyo, dişinin bursa duvarına tutunur ve burada beslenir daha sonra genç yıldız canlı olarak doğar. Diğer kuluçka bakımı olan ofiuroid'ler yavrularını erken larval safhada suya bırakırlar. Çoğu türde de yavru bakımı yoktur. Gelişmeleri esnasında ergine doğru aşamalı olarak metamorfoz geçiren uzun kollu **ophiopluteus** larvaları vardır. Genç yılan yıldızı, iskelet gücü sonucu, dibe batana kadar yüzmeğe devam eder.

Bazı ofiuroid'lerde ikiye bölünme görülür ancak bu eşeysiz üreme çok sınırlıdır ve 6 kollu gruplarda görülür.

Ofiuroid'ler kommensal ekinoderm'lerin büyük bir kısmını oluştururlar. Çoğu tür için süngerler elverişli bir yuva oluştururlar. *Ophiactis savignyi* bireyleri, büyük sünger kitleleri ararsında bulunmuşlardır. Diğer ekinoderm'ler de yılan yıldızlarına barınak oluştururlar. Örneğin *Ophiomaza* tüy yıldızları ile yaşarken, *Amphilycus androphorus* da bazı deniz kestanelerinin altında yaşar.

Klasis : *Echinoidea*

Ekinoid'ler, deniz kestanelerini içeren üçüncü modern klasistir. Çoğu küre veya oval şekilli olup kolları yoktur. Vücut yüzeyinde yer alan çok sayıdaki spin

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

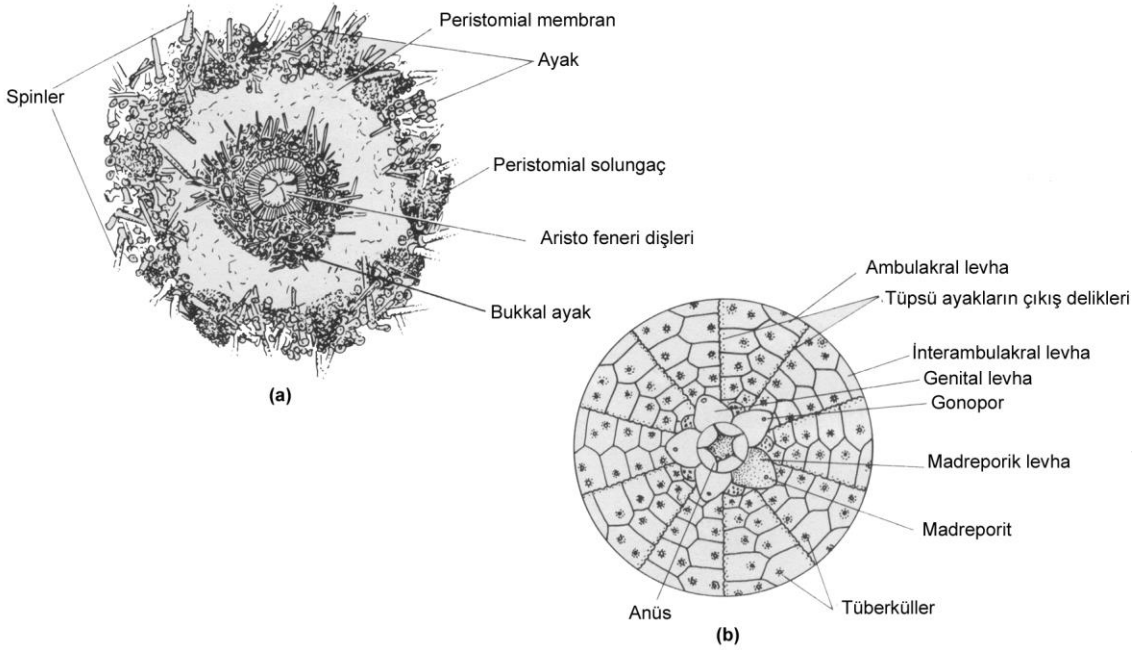
gruba deniz kirpileri denmesine de neden olmuştur. Ekinoid'ler tüm diğer klasislerden iç iskeletlerinin bulunuşu ile ayrılırlar. Yassılaşmış iskelet osikülleri birbirleriyle bir kabuk oluşturacak şekilde sıkıca paketlenmişlerdir. Littoral ve bentik zondan 900 kadar tür tanımlanmıştır.

Bu klasis geleneksel olarak formal olmayan iki gruba ayrılır. Daha primitif olanlar ve vücutları segonder olarak radier simetri gösterenler, "düzenli ekinoid'ler" i, diğer grup ise tersier olarak bilateral simetrili olan "düzensiz ekinoid'leri içerir. Yapısal farklılıkları nedeniyle bu iki grup ayrı ayrı tartışılacaktır.

Düzenli Ekinoid'ler

Bu deniz kestaneleri sert yüzeylerde ve sığ yerlerde yaşarlar. Çoğunun vücut çapı 6-20 cm'dir ve bazıları oldukça güzel renklidir. Bu gruba giren türlerde harekette, korunmada ve kazmada kullanılan uzun hareketli spinler vardır.

Küre şeklindeki kabukları üstte aboral kutupta ve altta oral merkezde birleşen ardışık olarak dizili ambulakral ve interambulakral bölgeler içerirler. Ağız 10 bukkal ayak ve 10 peristomal solungaçla çevrilidir (Şek. 15.22a). Solungaçlar vücut duvarının invaginasyonu ile oluşurlar ve gaz alışverişi için yüzey oluştururlar. Tüp ayaklılar beş ambulakral saha boyunca aboral sahaya doğru devam ederler. Ambulakral saha çift sıralı yassı osiküller içerir. Ambulakral osiküllerdeki delikler, ayakların kapalı su-kanal sisteminden dışarı uzanmasını sağlarlar. Ambulakral plak sıralarıyla yine ardışık olarak dizili ve çift sıralı beş interambulakral saha da vardır. Bu 10 saha aboral bölgede anüsün etrafında bir plak halkasında birleşirler. Bu halka şeklindeki plaklardan beşi ambulakral sahalarla ilişkilidir ve genital plaklar olarak



Şekil 15. 22. a) Deniz kestanesinin peristomal bölgesi (*Echinus esculentus*); b) Deniz kestanesi kabuk yapısı (*Arbacia*).

Prof. M. Nihat AKTAÇ

yarıklarını kendilerine barınak olarak seçerler. *Colobocentrotus* cinsi türlerinde ise daha yapılı ve kısa spinler, güçlü dalga hareketlerine karşı tutunmalarını sağlarlar.

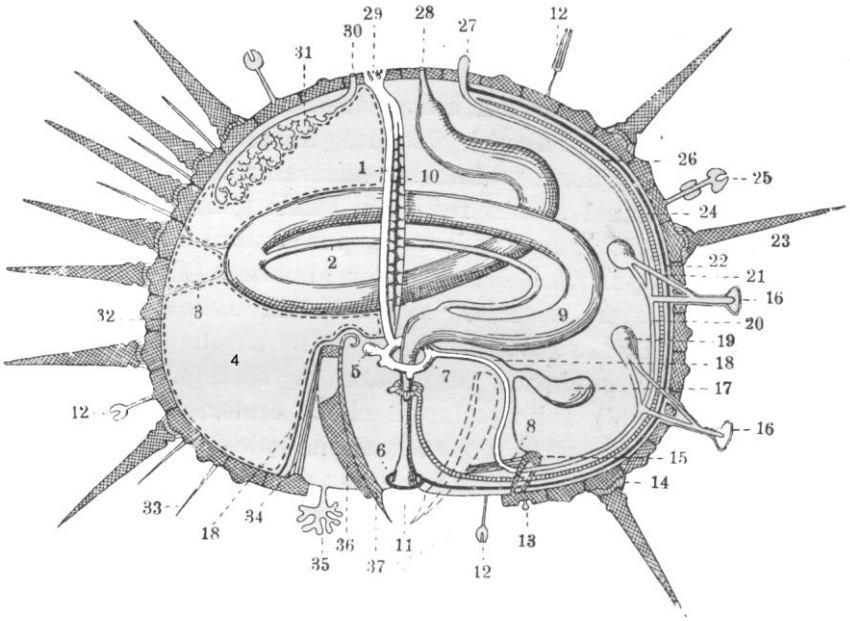
Diğer deniz kestaneleri spinlerini korunmada kullanırlar. Bu yapılar sadece sivri uçlu olmakla kalmayıp bir çoğu oyuktur ve zehir içerir. Örneğin *Astenosoma* cinsinin, insanlar için tehlikeli olan zehirli dikenleri vardır. Bazıları kendilerini taşların ve kayaların altına doğru gizlerler. Bu davranış modeli güçlü ışığa karşı bir reaksiyon olarak ta gösterilir ve deniz kestaneleri genelde negatif fototaktiktirler. Tüp ayakları ışığa duyarlı hücreler içerirler. Deniz kestanelerinin aynı zamanda pediselleri de vardır. Bu saplı eklentiler bütün vücut yüzeyinde dağılmışlardır. Korunmada ve temizlenmede kullanılırlar. Ekinoid pediselleri deniz yıldızlarınkinden, saplarının iskelet çomaklar ile desteklenmiş olması ve apikalde üç eklemli çene içermeleriyle farklıdırlar. Deniz kestanesi tehlike ile karşı karşıya kaldığı zaman spinler vücut yüzeyini korumak üzere aşağı doğru eğilirler ve pediseller gelen düşmana karşı koymak üzere kabuktan yukarı doğru çıkarlar. Pedisel çeneleri, dış yüzeylerine dokunulduğunda açılırlar ve içten uyarıldıklarında çabucak kapanırlar. *Lytechinus* cinsi türlerinde pedisellerde zehir bezleri vardır. Bu bezler zehirlerini çenelerdeki dişlerin üzerine doğru akıtırlar o nedenle de ısırmaları oldukça toksiktir. Küçük hayvanlar pedisel zehiri ile paralize edilirler ancak büyük hayvanlar zehirle karşılaşınca çabucak kaçarlar. Spinler, ayaklar ve pediseller ekinoid'in vücut yüzeyinde aktif bir güç oluştururlar.

Düzenli deniz kestanelerinin vücut duvarındaki eklentilerinin bir diğeri **sferidia**'dır. Bu küçük şeffaf yapılar ambulakral sahada bir sapın ucunda yer alırlar. Genelde oral bölgede bulunurlar. Bazılarında örneğin *Arbacia*'da peristomda toplanmışlardır. Sferid'ler dengeyi sağlamak üzere statositler içerirler.

Ekinoid'lerin en dikkate değer organları **Aristo feneri** olarak bilinen çiğneme cihazıdır (Şek. 15.4). Bu cihazları bir seri halka plak ile bunlarla ilişkili sinirler, kaslar ve ligamentlerden ibaret olup ağız boşluğu ile yutağı kuşatır. Bu yapının merkezini piramid olarak adlandıran beş büyük plak oluşturur. Bu piramidler az çok üçgen şeklindedirler ve keskin köşeleri kazma dişler içerir. Bu dişler ağıza doğru bakarlar. Her diş, ilişkili bulunduğu piramidin aboral diş kesesi adı verilen bir kese içinde oluşturulur. Yeni oluşturulan dişler oral bölgeye kalkerli bir band boyunca taşınırlar ve yıpranmış olan diş ile yer değiştirirler. Çeşitli kaslar ve ligamentler piramidleri bir arada tutar ve aynı zamanda aristo fenerini vücut duvarına tutundurur. Dişler de aynı zamanda kaslarla ilişkidedirler. Böylece sadece aristo feneri ağıza doğru uzatılıp geriye çekilmekle kalmayıp; dişler de açılıp kapanabilir.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Aristo feneri deniz kestanelerinin solunumlarında da rol oynarlar. Aristo fenerinin aboral ucundaki belirli kaslar, sölomik sıvıyı peristomial solungaçlara aktarmak üzere pompalarlar. Böylece solungaçlarla dış ortam arasında gaz alışverişi sağlanmış olur. Deniz kestaneleri deniz bitkileri, ölü hayvanlar ve sesil organizmalarla beslenirler. Algler ve ektoprokt'lar çoğu türün tercih ettiği besinlerdir. Sindirim kanalları bukkal boşluk, yutak (ikisi de Aristo fenerine yerleşmiş), özofagus, uzun ince barsak, rektum ve anüs içerir (Şek. 15.23). Özofagus ile barsağın birleşme yerinde kör bir çekum sindirim enzimleri salgılayabilir. Barsak Aristo feneri ile kabuk duvarı arasında bir ilmek şeklinde kıvrılır sonra arkaya doğru çift kıvrım



Şekil 15. 23. Deniz kestanesinin organizasyon şeması. Şağ tarafta ambulakrum, sol tarafta da interambulakrum bölgesine ait organlar bulunmaktadır. 1. madrepor kanalı, 2. sifon, 3. mezenter, 4. sölom, 5. Poli kesesi, 6 sinir halkası, 7. ambulakral halka kanalı, 8. diş açma kası, 9. barsak, 10. eksen sinüsünün içinde eksen organı, 11. ağız, 12. pedisel, 13. sferid, 14. diken kası, 15. orikül, 16. ampul, 20. ambulakra kanalı, 21. epinevral kanal, 22. sinir kordonu, 23. büyük diken, 24. perihemal kanal, 25. bezli pedisel, 26. hemal kordon, 27. terminal tentakül, 28. anüs, 29. madreporit, 30. genital por, 31.gonad, 32. sölom epiteli, 33. küçük diken, 34. diş kapama kası, 35. solungaç, 36. çene, 37. diş.

halinde ters yönde kıvrılarak devam eder. Barsağın anteriör ucundan sifon adı verilen küçük bir tüp ayrılır sonra bu tüp barsak lümenine paralel olarak uzanır. Bu tür bir yapı ekinoid'lerde istisnadır. Büyük bir olasılıkla barsak suyunu geri emerek sindirimin başlangıç safhasında enzim ve besinleri konsantre hale getirir.

Gonadlar kabuğun aboral yarımküresini işgal ederler (Şek. 15.23). İnterambulakrum sahaları boyunca yer almaları anüs etrafındaki genital plaklarla uygunluk gösterir. Eşeyler ayrı ayrıdır ancak eşeysel dimorfizm çok seyrektir. Çoğu

Prof. Dr. KTAÇ

deniz kestanesi gametlerini dış döllenmeyi sağlamak üzere suya bırakırlar. Soğuk sularda yaşayan türlerde kuluçka bakımı vardır. Bunlarda spinler, gelişmekte olan yumurtaları ağız ve anüsün etrafında korumak üzere beşik şeklinde bir yapı oluştururlar. Ekinoid'lerin embriyonal gelişmesinde 10-12 kollu **ekhinopluteus** larvası görülür. Bu planktonik safha varlığını, büyüyen iskeletlerinin ağırlaşarak deniz dibine batana kadar birkaç ay sürdürür. Kendilerini tespit ettikleri bir peryodları yoktur. Ergin hale gelişleri bir saat içinde tamamlanır.

Düzensiz Ekinoid'ler

Ekinoid'lerin ileri organizasyonlu bir grubudurlar. Tersier olarak bilateral simetri gösterirler. Düzensiz ekinoid'ler olarak adlandırılan bu grupta belirgin anteriör ve posteriör uç vardır ve tek bir yönde ileri doğru hareket ederler. Yumuşak zemini oyarak yaşamaları ile ilişkili olarak çeşitli adaptasyonlar içerirler. Düzensiz ekinoid'lerin hepsinde küçük fakat çok sayıdaki spinler oymada kullanılan temel yapılardır. Oyma işlemi türden türe değişir ancak normalde anteriör spinler vasıtasıyla yanlamasına oyuklar açılır. Ambulakral sistem tipik olarak izole olmuş oral ve aboral safhaları içerir. Pod'ların hareketle ilgili görevleri yoktur ve solunum, besin elde etme ve temizleme rollerini yüklenmişlerdir.

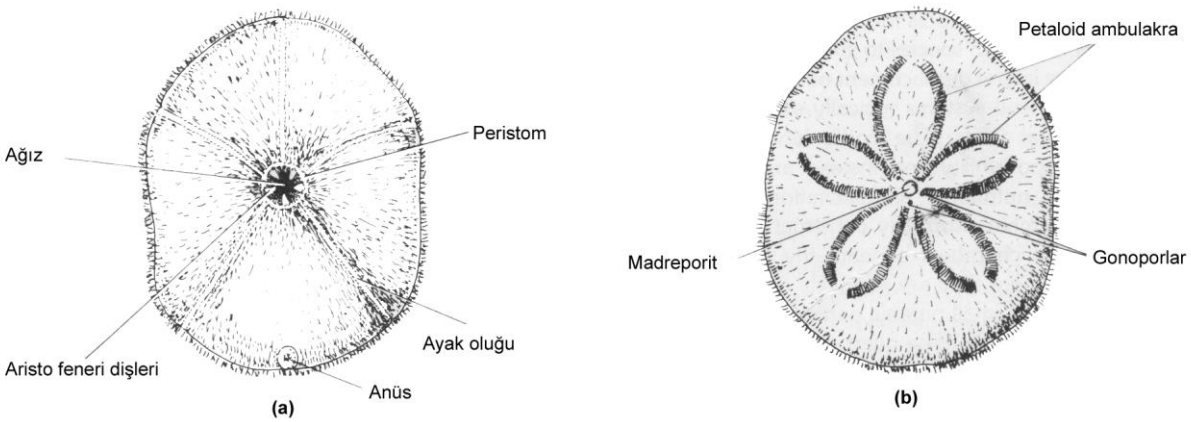
Kalp şeklinde olan deniz kestaneleri normal olarak kum altında sürekli olmayan bir odacık oluştururlar. Burada bir dereceye kadar istirahat ederler, küçük organik partiküllerle beslenirler ve oyuk duvarlarını sağlamlaştırırlar. Kalp şeklindeki deniz kestanalerinde vücut oval bir görünümdedir oral yüzey düzdür, aboral yüzey ise yuvarlaklaşmıştır. Pod'lar belirgin bir şekilde oral ve aboral sahada sınırlanmıştır. Beş ambulakrum bölgesi vardır ve dizilişleri çiçeği andırdığı için **petaloid**'ler olarak adlandırılırlar. İnce duvarlı aboral pod'ları solunum yüzeyi oluşturur. *Echinocardium* gibi bazı kalp şekilli kestanelerde özelleşmiş anteriör petaloidler, oyma yüzeyi oluşturma özelliğini korurlar . Bu sahanın pod'ları oyuk açıklığındaki engelleri kaldırır ve oyuk duvarlarını özelleşmiş spinlerde oluşturulan mukusla sıvar. Vücudun posteriöründe değişikliğe uğramış pod'lar ise oyuğun en son ucunda, atıkların atılacağı bir kanal oluştururlar.

Oral bölgedeki ambulakral sahalar **fillodes** olarak adlandırılırlar. Ağız etrafında çiçek gibi dizilen fillodial pod'lar besini yakalarlar. Tüp şeklindeki bu ayakların bazıları çok uzatılabilirler ve uç dallar taşırlar. Kalp şeklindeki deniz kestaneleri kumdaki organik partiküllerle beslenirler. Bu tür bir besinin çiğneme cihazına gereksinimi yoktur o nedenle de aristo feneri yoktur.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Düzensiz ekinoid'lerin bir diğer grubu ise daha aktif olup denizin kumlu zeminini birkaç cm kazarlar. Vücutları yassılaşmıştır, görünümleri az çok yuvarlakçadır (Şek. 15.24). Ağız oral yüzeyin ortasında yer alır. Anüs ise bulunduğu aboral taraftan ventral (oral) tarafa doğru posteriör interambulakrumun içine göç etmiştir. *Mellita* türlerinde vücudun kenarlarına yakın yerlerde radier düzenlenmiş çentikler vardır. **Lunule** olarak adlandırılan bu çentikler oyma esnasında çıkan kumun, diskin karşı tarafına geçişini sağlarlar.

Pod'lar, aboral petaloidleri ve merkeze doğru birbirine yaklaşan oral besin oluklarını kuşatır (Şek. 15.24a). Phyllodes yoktur. Bu ekinoid'ler kumdaki organik partikül karışımları ile beslenirler. Özelleşmiş spinler kum ve çalı-çırpıyı yukarı doğru kaldırırken besin partikülleri mukusla kaplı olarak aboral yüzeye çöker. Flagellumlar



Şekil 15. 24. Irregüler deniz kestanesi (*Clypeaster rosaceus*): a) Oral görünüş; b) Aboral görünüş.

besinleri diskin kenarlarından veya lunul'ler boyunca oral yüzeye geçirirler. Oral olukların pod'ları daha sonra besini ağıza götürür. Bu tür deniz kestanelerinde hareketsiz bir aristo feneri vardır.

Düzensiz ekinoid'lerde peristomial solungaçlar yoktur. Solunumda gaz alışverişi petaloid pod'lar boyunca gerçekleşir. Üreme sistemleri genel modele uygundur. Ancak tipik olarak sadece dört gonadları vardır. Çünkü anüs posteriör ambulakrum içindeki gonad yerlerini işgal eder. Petaloidlerde özelleşmiş çukurlar, kuluçka odacığı olarak görev yaparlar.

Klasis : *Holothuroidea*

Derisi dikenlilerin dördüncü klasisi Holothuroid'lerdir. Deniz hıyarı olarak adlandırılan deniz hayvanlarıdır. Yaklaşık 1100 kadar türleri tanımlanmıştır. Littoral

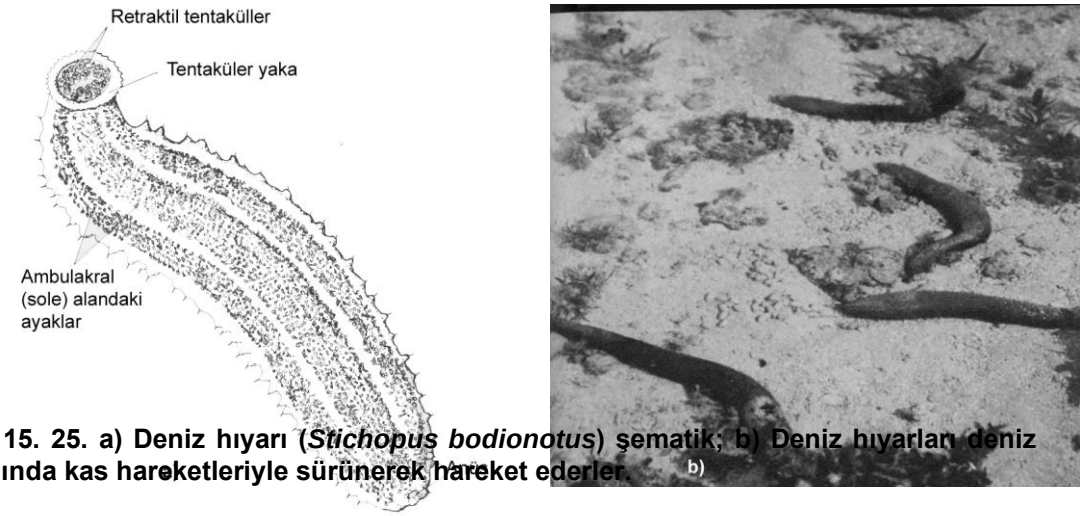
Prof. Dr. M. AKTAÇ

bölgede yaygın olmakla beraber deniz dibinin de en başarılı grubudurlar. Bazı deniz diplerinde total hayvan kütlesinin %90'ını oluştururlar.

Deniz hıyarları çeşitli bakımlardan diğer ekinoderm'lerden oldukça farklıdırlar. Çoğu alışılagelmişin dışındaki özellikleri, denizde duruş posizyonlarından kaynaklanmaktadır. Oral-aboral eksenleri belirgin şekilde uzamıştır ve zemine bu eksenleri boyunca uzanırlar (Şek. 15.25b). Vücutlarının gövde kısmında, oral ve aboral yüzeyler farklılaşmıştır ve sonuçta, belirgin bir şekilde tersiyer olarak bilateral simetri oluşmuştur. Ağız ve anüs sırayla anteriör ve posteriör pozisyonları işgal eder. Bu sınıfı farklı kılan diğer özellikleri mikroskopik osiküller, benzersiz solunum ağaçları, ağızın etrafında tentakül çelengi oluşturan büyük oral pod'larıdır.

Deniz hıyarları çeşitli şekillerde, boyda ve renktedirler. Bir kısmı *Ypsilothuria*'da olduğu gibi küreseldir. Bir kısmı *Leptosynapta* gibi uzun ve incedir. Ancak çoğu tür için "hıyar" terimi vücut şeklini tanımlamaktadır. En yaygın cinslerden *Cucumaria*, *Holothuria* ve *Thyone* şekil olarak bu tanıma uymaktadırlar. Bu popüler adlarına uygun olarak, boylarının da 10-13 cm arasında değiştiğini göstermektedir. İstisna olarak 3 cm'den kısa türler bulunduran *Stichopus*'ta olduğu gibi 1 metre uzunlukta 25 cm çapında olanları da vardır (Şek. 15.25a). Koyu renkler (siyah, kahverengi ve soluk yeşil) bu klasisteki en tipik renklerdir. Fakat bazı türler özellikle zehirli olanlar parlak kırmızı ve oranj renkte olabilirler.

Diğer ekinoderm'lerde olduğu gibi holothuroid'lerin vücut yüzeylerinde ağızdan anüse doğru uzanan beş ambulakral saha vardır. Bu sahalardan üç'ü vücudun alt tarafında veya ventral tarafta yer alır ve **sole** adını alırlar (Şek. 15.25a). Sole'deki pod'lar dorsal yüzeydekilerden daima daha iyi gelişmişlerdir. Bazı holothuroid'lerde gerçektende dorsal pod'ların tümü dejenere olmuştur. Bir diğer eğilim de holothuroid'lerin ambulakrumları boyunca pod'ların düzenli şekildeki dizilişlerini kaybetmeleri yönündedir. Örneğin *Thyone*'de tüp ayaklar oldukça düzensiz bir dağılım gösterirler. Bu eğilim vücut yüzeylerinin pod içermemesi nedeniyle daha çok *Euapta*, *Synapta* ve *Leptosynapta*'da görülür. Pod'lardaki bu



Şekil 15. 25. a) Deniz hıyarı (*Stichopus bodionotus*) şematik; b) Deniz hıyarları deniz tabanında kas hareketleriyle sürünerek hareket ederler.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

azalma veya yok olma, harekette ve solunumda başka organların görev aldığını gösterir.

Holothuroid'lerin vücut duvarı çeşitli mikroskopik osikülleri barındıran kalın bağ dokulu dermis halindedir. Osiküller şekil bakımından çok çeşitlilik gösterirler. Taksonomik açıdan önemlidirler ve vücut yüzeyine derimsi bir görünüm kazandırırlar. Dermisin altında bir halka kas tabakası ve boyuna kaslardan oluşan beş kas bandı bölgesi vardır. Boyuna kas bantları ambulakral sahaların altında yer alırlar. Tüm bu kaslar bazı deniz hıyarlarındaki peristaltik hareketi oluştururlar.

Oldukça büyük olan osikülleri, holothuroid'lerin ağız ve özofagusu etrafında kalkerli bir halka oluştururlar (Şek. 15.26). Bu halka bukkal bölgeyi desteklediği gibi vücut duvarının longitudinal kasları ve tentaküllerin retraktör kasları için de tutunma yüzeyi oluşturur. Holothuroid tentakülleri ağızın etrafında çalı şeklinde bir halka oluştururlar. Özelleşmiş bukkal pod'ları temsil eden bu yapılar sölom sıvısının basıncı ile dışarı uzatılırlar. Besin topladıkları gibi oyma işlemine de yardımcı olurlar. Tentaküller, tüm oral bölge ile birlikte hayvanın anteriör ucundan içeri doğru çekilebilir (Şek. 15.25).

Deniz hıyarları dip materyali ve / veya asılı haldeki besinlerle beslenirler. Tentakülleri besin yakalamak üzere mukusla kaplıdır. Tentakülleri ile deniz dibi yüzeyini süpürürler veya tentaküllerini zeminin içine doğru daldırırlar. *Cucumaria elongata* tentaküllerini geçici olarak oydukları oyuktan suya doğru uzatır ve planktonları tuzağa düşürür. Holothuroid'ler besin toplayan tentaküllerini belli bir zamanda ağızlarına sokarlar. Tentaküllerini ağızlarına sokarak mukus örtüyü yenilerler. Aktif oyucu olan *Euapta* türleri oydukları yerlerdeki materyali toplarlar. Populasyon yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde dip materyalini karıştırırlar.

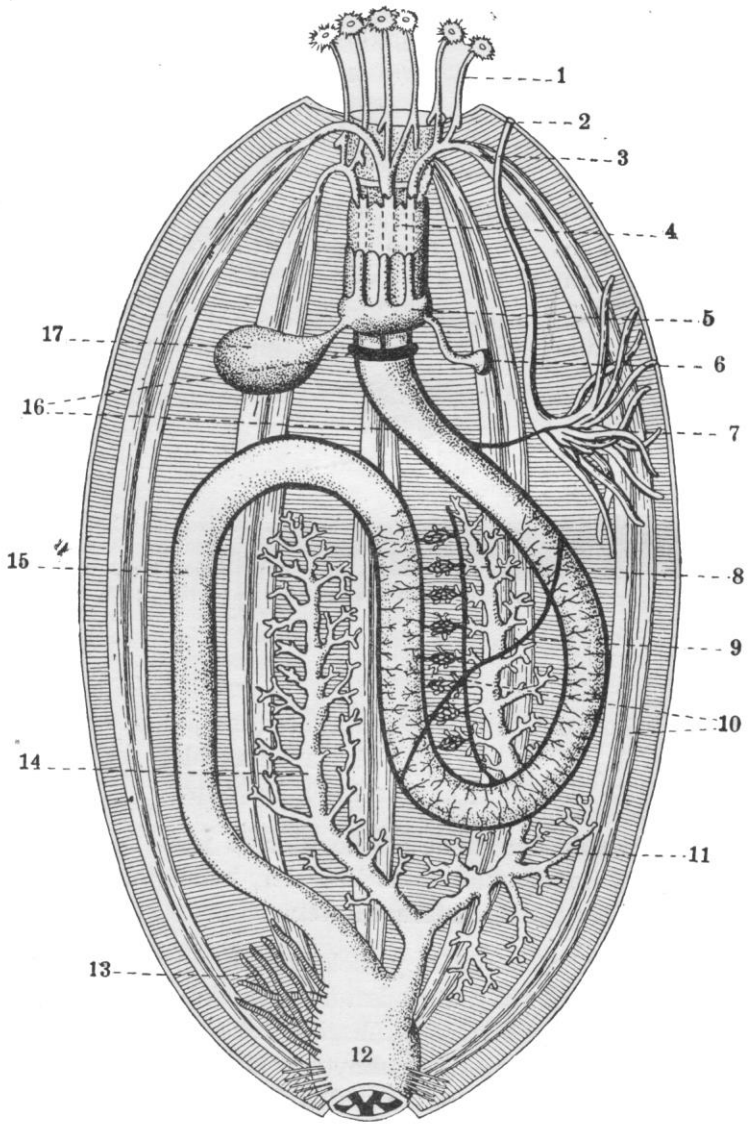
Holothuroid'lerin sindirim sistemi, uzundur. Posteriördeki kloaka açılmadan önce sölom içinde üç kez kıvrılır (Şek. 15.26). Barsak, vücut boşluğuna mezenter vasıtasıyla tutunur. Hemal sistem barsak bölgesinde ileri düzeyde gelişmiştir. Enzim taşıyan hemal sölomositler barsak duvarını karşıdan karşıya katederek besinin parçalanmasına katkıda bulunurlar. Sölomositler daha sonra barsak lümeninden göç ettiklerinde sindirilmiş besinlerle donanmış haldedirler ve sonra vücutta dağılırlar.

Gaz alışverişi sadece holothuroid'lerde görülen ve **solunum ağacı** olarak adlandırılan organla gerçekleşir (Şek. 15.26). Bu çift haldeki dallanmış tubüller, kloaktan orijinlenirler ve sindirim kanalının iki yanında uzanırlar. Solunum ağaçları, kloak kaslarının kasılması sonucu su ile dolarlar. Suyun pompalanması : Suyun çekilebilmesi için kloakın genişlemesi, anal sfinkterin kapanması ve solunum

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

ağacına suyun itilmesi için kloak kaslarının kasılması ile gerçekleşir. Çözünmüş oksijen ağacın distal dallarından, sölomik sistemlere diffüz olur. Bazı sölomositler (hemositler) hemoglobin içerir ve böylece oksijen taşırlar. Ağaç tubüllerindeki deniz suyu azotlu artıkları da alırlar. Bu önemli fizyolojik değiş-tokuş tamamlandığında sistem tubül kaslarının bir defa güçlü bir şekilde kasılmasıyla boşalır.

Leptosynapta ve diğer uzun, oyucu deniz hıyarlarında solunum ağacı bulunmaz. Oksijen alınması bütün vücut yüzeyiyle olur .Boşaltım silli bir kese ile



Şekil 15. 26. *Holothuria tubulosa*, organizasyon şeması. 1. ağız tentakülleri, 2. genital por, 3. radyer ambulakra kanalı, 4. taş halka, 5. ambulakral halka kanal, 6. madrepor kanalı, 7. gonad, 8. hemal ağ, 9. hemal anastomoz, 10. boyuna kaslar, 11. sağ solunum ağacı, 12. kloak, 13. Cuvier organı, 14. sol solunum ağacı, 15. barsak, 16. hemal halka ve kordonlar, 17. poli kesesi.

Prof. D TAÇ

gerçekleşir. Bu kese huni şeklinde sölomik bir organdır. Ya vücut duvarı ile ilişkidedir veya mezenterlerin tutundukları yerlere yakın konumludur. Sölomosit'ler artıkları bu silli keseye taşırlar ve bu organ boyunca da vücuttan çıkarlar.

Holothuroid'lerin ambulakral sistemi ekinoderm'lerdeki temel yapı ile aynıdır. Böyle olmakla beraber deniz hıyarlarının çoğunda modreporit, vücut yüzeyinde olmayıp tamamen sölom içinde yer alır. Merkezi olan su halkası, çeşitli sayıdaki polivesikülleri ile birlikte kalkerli halkanın kaide kısmını çevreler (Şek. 15.26). Radier kanallar bukkal tentaküllere olduğu kadar vücudun gövde kısmındaki ambulakrumlara uzanır.

Holothuroid'lerin hareketi ya podiumların tırmanması veya vücut duvarı kaslarının peristaltik kasılması ile olur. Bazı türler harekette her iki yöntemi de kullanırlar. Bazı derin deniz hıyarları (örneğin *Scotoplanes*) birkaç büyük ve son derece özelleşmiş pod'larla yürürler. Diğer özelleşmiş deniz hıyarlarında (*Pelagothuria*), anteriördeki ağ şeklini almış papillalardan oluşan bir halka, medüzlerde olduğu gibi bir yüzme hareketi oluşturmak üzere kasılır.

Holothuroid gonadları tektir ve saçak şeklinde tubül kitlesi görünümündedirler ve ortak bir kanalları vardır (Şek. 15.26). Bu organ sölomun anteriör dorsal bölgesinde yer alır. Gonoporu ise bukkal tentaküllerin kaidelerinde yer alır. Deniz hıyarlarının çoğu dioktürler. Ancak birkaç protoandrik tür de tanımlanmıştır. Döllenme daima eksternaldir. Gelişmelerinde **avrikularia** ve **doliolaria** safhaları vardır. Metamorfoz, planktonik fazda aşamalı olarak meydana gelir. Bukkal tentaküllerin öncelikli olarak meydana gelmesi **pentaktula larva**'sı olarak tanımlanan ergin öncesi dönemi oluşturur. Büyüme ve olgunluğa ulaşma dibe oturma ve ergin yaşama geçişle devam eder.

Holothuroid'lerde kuluçka bakımı yaygın değildir. Antartika'da yaşayan türlerde ise iyi gelişmiştir. Bu tür formlarda tentaküller daima yumurtaları toplarlar ve sole'nin altına doğru bırakırlar. *Thyone rubra* ve *Leptosynapta*, yumurtalarını sölom içinde kuluçkaya yatırmalarıyla olağan dışıdırlar. Bu deniz hıyarlarında döllenme tanımlanmamıştır. Yavrular, anne ve babalarının kloak bölgesindeki kopmalar ile dışarı çıkarlar.

Holothuroid'ler iç organlarını dışarıya çıkarmalarıyla da tanınırlar. Dışarı çıkarma anüs yoluyla olabilir. Bu durumda solunum ağacı, sindirim kanalı ve gonadlar dışarı çıkarılır. Veya oral açıklık yolu ile olur. Bu durumda da ön barsak ve ilişkili yapılar dışarı çıkarlar. Dışarı çıkarma daha çok laboratuvar koşullarında, stres içinde bulunma halinde (fouling, çok kalabalık olma gibi) görülür. Fakat bu olaya

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

doğada da rastlanır. Organları dışarı çıkarılmasını rejenerasyon izler ve böylece bu olayın gençleştirme etkisi vardır.

Holothuria ve birkaç deniz hıyarında görülen korunma mekanizması bazen organların dışarı çıkarılması olayı ile karıştırılır. Bu tür ekinoderm'lerde yapışkan bir tubül kitlesi kloak bölgesinden dışarı çıkartılır. **Cuvier tubulleri** olarak bilinen bu yapılar predatörleri şaşırtır ve holothuroid'in kaçmak üzere zaman kazanmasını sağlar.

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

K A Y N A K L A R

Barnes, R. D., (1968) : Invertebrate Zoology. *W. B. Saunders Company. 743 pp.*

Barth, R. H., Brochears R. E., (1981) : The Invertebrate World. *Saunders College Publishing. 646 pp.*

Başıbüyük H. H., Çıplak, B., (1997) : Filogenetik sistematik terimleri, prensipleri ve çalışma tekniği üzerine kısa bir derleme. *Tr. J. of Zoology. (21): 241-257.*

Brusca, R. C., Brusca, G. J., (1990) : Invertebrates. *Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts. 922 pp.*

Buchsbaum, R., (1950) : Animals without backbones. *The University of Chicago Press. Chicago. 405 pp.*

Curtis, H., (1983) : Biology. *Worth Publishers Inc. New York. Fourth edition. 1159 pp.*

Çağlar, M., (1973) : Omurgasız Hayvanlar Anatomi-Sistematik I. kısım. *Ist.Univ. Yay. Sayı 445., Fen Fak. Yay. No.1. 419 s.*

Çağlar, M., (1973) : Omurgasız Hayvanlar Anatomi-Sistematik II. kısım. *Ist.Univ. Yay. Sayı 712., Fen Fak. Yay. No.20. 400 s.*

Demirsoy, A., (2001) : Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar = Invertebrata – Böcekler dışında – *Cilt II. Kısım I, Meteksan Yayınları. 1210 s.*

Kuru, M., Aktaç, N., Kılıç, Y., (1991) : Hayvan Sistematiği ve Biyolojisi. Editör Y. Şahin. *Anadolu Üniversitesi Yayın No. 426, Açıköğretim Fakültesi Yayın No. 185. 270 s.*

Lincoln, R. J., Sheals, G., (1979): Invertebrate Animals. Collection & Preservation. *Cambridge Univ. Press. 150pp.*

Mayr Ernst, Ashlok, P. D., (1991) : Principles of Systematic Zoology. *475 pp. Second edition. McGraw-Hill, Inc. International Edition.*

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ

Meglitsch, A., Schram, F. R., (1991) : Invertebrate Zoology. *Oxford Univ. Press. Inc. 623pp*.

Salman, S., (1995) : Omurgasız Hayvanlar Biyolojisi. *Zirem Basımevi ve Bilgisayar Merkezi. 220 s.*

Stiles, K. A., Hegner, R. W., Boolootian, R. A., (1969) : College Zoology. *Collier_Macmllan Limited, London. 596 pp.*

Prof. Dr. M. Nihat AKTAÇ