

T.C.  
TARIM VE ORMAN BAKANLIğI  
Personel Genel M¼d¼rl¼đ¼

Unvan Değişikliği Sınavı  
Ders Notu



**Tekniker**  
**(5 nci Grup)**

**Uyarı:** Bu dok¼man çeşitli kaynaklardan faydalanılarak oluşturulmuş bir derlemedir. Hiçbir suretle ¼zg¼n bir kitap ¼zelliđi taşımamaktadır. Sadece ilgili konularda bilgi edinme amaçlı olarak kullanılması için bu dok¼man oluşturulmuştur. Kesinlikle başka çalışmalarda dipnot olarak g¼sterilemez.



**GÖREV ALANLARI VE ATAMA  
YAPILACAK GÖREVİN NİTELİĞİNE  
İLİŞKİN KONULAR**

- BALIK BİYOLOJİSİ
- BOTANİK

# BALIK BİYOLOJİSİ DERS NOTLARI

## 1. BALIK SİSTEMATİĞİ

### 1.1. Tanımlar

**Balık:** Denizlerde, acı ve tatlı sularda yaşayan solungaçları ile solunum yapan, yüzgeç denilen özel hareket organları ile hareket eden, vücutları genellikle pullarla örtülü, soğukkanlı ve omurgalı hayvanlardır. Yaşayan omurgalıların en fazla türe sahip olanıdır. Yaklaşık olarak 20.000 türle omurgalı canlılar arasında temsil edilirler.

**Sistematik:** Canlıları ortak ve benzer karakterlerine göre basitten karmaşığa doğru inceleyen bilim dalıdır.

**Tür:** Anne ve babasına benzer karakterler taşıyan çiftleştiğinde verimli döller (kısır olmayan) verebilen canlılara denir. Örneğin: At, eşek gibi canlılar çiftleşerek nesillerini devam ettirebildikleri hâlde at ve eşeğin çiftleşmesinden meydana gelen katır kısır olduğundan dolayı tür olarak kabul edilmez.

**İkili adlandırma( Binominal isimlendirme):** Sistematikte tüm canlıların bir cins (genus) ve bu cinse bağlı tür (species) olmak üzere, iki isimle adlandırılmalarına denir.

**Kemikli balık:** Solungaç kapağı (operculum) taşıyan balıklardır.

**Kıkırdaklı balık:** Solungaç açıklığı taşıyan balıklardır.

### 1.2. Kemikli Balıklarla Kıkırdaklı Balıklar Arasındaki Farklar

- Kemikli balıklarda omurga yapısı kemiksi, kıkırdaklı balıklarda ise omurga yapısı kıkırdaksıdır.
- Kemikli balıklarda solungaçlar solungaç kapakları ile örtülüdür, kıkırdaklı balıklarda ise solungaç açıklıkları su ile doğrudan temas hâlinindedir.
- Kemikli balıklarda kuyruk yüzgeci (kaudalfin) iki tarafa eşit şekilde uzamıştır
- (homoserk). Kıkırdaklı balıklarda ise kuyruk yüzgecinin bir tarafı uzun bir tarafı kısadır (heteroserk).

- Kemikli balıklarda anüs adı verilen basit bir boşaltım kanalı olduğu hâlde, kıkırdaklıbalıklarda kloak adı verilen daha kompleks bir yapı mevcuttur.
- Kemikli balıklarda cycloid, ctenoid, ganoid pul tipleri görüldüğü hâlde kıkırdaklıbalıklarda görülen pul tipi placoid pul tipidir.
- Kemikli balıklarda burun açıklıkları görülmediği hâlde, kıkırdaklı balıklarda burunaçlıkları (spiraculum) görülür.
- Kemikli balıklarda yumurtalar dışarı bırakıldığı hâlde (ovipar üreme), kıkırdaklıbalıklarda yumurta gelişimi içte olur ve çiftleşme görülür (ovovivipar üreme).

### 1.3. Sistematikte Katagoriler

Balıkların sınıflandırılmasında kullanılan gruplama basamakları aşağıdaki gibidir.

Âlem (Regnum)

Şube (Filum)

Sınıf (Klasis)

Takım (Ordo)

Aile (Familya)

Cins (Genus)

Tür (Species)

#### Balık sistematigi

RegnumAnimalia (Hayvanlar âlemi)

SubregnumMetazoa (Çok hücreliler alt âlemi)

Filum Chordata (Omurgalılar şubesi)

SubfilumVertebrata (Gelişmiş omurgalılar alt şubesi)

lasisPisces (Balıklar sınıfı)

### 1.4. Balık Biyolojisi

#### 1.4.1. Baş

Burun ucundan solungaç kapaklarının (operkulum) arka kenarına kadar olan vücudun ön (anteriör) kısmına verilen isimdir.

### 1.4.2. Gövde

Solungaç kapaklarının arka kenarı ile anal açıklık (anüs) arasında kalan ve içerisinde vücut boşluğunun bulunduğu vücudun orta bölgesine verilen addır.

### 1.4.3. Kuyruk

Anal açıklıktan vücudun sonuna kadar uzanan arka (posteriör) bölgeye verilen isimdir. Bu bölge çoğu zaman kuyruk sapı ve kuyruk yüzgeci olmak üzere iki ayrı bölüm hâlinde incelenebilir. Bu durumda, anal açıklıktan kuyruk yüzgeci ışınlarının başlangıcına kadar olan kısım kuyruk sapı; bundan sonraki kısım ise, kuyruk yüzgeci olarak isimlendirilir

### 1.4.4. Ağız

Başın ön ucunda yer alan ve iki çene tarafından çevrelenmiş bulunan açıklığa denir.

Ağzın konumu, türlere göre farklı durumlarda olabilir

- Terminal veya uç durumlu: Genellikle balıkların çoğunda bu ağız tipi yaygın olup, böyle durumlarda alt ve üst çeneler eşit uzunlukta bulunurlar.
- Üst durumlu veya yukarıya yönelik: Bu türlerde ağız belirgin bir şekilde yukarıya doğru yönelik olur. Bu durumda daima alt çene(mandibul) üst çeneden biraz daha uzun olup, öne doğru bir çıkıntı meydana getirmiştir
- Alt durumlu veya aşağıya yönelik: Bazı balık türlerinde de ağız başın altında olup, üst çene tarafından örtülmüştür. Böyle hâllerde üst çene daima alt çeneden uzundur ve öne doğru bir çıkıntı meydana getirmiştir.

### 1.4.5. Burun

Başın ön ucu ile gözler arasında kalan bölgeye denir. Burnun görünüşü çeşitli türlerde çok değişik şekiller arz etmektedir. Bazen sivri (Sudak) bazen yuvarlak (Yayın), bazen ördek gagası şeklinde (turna) bazen hortum şeklinde uzamış (deniz iğnesi) bazen aşağıya doğru kıvrık şekiller gösterebilir.

### 1.4.6. Gözler

Daima baş bölgesinde bulunan bir çift görme organıdır.Şekil, renk, büyüklük ve konumları türlere göre çok değişik olabilir. Genel olarak başın iki yanında bulunmakla beraber, bazen tek tarafta (dere pisi balıkları) veya başın iyice tepesine doğru yerleşmiş(kaya balıkları)de olabilirler.

#### **1.4.7. Göz Kapakları**

Genellikle balıklarda göz kapakları teşekkül etmemiş olmakla beraber, bazı formlarda(Örneğin, kefallerde) gözlerin etrafı az çok yağımsı bir maddeden oluşmuş ve göz kapağınıandıran bir zarla çevrelenmiştir.

#### **1.4.8. Bıyıklar**

Ağız etrafında bulunan ipliksi uzantılardır. Türlerle göre boyları, çıkış yerleri ve sayıları çok farklı olabilir. Diğer taraftan yalnız üst çeneye (kaya balığı) yalnız alt çeneye(mersin balığı) hem alt hem üst çeneye (yayın balığı) bağlanmış olabilirler.

#### **1.4.9. Çeneler**

Ağız alttan ve üstten kapatan, göz ile solungaç kapağı arasında kalan mesafenin önünde yer alan iki parçadan oluşurlar. Genellikle alt çene kemiğine mandibul,üst çene kemiğine maksil adı verilir.

#### **1.4.10. Dişler**

Balıkların çoğunlukla ağız ve bazen de boğaz bölgelerinde bulunan kemiksi yapılardır. Genel olarak üst çene kemiği üzerinde yerleşmiş olanlara üst çene (Maksil)dişleri, boğazbölgesindeki 5. solungaç yayı üzerinde yerleşmiş dişlerde yutak (Farinks)dişleri adıverilir. Özellikle besinlerini başka balıklardan ve diğer omurgalı su canlılarından temin edenetçil (karnivor) formlarda çok iyi gelişmiş üst çene dişleri vardır. Alabalıklarda ise, damak üzerinde yerleşmiş ve âdeta çengel şeklini almış kuvvetli damak (Vomer)dişleri görülür. Boğaz bölgesine yerleşmiş ve besinleri öğütme görevini üstlenmiş olan yutak (Farinks) dişleri ise, tatlı-su formlarından olan sadece iki grupta (sazan ve kaya balıkları) görülmekte olup, türlerin sistematik ayrımında önemli bir karakter olarak dikkate alınır.

#### **1.4.11. Dudaklar**

Ağız etrafını çeviren ve deri kıvrıntısından olan etli yapılardır Bazen kalın ve loplüşekilde (bıyıklı balık) bazen de keratinleşmiş keskin kenarlı (kababurun) olabilirler.

#### **1.4.12. Solungaç Kapakları (Operculum)**

Kemikli balıklarda solungaçların üzerini örten ve kemik parçalarından yapılmış olan hareketli kapaklardır.

#### 1.4.13. Solungaç Zarları

Her iki solungaç kapağını alttan boğaz kısmına bağlayan ve solungaç ışını denilen kemiksi çubuklarla desteklenen yapılardır. Bunlar üst taraftan solungaç kapağına, alt taraftan da boğaz bölgesine bağlanırlar.

#### 1.4.14. Solungaç Dikenleri

Solungaç yaylarının çukur taraflarına (iç kısmına) yerleşmiş olan, uzunluk ve sayıları türlere göre değişen, kemik veya kıkırdaktan yapılmış iğnemsî yapılara denir. Bu dikenlerin sayısı bazı türlerin ayırımında ayırıcı (diagnostik) karakter olarak kullanılır.

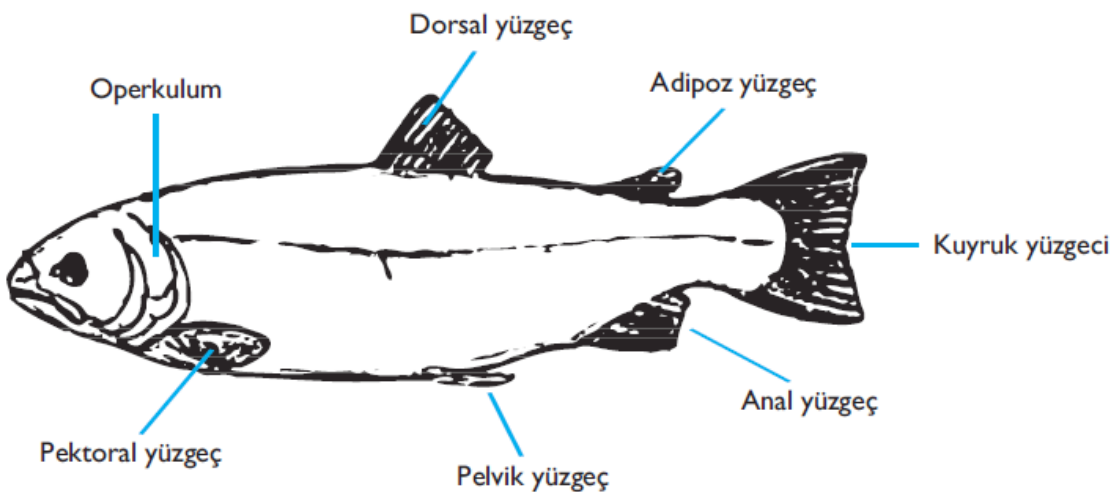
#### 1.4.15. Solungaç Yaprakları (Lamelleri)

Solungaç yaylarının tümsek taraflarına (dış kısmına) yerleşmiş olan, üzerinde sayısız kılcal damarları taşıyan ve bu yüzden de kırmızı renkli görülen telciklerin oluşturduğu yapıdır.

#### 1.4.16. Yanal Çizgi (Linelateral)

Balıklarda vücudun yan taraflarında bulunan ve başın gerisinden kuyruk yüzgeci başlangıcına kadar uzanan duyu organlarıdır. Genellikle su içerisindeki ses titreşimlerini algılamaktadır. Bunun için de sinirsel bağlantısı bulunan bir sıra halindeki delikli pullardan yapılmıştır. Genellikle tam olmakla beraber, bazen hiç bulunmaz veya vücudun sadece başa yakın kısmına kadar devam eder. Yanal çizgiyi oluşturan pulların sayısı herbir türün bütün bireyleri için sabit olduğundan tür ayırımında önemli bir sistematik karakter olarak bilinir.

#### 1.4.17. Yüzgeçler



Balıkların su içerisindeki dengelerini korumalarını ve hareketlerini sağlayan ve deri kıvrımından meydana gelmiş olan yapılardır. İki guruba ayrılır:

#### 1.4.17.1. Tek Yüzgeçler

Genellikle denge ve dümen vazifesi gören bu yüzgeçler normal bir balıkta 3 tanedirler:

- **Sırt (Dorsal) Yüzgeç:** Vücudun sırt tarafında yer alan ve genellikle ortaya yakın konumda bulunan bu yüzgeç nadiren iyice geriye itilmiş de olabilir. (Turna balıklarında olduğu gibi) Çoğunlukla tek ise de bazen iki adet (kefal,gümüş vb.) bazen de üç adet (mezgit) olabilmektedir. Ancak şekilleri, büyüklükleri ve uzunlukları çok değişken olabilir. Örneğin, yayın balıklarında çok küçük iken, kaya balıklarında baştan kuyruğa kadar uzanan bir bant şeklindedir. Bunların dışında kuyruk kısmına yakın bulunan çok sayıda ve küçük yalancı yüzgeçler(pinnül) (palamut,uskumru,orkinos balıklarında) ve alabalıkgillerin karakteristik özelliği olan yağ yüzgecide (adipöz yüzgeç) sırt yüzgeçlerinden sayılır.
- **Anüs (Anal) Yüzgeç:** Vücudun karın kısmında ve anal açıklığın hemen gerisinde yer alır. Bazen hiç bulunmayabilir (deniz iğnesi) bazen kuyruk yüzgeci ile birleşerek müşterek bir bant oluşturur (yılan balıkları) bazen de uzun fakat ayrı bir bant şeklinde (yayın) olabilir.
- **Kuyruk (Kaudal)Yüzgeci:** Kuyruk sapının bitiminde yer alır ve bir kayığın dümeni gibi işgörür. Genellikle iki çatalı ise de bazen tek parçalı da olabilir. İki parçalı olduğu zaman da eşit parçalı (homoserk) veya üst parça daha büyük, alt parça daha küçük (heteroserk) olmaktadır. Çoğunlukla bağlantısız ise de, bazen sırt ve anal yüzgeçler ile birleşerek ortak bir bant oluşturabilir (yılan balıkları).

#### 1.4.17.2. Çift Yüzgeçler:

Bunlar diğer omurgalıların ön ve arka tarafında bulunan hareketli vücut parçalarına (ekstremiteler) karşılık olarak bulunmakta olup, daha ziyade hareketi sağlarlar. Normal bir balıkta iki çeşit çift yüzgeç vardır:

- **Göğüs Yüzgeçleri(Pektoral) :** Bunlar genellikle solungaç kapaklarının arka tarafında ve göğüs bölgesinde yer alırlar. Göğüs kemeri ile kafatasına sıkıca bağlanmış kuvvetli yüzgeçlerdir.



- **Karın Yüzgeçleri(Ventral) :** Vücudun karın bölgesinde yer alan ve bir kemerle iskelete bağlantısı bulunmayan yüzgeçlerdir. Çeşitli balık ailelerinde göğüs yüzgeçlerine göre karın yüzgeçlerinin yeri çok değişik olabilmektedir, örneğin, karın yüzgeçlerinin yeri göğüs yüzgeçlerinin arkasında olursa (sazanlar) abdominal tip; aynı hizada olursa (genellikle balıkların çoğu)thorasik tip; göğüs yüzgeçlerine nazaran önde olursa (mezigit)jugular tip,adlarını almaktadır.
- **Yüzgeç Işınları:** Kemikli balıkların yüzgeçleri ışın adı verilen(Radius)kemiksiz çubuklarla desteklenmişlerdir. Genellikle yüzgeç ışınları iki grupta toplanabilirler:
- **Basit ışın veya Diken ışınlar:**Bunlar daima yüzgeçlerin başlangıç kısmında (Anteriörde) yer alan ve eklemlili bir yapısı olmayan düz dikenler şeklindedir. Bazen çok kuvvetli olup, uçları da iyice sivrilemiştir. Çift sırt yüzgeci olan balıkların I. sırt yüzgeçleri sadece bu ışınları içerirler. (kefaller, gümüş balıklar gibi.)
- **Yumuşak Işınlara veya Dallı ışınlar:**Bunlar ise, daima bir yüzgecin basit ışınlarından sonra gelirler ve eklemlili yapıda olup serbest yanlarında dallanma gösterirler. Bu dallanma bazen ışının hemen kaidesi yakın yerden başlamakta, bazen de sadece uç kısmında görülmektedir.

Gerek basit gerekse yumuşak yüzgeç ışınları, türlere göre farklı sayılarda oldukları için, sistematik ayırmada önemli bir rol oynarlar. Bu yüzden yüzgeç ışınları muhtelif şekilde formüle edilirler, örneğin, bir balığın sırt yüzgecinde 2-3 basit ve 10-12 yumuşak ışın bulunuyorsa bunun formülle ifadesi  $D = II-III 10-12$  şeklinde verilmektedir. Formülden de görüldüğü gibi, basit ışınlar daima Romen rakamları; yumuşak ışınlar ise normal rakamlarla gösterilirler.

### 1.5. Balıkların Morfolojisi

Genelde vücut şekli bakımından diğer canlılarda görülmeyen şekilde, çok çeşitlilik gösteren balıklar, aynı ailenin bireyleri olması durumunda benzerlik gösterirler. Bunun dışında sazan balığı, yayın balığı,yılan balığı ve vatoz balığı hiçbir zaman birbirlerine benzemedikleri gibi, bir deniz ejderi denen ve onun yakın bir akrabası deniz atı, deniz iğnesi denilen formlar bir balığı andırmazlar.

Bunun dışında, özellikle denizlerde, yüzeyde yaşayan (pelajik) formların yanında, dip balıkları ve derin deniz balıkları birbirleriyle karşılaştırıldıklarında, bu farklılıkları daha da belirli bir şekilde görmek mümkündür. Balıkların yapısında, yaşadıkları çevreye uygun olarak meydana gelen farklılaşmalarda gözlenir. Örneğin yılan balıkları tatlı sularda nehir ve göllerin çevre duvarları içindeki oyuk ve deliklere arka arka girerek önlerinden geçen küçük balık ve kurbağaları kolaylıkla avlarlar. Bunun için de böyle bir ortama uyma zorunda bulduklarından şekilleri de bu davranışlarına en uygun olduğu sanılan yılanvari bir gelişme göstermiş olmalıdır. Bazıları yanlardan yassılaştırmışlardır. Dil balıklarında olduğu gibi. Bazı balıklar da sırt-karın istikametinde basık bir şekil almışlardır. Örneğindenizlerde yaşayan vatoz balığı gibi Vatoz balığı sırt-karın istikametinde yassı bir şekil almış olup kuyruğunun ortalarına rastlayan yerde, yukarı doğru dikey olarak duran bir zehir iğnesi taşır.

Bu balık istirahat hâlinde iken zeminde özellikle plaj bölgelerinde veya daha derince sularda kum altında 5-10 cm derinlikte yatar. Üzerine basılırsa veya bir düşmanı ile karşılaşır 14kuyruğundaki zehir dikenini ile karşı koyar. O hâlde bu balık da avını kum altında yatarak beklediği için, vücut şekli böyle bir hayat ortamına ( habitata )uygun olarak gelişmiştir.

Hepimizin bildiği gibi, pelajik balıkların bir çoğu füze şeklini (iğ şekli) almışlardır. Bunlara örnek olarak ton balığı; palamut ve torik balıkları; uskumru ve kolyozlar gösterilebilir. Böyle balıklar hayatlarını yüksek su içinde rahatlıkla sürdürebilirler. Süratli hareket etme yetenekleri bulunduğu için avlarını kolaylıkla yakalarlar. Kuşkusuz, bu arada balıkların baş ve kuyruk yapıları da hareket yetenekleri ile orantılı ve ortama en iyi uyum sağlayabilecek şekilde gelişme gösterir. Bundan başka, aynı amaç doğrultusunda gözlerin büyüklüğü ve solungaç kapağı, ağız ve burun yapısının şekil ve büyüklükleri de bu ortama uyma ve böyle bir ortamda esas amacına ulaşma doğrultusunda (av bulma ve yakalama) gelişme gösterecektir. Balıklarda yüzgeçlerin durumu, pulların yapısı, dağılışı ve büyüklükleri de duyulan gereksinime cevap verebilecek şekilde ve uygun oranda gelişir. Bu sebeple, bazı balıklarda pul da bulunmayabilir. Örneğin, yayın balığı. Nihayet, balıkların çok değişken renklerinin de hayatlarını kolaylaştırmada önemli bir faktör olduğu söylenebilir. Bu renkler bazen avlarını yakalamada onlara büyük bir kolaylık sağladığı gibi, bazen de düşmanlarını korkutmaya yararlar.

### 1.5.1. Balıklarda Vücut Şekilleri

Balıkların vücutları, genel olarak su içerisinde yüzmeye uyum sağlayan, sudaki hareketini kolayca ve fazla enerji harcamadan yapabilmesi için direnci en aza indiren şekiller almışlardır. Bu vücut şekilleri herbir türe ve ırka göre değişiklikler gösterdiği gibi, farklı hayat sahalarında yaşayan aynı türün bireyleri ile erkek-dişi bireyleri arasında da değişiklikler gösterebilirler. Balıklarda en çok görülen vücut şekilleri şunlardır:

- **Sırt ve karından yassılaştırmış olanlar:** Bu tipte vücut, sırttan ve karından (dorsalden ve ventralden) oldukça basılarak tıpkı bir yaprak şeklini almıştır. Böyle vücutlu formlar nadir olup, bizim sularımızda sadece vatoz balıklarında görülmektedir.
- **Yanlamasına yassılaştırmış olanlar:** Bu tipte vücut yanlardan iyice basılmış olup, yükseklik artmış, genişlik ise, daralmıştır. Bazı formlarda yassılaştırma derecesi çok daha artarak vücut adeta bir disk şeklini almış ve yükseklik aşağı yukarı vücut uzunluğuna erişmiştir. Örneğin, dil balığı. Buna karşın bazı formlarda yanlardan yassılaştırma daha az olup, vücut oval bir görünüştür ve daima boyu, yüksekliğinden daha fazladır. Örneğin, alabalık, sazan balığı vb.
- **Konik şekilli olanlar:** Bazı balık türlerinde baş kısmı diğer vücut kısımlarına nazaran anormal şekilde büyüyerek önden arkaya doğru gidildikçe incelen bir görünüş hasıl olmuştur. Bu türlü vücut şekli pek yaygın olmayıp sadece bazı kaya balığı türlerinde gözlenir.
- **Füze şeklinde olanlar:** Bu tür vücut yapısını, bilhassa fazla hareketli olan balık türlerinde görmek mümkündür. Böyle formlarda vücut adeta bir torpile benzer. Örneğin, uskumru, palamut, orkinos v.b
- **Yılan şeklinde olanlar:** Burada vücut adeta yılan gibi bir görünüş kazanmış olup, genellikle ön kısmı silindirik, arka ucu ise, hafifçe yanlardan basıktır. Bu tip vücut şekli de Yılan balıkları, zargana balıkları gibi balıklarda gözlenir.
- **Vücutları iğne şeklinde olanlar:** Bazı formlarda vücut uzun şekilde olup, özellikle kuyruk tarafı adeta bir iğne şeklinde sivrileşmiştir. Vücut şekli böyle olan balıklar nadir durumda olup, tatlı sularımızda sadece deniz iğnelerinde görülmektedir.

- **Köşeli yuvarlak şekilli olanlar:** Nadiren görülen vücut tipidir. Balon balıkları, ay balıklarında görülür.

Vücut şekilleri birçok değişimlere uğrayabilir. Örneğin, sazanın farklı ırklarında değişik vücut şekilleri görülebilir. Genellikle yabani formlarında vücut boyu yüksekliğine oranla, daha fazla olduğu halde, aynalı sazan denilen ırkında vücut yüksekliği daha da artarak tombul bir görünüş kazanmıştır.

Bazı türlerin vücut şekli üzerinde, ortamın da etkileri olmuştur. Örneğin, alabalıkların göllerde yaşayan formlarında vücut torpil şeklinden ziyade oval şekil kazanmıştır. Çok küçük su birikintilerinde yaşayan turna balıklarında ise, kısa boylu cüce formlar meydana gelmiştir.

Bazı türlerde ise, morfolojik görünüş bakımından erkek ve dişiler arasında farklar vardır, örneğin, gökkuşağı alabalığında erkek, dişiye nazaran daha kısa ve şişman olduğu hâlde; turna balığında bunun aksi durum mevcuttur. Yani erkekler dişilere nazaran daha uzun ve zayıf görünümlüdür.

### **1.5.2. Balıkların Rengi**

Diğer omurgalılarda olduğu gibi balıkların da renkleri, hayat tarzı ve ortamlarıyla ilgili olarak çeşitli değişimler (varyasyonlar) gösterir. Genel olarak hayatları yüzeye yakın olan balıklarda sırt taraf mavimsi mor, karın tarafı ise, gümüşî yahut sarımsı-beyaz renklindedir; örneğin, tatlisu kefali (*Leuciscus*), kızılkanat (*Rutilus*), kefal balığı (*Mugil*), gümüş balığı (*Atherina*) vb. gibi yüzeyde yaşayan formlarda sırt genellikle koyu, karın bölgesi ise açıktır. Dipteki çamur veya kum üzerinde veyahut da çakıllar arasında yaşamaya uyum sağlamış balıklarda, sırt çok daha koyu olup, kahverengi veya siyaha kaçan tonlardadır. Karın bölgesinde sırttan biraz daha açık olmakla beraber, yine de koyu tonlardadır; örneğin, dipteki çamurlu yerlerde yaşayan yayın balığı (*Silurus glanis*) türünde, kumlu zeminlerde bulunan dere pisisi (*Pleuronectes*) cinsinde ve çakıllar arasında gizlenen horozbina (*Blennius*) cinsinde renk genellikle koyudur. Balıkların renkleri hayat ortamlarına göre az çok değişmekle beraber genellikle sabit karakterlerden olup, özellikle ırk ayırımında ayırıcı vasıflar olarak kullanılmaktadırlar. Bu renkler derinin derma tabakası içine yerleşmiş olan renk zerreciklerinden (pigmentlerden) ileri gelmektedir. Bu renk zerreciklerini taşıyan renk hücreleri balıklar için iki çeşittir.

### 1.5.2.1. Kromatoforlar

Görünüş itibariyle adeta yıldız şeklinde olan bu hücreler pigment granülleri denilen renk maddelerini taşırlar. Granüller hücre içinde, bazı faktörlerin etkisi altında kaldıkları zaman, hareket ederek ya bütün hücre sathına dağılırlar ya da merkezde toplanırlar; işte bu dağılma ve toplanma şeklindeki pigment göçüyle balıklarda renk değişimi meydana gelir. Şöyle ki, şayet pigment granülleri hücre merkezinde toplanırsa renk koyulaşır. Bütün hücre sathına yayılırsa renk açılır. Pigment granülünün rengine göre kromatoforları da üç grupta toplamak gerekir:

- Melanofor: Siyah pigment granülü içeren hücrelerdir.
- Erithrofor: Kırmızı pigment granülü içeren hücrelerdir.
- Ksantofor: Sarı pigment granülü içeren hücrelerdir. Genellikle balıklar bu üç ayrı rengi içeren kromatoforların karışımıyla ortaya çıkan kompleks renkler taşırlar.

### 1.5.2.2. Guanoforlar

Muntazam olmayan şekilli hücreler olup, içerisinde guanin kristalleri bulunur. Guanin kristalleri pulların dış yüzeyi üzerinde veyahut da dermiste bulunan özel pigment hücreleri içinde kristalize olur. Yarı şeffaf olan balık pulları guanin içermez. Çok parlak olan balıkların guanini pullardan alınarak suni inci yapımında hammadde olarak kullanılmaktadır. Guanin maddesi, üzerine düşen ışığı, tıpkı bir ayna yüzeyi gibi yansıtma özelliğine sahiptir. Bu sebepten ötürü, inci balığı adı ile anılan inci kefalı (Van gölü) türü su içersinde gezerken âdeta ayna yansımaları şeklinde pırıltılar meydana getirmektedir. Guanin maddesinin çok bol olması hâlinde, balığın rengi mat beyaz olur (tebeşir şeklinde). Az olduğu zaman ise gümüşî şekilde parlar.

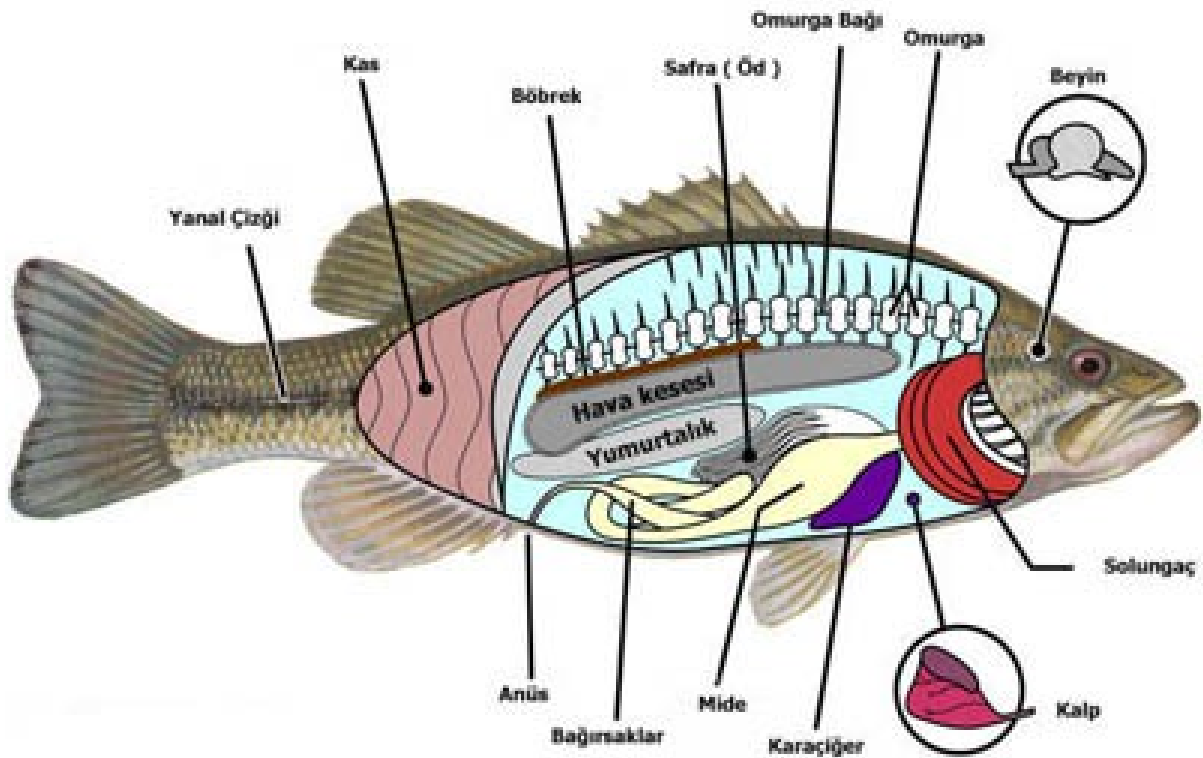
### 1.5.3. Ağız ve Ağız Tipleri

Ağız genellikle başta olmakla beraber, muhtelif gruplarda pozisyonu oldukça büyük değişiklikler gösterir. Alt ve üst çenelerle desteklenmiş olan ağız, bazı balıklarda terminal konumdadır (ön uçta), Bazılarında alt çenenin üst çeneye nazaran daha fazla uzamış olmasından dolayı yukarıya doğru yönelmiştir bazı balıklarda ise, bunun aksine üst çene daha uzun olup alt çene kısa kalmıştır, dolayısıyla ağız altta yer almaktadır. Bazı formlarda ise, çeneler oldukça fazla uzayarak bir gaga şeklini almıştır (turna) veya bir hortum

şeklini almıştır (deniz iğnesi). Çok nadir olarak da çeneler uzayıp kısalabilen bir özellik kazanmıştır. Protraktıl tip denilen bu ağız şekline ise, izmarit balıklarında rastlanır.

Ağzın konumu farklı olabildiği gibi büyüklüğü de türlere göre çok değişebilir. Örneğin, sazanlar gibi özellikle otçul formlarda ağız oldukça küçük iken, etçil olanlarda ağız, (örneğin, turna sudak ve alabalıklar) geniş yarıklı ve gayet büyük olabilir. Bazı türlerde ise, ağız etrafındaki dudaklar oldukça etlenmiş bir hâl alabilir. Bazen de yosunları kazımaya yarayan keskin kenarlı keratinleşmiş bir durum kazanabilirler. Bunlardan başka, ilkel balıklar olarak dikkate alınan yuvarlak ağızlı formlarda (Cyclostomata) ise ağız, âdeta bir vantuz şeklinde gelişmiş olup, diğer balıkların vücuduna yapışarak onların kanlarını emebilecek bir şekil kazanmıştır.

## 1.6. Balıkların Anatomisi



### 1.6.1. İskelet Sistemi

Fonksiyon bakımından çok önemli olan iskelet sistemi bir taraftan vücudun özel şeklini meydana getirir, diğer taraftan da yumuşak olan iç organlara desteklik eder ve istemli olarak hareket eden bütün vücut kaslarına birer bağlantı zemini teşkil eder. Ayrıca yüzeyde

gelişen dış iskelet elementleri de, üzerini kapladığı yumuşak vücut kısımlarını koruyucu rol oynarlar.

Balıkların iskeleti, genellikle kemikten olmakla beraber (Teleostei), bazı tatlısu balıklarında az çok kalsiyum içeren (Mersin balıkları) bir kıkırdaktan meydana gelmiştir.

Diğer omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da iskelet sistemi iç ve dış iskelet olmak üzere iki kısımdan ibarettir.

#### 1.6.1.1. Dış İskelet

Bu iskelet genellikle vücudun dış yüzeyini örten pullar, kemik plaklar, yüzgeç ışınları ve iç iskeletin bir kısmını teşkil eden dermal orijinli kemiklerle deri altındaki zarımsı iskeletten ibarettir. Dış iskelet daima kemikleşmiş veya keratinleşmiş elementlerden yapılmıştır. Burada balıklar için karakteristik olan zarımsı veya membranöz iskelet olup, bu yapı derinin altındaki bağ dokusu tabakasından teşkil edilmiştir. Bu zarımsı iskelet sayesinde bütün vücut kasları, başın hemen arkasından başlamak üzere birçok halkalara bölünmüşlerdir. Membranöz iskeletin myoseptum adı verilen bağ dokusu lifleri hem kasların birçok bölümlere ayrılmasını sağlamakta, hem de deriyi kaslara ve iskelet sistemine sıkı bir şekilde bağlamaktadırlar. Bu iskelet sayesinde balığın vücudundaki her bir kas demeti kolaylıkla hareket etme imkânı bulur.

#### 1.6.1.2. İç İskelet

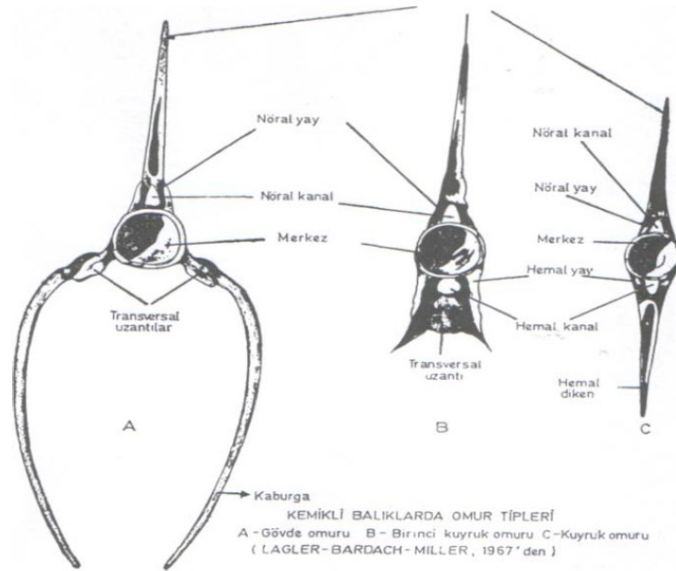
İç iskeletin esas itibarıyla 2 kısım hâlinde incelenir.

- **Eksen İskeleti:** Buna eksensel iskelet de denilebilir ve esas itibarıyla 3 bölümden meydana gelmiştir.
  - **Baş İskeleti: Kemikli** balıklarda baş iskeletini meydana getiren başlıca kemikler burun, göz ve kulak kapsülü bölgelerini koruyan ve solungaçlar gibi organları destekleyen bir seri kemik yaylardan teşkil edilmiştir. Baş iskeletini teşkil eden kemiklerin sayısı oldukça fazladır, örneğin, bir alabalığın başında 138 parça kemik bulunur.

- **Omur Şeridi (Notochorda)** : Sırt ipliği denilen ve omurgalıların esas karakterlerinden birisi olan notochorda baştan itibaren kuyruk ucuna kadar devam eden bir seri omurlardan meydana gelmiştir. Omurga bir taraftan vücudun normal düzlemde durmasını sağlarken, diğer taraftan da çizgili kasların ve ekstremitelerin doğrudan veya dolaylı olarak bağlandıkları bir yerdir.

Balıkların omurgası, amfisel tip denilen ve uçları konkav olan gövde ve kuyruk omurlarından meydana gelmiştir. Omur sayısı balık türlerine göre farklılık gösterdiğinden genellikle türlerin sistematik ayrımında önemli bir ayırıcı karakter olarak kullanılabilir.

- **Kaburgalar:** Balıklarda kaburga kemikleri çok sayıda ve iyi gelişmiş durumdadır. Bunlar, kaideleri ile omurlara birleşmiş olduğu hâlde, diğer uçları serbesttir. Zira balıklarda, kaburgaların karın tarafına bağlandığı göğüs kemiği (sternum) mevcut değildir. Genellikle iki tip kaburga (dorsal ve ventral) bulunursa da bazı gruplarda her ikisini de bir arada görmek mümkün olmayabilir. Fakat kemikli balıklarda daima her iki tip kaburgaya rastlanmaktadır.



### Kemikli Balıklarda Omurlar

Bazı kemikli balıklarda (alabalık, turna) esas kaburgaların haricinde, myoseptumlar boyunca uzanan ve ligamentlerle omurgaya bağlanan gayet ince yapılı ikincil kaburgalar vardır ki, bunlar halk arasında kılıçık tabir edilir. Kaburgalar daima göğüs bölgesi omurlarına bağlı olarak bulduklarından kuyruk bölgesinde mevcut değildir.



- **Üyeler İskeleti:**Buna aynı zamanda yüzgeç iskeleti de denilebilir ve esas itibariyle çift ve tek yüzgeçlerin omurgaya veya başka vücut kısımlarına bağlanmasını sağlayan kemere ait iskelettir. Tek yüzgeçlerden olan sırt ve anal yüzgeçler pterigiofor denilen kemik parçalarıyla omurgaya bağlanmaktadır. Genellikle bu pterigioforlar omurların sırt ve karın dikenleri (spinleri) ile bağlantılıdır. Kuyruk yüzgeci ise, doğrudan doğruya omurların neural vehemal dikenleri ile desteklenmektedir. Çift yüzgeçlerden olan göğüs ve karın yüzgeçleri ise, iç iskelete göğüs ve kalça kemeri ile bağlanmaktadır. Genellikle göğüs yüzgeçleri bir takım küçük kemiklerden yapılmış olan göğüs kemeri ile omurgaya doğrudan irtibat sağladığı hâlde, karın yüzgeçleri ise, omurgaya doğrudan bağlanmazlar, ancak buldukları bölgenin kas dokusu içine gömülü olarak bulunurlar.

### 1.6.2. Kas Sistemi

Balığın hareketinden kan dolaşımına kadar bütün hayati fonksiyonların yerine getirilmesi kasların çalışması ile mümkün olduğundan kas sisteminin diğer omurgalılarda olduğu gibi, balıklar için de büyük bir önemi vardır. Balıkların vücudunda bulunan kasları,Visseral ve somatik kaslar olarak iki grup hâlinde incelemek mümkündür.

- **Visseralkaslar:** Bunların esası, istemsiz hareket eden düz kaslar olup, çeşitli iç organlarla (sindirim, boşaltım, üreme sistemi ve arterlerde) göz bebeğinin hareketini idare eden iriste bulunurlar. Ayrıca baş bölgesinde bulunan, çizgili kaslardan olan ve çene, yüz, dil, solungaç yaylan gibi organların çalışmasını sağlayan visseral kaslar da vardır.
- **Somatik kaslar:** Bunlar ise, istemli hareket eden çizgili kaslar olup genellikle başın gerisinden vücut boyunca kuyruğa kadar halkalı bir tarzda uzanırlar. Miyomer denilen bu kas demetleri membranöziskeletinmyoseptumları ile bölünmüşlerdir.

Miyomerler genellikle (W) harfi şeklinde vücudun her iki yanında boyu boyunca uzanırlar işte bu somatik kas demetleri sayesinde balığın bütün vücut hareketleri sağlanmaktadır.

Balıkların hareketli vücut parçalarında (çift ve tek yüzgeçlerinde) bulunan kaslar da somatik kaslardan olup bunlar herbir yüzgecin kaidesine çeşitli şekillerde yerleşmişlerdir. Bu kaslar sayesinde yüzgeçlerin her türlü hareketi sağlanmakta dolayısıyla bu kaslar balığın hareketinde çok önemli fonksiyona sahip bulunmaktadır. Balıkların hayat ortamları ve beslenme karakterleri vücut kaslarının gelişmesinde düzenleyici bir rol oynamaktadır; örneğin, hızlı akan dağ sularında yaşayan bir alabalıkta ve yırtıcı bir hayat sürdüren Turna balığında kas gelişimi durgun sularda yaşayan ve otçul beslenen balıklara göre daha iyidir.

### 1.6.3. Sindirim Sistemi

Diğer omurgalılarda olduğu gibi, balıklarda da sindirim ağızda başlar, farinks (yutak), özofagus (yemek borusu), mide ve bağırsaklarda devam ederek anüste son bulur. Aşağıyukarı bütün tatlı su balıklarında esas yapıda pek büyük farklılıklar yoktur. Fakat beslenme tarzının değişik olmasına göre (herbivor veya karnivor) özellikle bağırsak uzunluğunda önemli farklar göze çarpmaktadır.

#### 1.6.3.1. Ağız ve Dişler

Balıklarda ağız tipleri beslenme tarzına göre çok değişik şekillerde olabilmektedir. Ağız boşluğu içerisinde dil mevcuttur. Diğer omurgalılardan farklı olarak ağız cidarında veya ağız boşluğuna açılan sindirim bezleri bulunmaz. Buna karşın ağızda çeşitli şekillerde olabilen dişler yer almaktadır. Sindirimle ilgili olan bu dişler genellikle buldukları yere bağlı olarak başlıca 2 grupta incelenebilirler.

- **Çeneler üzerinde bulunan dişler:** Bunlar üst çenenin premaxil ve maxil kemikleri ile alt çenenin dental kemiği üzerinde yer alan genellikle zayıf köklü ve içleri boş olan dış iskelet elementleridir. Fonksiyonlarına göre çeşitli şekillerde olabilen kesici, köpek ve azı dişleri olarak isimlendirilmektedirler.
- **Ağız boşluğunda bulunan dişler:** Genellikle ağız boşluğunu çevreleyen vomer, palatin ve ektopterigoid kemikleri ile dil üzerinde bulunurlar. Eğer ağzın arka tarafında olurlarsa vomer, damakta olurlarsa palatin, dil üzerinde bulunurlarsa lingualdişler adını alırlar. Dil üzerinde bulunan dişler turna, alabalık; palatin üzerinde bulunan dişler turna, alabalık, tatlı su levreği; vomer üzerinde bulunan dişler salmon, tatlı su levreği, alabalık; solungaç yayları üzerinde bulunan dişler turna, tatlı su levreği farinksin iç cidarında bulunan dişler ise sazangiller ailesi üyelerinde görülmektedir. Bunlar

arasında özellikle sazanlara has olan farinks dişleri ile alabalıklarda karakteristik olan vomer dişleri türlerin ayrılmasında ayırıcı özelliklerdir.

### **1.6.3.2. Yutak ve Yemek Borusu (Farinks ve özofagus)**

Bazı balıklarda özellikle sazanlarda, üzerinde farinks dişlerinin yer aldığı iki kemik yaydan ibaret çok kısa bir yutak kısmı bulunur. Yutak bölgesinde yer alan, sayıları ve diziliş tarzları türlere göre büyük değişiklikler gösteren yutak (farinks) dişlerinin şekilleri ve fonksiyonları da türlere göre değişir. Yutaktan sonra gayet kısa ve dışarıdan bakıldığında mideden pek ayırt edilemeyen bir yemek borusu (özofagus) gelir. Burada, ağıza alınan suyun mideye girmesini önleyici ve büzücü karakterde olan bir kas mevcut olup bu kassolunum esnasında yemek borusunu kapatmaktadır.

### **1.6.3.3. Mide**

Özofagusun devamında pekiyi bir gelişme göstermemiş olan mide kısmı bulunur. Mide genellikle iki kısımdan ibaret olup birinci kısım genellikle besinlerin sindirilmemiş hâlde toplandığı mide ağzı (kardiyak bölgesi), ikinci kısım ise mide kapısı (pilor bölgesi)'dir. Mide genel olarak kuvvetli kaslardan meydana gelmiş olup özellikle kefalgiller ailesinde çok kalın çeperlidir. Yırtıcı balıklarda mide çok şiddetli etki yapan sindirim enzimleri içerdiğinden bütün hâlde yutulan balıklar kısa zamanda ve kolayca sindirilebilirler.

Midenin şekli balıklarda çok değişik olabilmektedir. Bazı balıklarda, örneğin, sazanlarda gerçek mide yoktur; onun için yemek borusu iyi gelişmiş olup, doğrudan doğruya bağırsağa bağlanır. Genel olarak denilebilir ki, balıklarda etçil beslenme (karnivorluk) derecesi arttıkça mide gelişimi de artar.

### **1.6.3.4. Bağırsaklar**

Mideden sonra gelen ve anüse kadar devam eden en uzun sindirim organlarıdır. Barsak gelişimi balıkların beslenme rejimleri ile ilgili olup, genellikle etçil formlarda çok kısa; buna karşın, otlarla beslenen formlarda çok uzundur. Sindirimin son bulduğu açıklık ise, anüs olarak isimlendirilir. Anüsün konumu çeşitli balık türlerinde değişik durumlar gösterdiği hâlde, kemikli balıklarda genellikle anal yüzgecin hemen önündedir. Anüsün şekli bazı türlerde cinsleri ayırıcı karakter olarak kullanılabilir, örneğin, dişi sazanda anüs konvex veya kabarık durumda olduğu halde, erkekte konkav yani çukur görünüştedir. Buraya kadar açıklanan ve sindirim borusunun esasını teşkil eden organlardan başka yardımcı sindirim bezleri de

mevcuttur. Bunların başlıcaları karaciğer ve pankreas olup, özularını mide ile bağırsağın birleştiği bölgeye akıtırlar. Genel olarak çok hacimli yapıya sahip karaciğer iki büyük parçadan meydana gelmiştir. Yüksek dozda A ve D vitaminleri içerir. Pankreas ise, balıklarda iyi gelişmemiştir. Birçoklarında dışardan fark edilmeyecek derecede küçülmüş olup dağınmış bir durum arz etmektedir.

#### **1.6.4. Solunum Sistemi**

Diğer omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da solunum, su ile kan damarları arasındaki dış solunum ve kan ile dokular arasındaki iç solunum olmak üzere iki kısımda tamamlanmaktadır. Balıklarda solunum organları olarak özel şekilde gelişmiş bulunan solungaçlar vardır. Bunlar kemikli balıklarda her bir taraftaki 4 solungaç yayı üzerinde gelişmişlerdir. Solungaç boşluğunda yerleşmiş bulunan solungaçlar genellikle operkulum denilen bir örtü ile korunmaktadır. Bir solungaç yayının konkav tarafında büyüklük ve sayılan türlere göre değişen solungaç dikenleri (branchiospin) aksi tarafta ise, kılcal kan damarlarıyla donatılmış olan solungaç lamelleri bulunmaktadır. Dış solunum denilen, suda erimiş oksijenin kan tarafından alınması ve kandaki CO<sub>2</sub>'in suya verilmesi (gaz alışverişi) olayı solungaç lamellerindeki kılcal kan damarlarıyla (kapillerler) sağlanmaktadır. Lameller her solungaç yayı üzerinde bir çift sıralı olarak bulunurlar. Solungaçların devamlı olarak su ile temas ederek nemli kalmaları gerektiğinden, balıklar ağızlarını sık sık açıp kapatırlar ve bu esnada solungaç kapakları da devamlı su sirkülasyonunu sağlamak ve bunun solungaç boşluğunda tekrarını temin edebilmesi için periyodik olarak açılır ve kapanırlar. Solungaç lamelleri kılcal damarlarla donatılmış olduğundan, ağız yoluyla giren suyun içerisindeki erimiş O<sub>2</sub>'i tutar, buna karşın dokulardan getirdiği CO<sub>2</sub> gazını suya bırakır. Bu esnada solungaç kapakları açılarak oksijeni alınmış olan su dışarıya atılır. Genellikle balıkların solunum organları solungaçlar olmakla beraber, bazı formlarda barsak içerisinde bulunan özel kıvrıntılar da solunuma yardımcı olmaktadır. Bu sebeple adı geçen balık, oksijensizliğe karşın derece dayanıklı olan türler arasında yer almaktadır. Solunum esnasında O<sub>2</sub>'nin alınıp CO<sub>2</sub> gazının suya verilebilmesi için solungaçların devamlı surette nemli kalmaları şarttır. Bundan dolayı havada bol miktarda oksijen bulunmasına rağmen, balıklar su dışına çıkarıldıklarında havasızlıktan boğularak ölürlere. Eğer bir balığın solungaçları devamlı olarak nemli şekilde muhafaza edilebilirse havadaki oksijeni de teneffüs edebilir. Bundan dolayı bazı balıkları (örneğin, sazan, yayın gibi) rutubetli yosunlar içine yerleştirerek bir kutuya koymak sureti ile canlı olarak uzun mesafelere nakletmek mümkündür.

### **1.6.5. Hava Kesesi veya Yüzme Kesesi**

Hava kesesi, balıkların su içersinde dikey olarak seviyelerini ayarlamalarında ve denge sağlamalarında rol oynayan önemli bir organdır, ince bağırsağın bir ilavesi olup çok ince, zar şeklinde bir cidarı vardır. İçinin hava ile dolu olması sebebiyle bazı omurgalıların akciğer boşluklarına benzemektedir. Çalışma tarzı denizaltılardaki prensibe çok yakın benzerlik göstermektedir. Nasıl ki bir denizaltı belli derinliklerde kalabilmesi için safrasındaki suyu boşaltır veya safrasına su doldurursa, balıklar da su içersinde sabit bir seviyede kalabilmeleri için hava keselerindeki gazı boşaltır veya keseye gaz doldururlar. Yumurtadan henüz çıkmış yavruların hava keselerinde önce hava bulunmaz ve bu yüzden kese sönük vaziyette durur. Fakat yumurtadan çıktıktan kısa bir süre sonra, küçük yavrular su yüzeyine çıkarak ağızlarını açar ve bu keseyi hava ile doldururlar. Kesenin normal fonksiyonunu yapabilmesi için hava ile dolup boşalması şarttır. Bu yüzden hava kesesi kapalı olan balıklarda kesedeki havanın emilmesi veya tekrar keseye doldurulması yukarıda da bahsettiğimiz gibi, kesenin cidarında yer alan kılcal damarlarla sağlanmaktadır. Hava kesesinin bazı kısımlarından meydana gelmiş olan bezler, su basınçlarına otomatik olarak uyan, özel bir basınçtan etkilenen reflekslerle tanzim edilerek bu fonksiyonu yerine getirirler. Zeminde yaşayan balıkların çoğunda hava kesesi ergin safhada mevcut değildir.

### **1.6.6. Dolaşım Sistemi**

Balıklardaki dolaşım sistemi, ilkel omurgalılarınkine nazaran daha iyi gelişmiş olduğu hâlde, memelilerininki ile hiçbir zaman karşılaştırılmaz. Bu sistem, kanı daima öne doğru pompalamaya yarayan 2 bölümlü (kulakçık=conusarteriosus;karıncık=sinüs venosus) basit bir kalp ile kan sıvısının bütün organ ve dokularda dolaşmasını sağlayan damarlardan (arter, vena ve kapiller) ibarettir.

Kanın temizlenmesi solungaçlarla sağlanır. Kalp gayet küçük olup, karın bölgesinin üstünde ve yutağın hemen altında yer alır ve daima içersinde kirli kan taşır. Balıkların kanı diğer omurgalılarda olduğu gibi kırmızı renkte olup hemoglobin içerir ve bu madde sayesinde oksijenin dokulara taşınması sağlanır.

### **1.6.7. Boşaltım Sistemi**

Balıklarda boşaltım organı, metabolizma artıklarını (CO<sub>2</sub>, Ürik asit, üre, çeşitli boya maddeleri ve anorganik tuzlar vb.) dışarı atmakla yükümlü olan böbrekler olmakla beraber, bazen çeşitli vücut kısımları (Örneğin,bağırsak, deri ve solungaçlar)onlara yardımcı

olmaktadırlar. Balıkların böbreği genellikle bir çift olup vücut boşluğunun sırtında (dorsalinde) yer almış bulunmaktadır.

Özellikle kemikli balıklarda kloak olmadığı için, her böbrekten çıkan boşaltım kanalları ya doğrudan doğruya ya da birbirleriyle birleşmiş olarak dışarı açılırlar. Nadiren de olsa, bazen üreme organı kanallarıyla da birleşmiş olabilirler. Boşaltım sistemi, bilhassa tatlısu balıklarında çok iyi gelişmiştir.

Zira hayat ortamları olan tatlı suyun yoğunluğu vücut sıvısının yoğunluğundan daha az olduğundan vücutlarının devamlı şekilde suyu süzerek dışarıya atabilmesi için iyi gelişmiş bir boşaltım sistemine gereksinim duyarlar. Bu yüzden bunlarda boşaltım sistemi iyi gelişmiş bir organdır.

#### **1.6.8. Üreme Sistemi**

Balıkların üreme organları genellikle gonadlar olup bunlar dışide ovaryum, erkekte ise, testis adını alırlar. Ovaryumların ağırlıkları türlere göre değinmekle beraber, olgun oldukları zaman balık ağırlığının % 25'i kadar olabilirler. Genellikle üreme mevsimi yaklaşmış, ergin bir balıkta ovaryumlar açık sarı veya kahverengimsi bir renk alır, daneli bir görünüş kazanır ve yüzeyinde bol miktarda kılcal kan damarları bulunur. Ovaryumda gelişen yumurtalar genellikle yumurta kanalı (oviduct) ile vücut dışına atılırlarsa da bazı balıklarda (örneğin, yılan balıkları, alabalıklar) yumurta kanalı tamamen körelmiş olup, yumurtalar ve spermeler sadece bir delikle dışarı atılabilirler.

Testisler ise, erkek üreme organları olup genellikle bütün tatlı su balıklarında çifttir. Büyüklükleri üreme mevsimiyle ilgili olarak çok değişir. Ergin hâldeki bir balıkta, üreme mevsiminde testislerin rengi beyazımsı olur, lekesiz düz bir görünüş arzeder ve üzerinde kılcal kan damarları da görülmez. Ağırlıkları da ovaryuma nazaran daha az olup, ergin hâlde iken en çok vücut ağırlığının %12 'si kadar olabilirler.

Tatlı su balıklarının çoğu yumurtasını dışarı bırakan (ovipar) karakterli oldukları halde, bazılarında yumurta gelişimini dışının vücut boşluğunda tamamlar ( ovovivipar). Ovipar üremede dışının ve erkeğin suya bıraktığı yumurta ve spermeler su içerisinde döllenirler, bunun için de böyle formlarda çiftleşme organları gelişmemiştir. Balıklarda spermeler çeşitli şekillerde olabilirlerse de genel yapıları diğer omurgalılarınkine çok benzer. Nadir bir olay

olmakla beraber, sivrisinek balığı (gambusia) cinsinde dölleme dâhilî olduğundan, özellikle erkek bireylerinde, çiftleşme organı olarak anal yüzgeç modifiye olmuştur ve adeta yüzgecin bir kısmı penis görevini yapmaktadır. Kıkırdaklı balıkların tümünde de yalancı doğum (ovoviviparlık) gözlenir. Dölleme haricî olan balıklarda, döllemiş yumurtanın gelişmesi su içinde ve bırakıldığı yerde gerçekleşir. Embriyonik gelişim sırasında genellikle şeffaf olan yumurtanın içindeki yavrular, dışarıdan rahatlıkla izlenebilirler.

Yumurta sayısı da balık türüne göre oldukça değişmektedir. Örneğin, tatlı su formlarından acı balık (rhodeus) yumurta sayısı 40-100 arasında iken, mersin balıklarında bir defada 3 milyondan fazla yumurta bırakılmaktadır. Balıkların bu kadar fazla yumurta bırakmaları nesillerinin devamı için gereklidir. Zira dişi balığın bıraktığı yumurtaların büyük bir kısmı diğer etçil hayvanlar tarafından yenilir, bir kısmı da suların içinde döllemeyerek çürüyüp kaybolur. Yumurtadan yeni çıkmış yavrular besin( vitellüs) keselerini absorbe etmeden önce, oldukça pasif davranışlı ve kendilerini korumaktan aciz olduklarından bu safhada iken de büyük bir kısmı diğer yırtıcılara yem olmaktan kendilerini kurtaramazlar.

### **1.6.9. Sinir Sistemi**

Diğer yüksek organizasyonlu omurgalılarda olduğu gibi, balıklarda da uyarıları alma ve nakletme işini gören dış deri (ektodermal) orijinli bir sinir sistemi mevcuttur. Sinir sistemi sayesinde vücuttaki çeşitli organ ve sistemler arasında bir işbirliği ve bütünlük sağlanmıştır. Dolayısıyla canlının hayat akışını idare eden merkezi sinir sistemidir.

#### **1.6.9.1. Beyin**

Balıklarda beyin, genel olarak ön, orta ve arka kısım olmak üzere üç bölüm hâlinde incelenebilir. Ön kısımda, beyin ile doğrudan irtibat sağlayan olfaktif parçalar vardır. Bu bölgenin balıklarda esas olarak koku alma hissiyle ilgili olduğu söylenirse de, diğer bazı fonksiyonları da idare ettiği saptanmıştır; örneğin, olfaktorius parçaları çıkarılan dikence balığı türünde üreme düzensizlikleri görülmüştür.

Yüksek omurgalılardaki düşünme merkezi olan beyin yarım küreleri (cerebralhemisferler) balıklarda koku alma merkeziyle birleşmişlerdir. Bunun içindir ki örneğin, köpek balıklarında suda hasıl olan herhangi bir kan kokusu, onların yırtıcılık hislerini kışkırtır ve dolayısıyla köpek balığı hemen kan kokusunun geldiği yöne doğru yönelir.

Beynin ön tarafından çıkan oblik sinirler, çeşitli çaprazlanmalar meydana getirirler. Çukurluğun tabanında, salgısı organik dengenin meydana gelmesinde büyük bir rol oynayan hipofiz bezi görülür. Beynin arka bölümünün gerisinde beyincik bulunmaktadır. Bununla birlikte de bir taraftan beyin boşluğuyla, diğer taraftan omurilik ile irtibat sağlayan omurilik soğanı yer almaktadır.

### **1.6.9.2. Omurilik**

Yapı bakımından kıkırdaklı ve kemikli balıklarda hiçbir fark göstermeyen omurilik genellikle bütün vücut boyunca uzanmaktadır.

### **1.6.9.3. Sinirler**

Balıklarda genellikle iki çeşit sinir mevcut olup, bunlardan birisi beyinden çıkan kafatası sinirleri, diğeri de omurilikten çıkan spinal sinirlerdir.

Dışardan gelen uyarıları motor sinirleri alır ve gerekli hareket için kaslara emir verirler. Böylece sinirler sayesinde dışardan yapılan etkilere karşı canlı tarafından gerekli tepki gösterilmiş olur.

Her bir kas fibrili bir sinir fibrili içerir ve her bir kas bütün etkileri kontrol eden tek bir sinir ile koordineli olarak çalışır. Dışardan içeriye ve içerden dışarıya sayısız uyarılar (impulsler) nakledilir ve bu sayede de canlının çeşitli durumlardaki vücut hareketleri idare edilir.

## **1.6.10. Örtü Organları**

### **1.6.10.1. Deri**

Balıklarda deri, diğer omurgalılarda da olduğu gibi, vücudu dış ortam etkilerinden koruyan ve oldukça dayanıklı bulunan bir örtü tabakasıdır. Deri, herşeyden önce koruyan bir tabaka ise de, ayrıca çeşitli fonksiyonları da mevcuttur. Örneğin, bir taraftan içerdiği pigment maddeleriyle balığa renk verirken solunum ve boşaltım olaylarına da yardımcı olmaktadır. Bunların dışında bazı balık türlerine özgü olan korunma, avını yakalama veya hemcinsini bulmada rol oynayan elektrik organları ve zehir bezleri gibi yapılar da deri üzerinde yer almaktadır. Diğer omurgalılarda olduğu gibi, balıkların da derisi alt deri (derma) ve üst deri (epiderma) denilen iki tabakadan yapılmıştır.



- **Epidermis: Derinin** fazla kalın olması ve dış etkenlerle temas hâlinde bulunması sebebiyle hücreleri devamlı olarak yenilenmeye maruz kalan üst tabakası, bilhassa salgı bezleriyle donatılmış durumdadır. Bunların çoğu mukus bezleri olup, genellikle basit bir tüp şeklindedirler. Salgı mahsulleri olan mukusu, kısa bir kanal vasıtası ile pulların arasından vücut yüzeyine salgısalılarlar. Dolayısıyla vücudun devamlı olarak yumuşak ve kaygan kalması, bu bezlerin faaliyetine bağlıdır. Ayrıca kayganlık sağlamaları sebebiyle de balığın ortamı içerisinde kolayca hareket etmesini ve yaralanmalardan kolayca korunmasını sağlamış olurlar.
- **Dermis:** Alt tabakayı teşkil eden dermis, daha karışık yapılı olup, bağ dokusu, kas fibrilleri, kan damarları ve sinirlerin yer aldığı kısımdır. Pullar ve pigment maddeleri de dermis tarafından hasıl edilirler. Çoğu kez balıkların vücudu dışiskelet olarak nitelendirilen ve kemik orijinli olan pullarla örtülüdür. Deri şayet pullarla örtülü ise, yapısı gayet narin ve incedir; buna karşın pul içermiyorsa, dışetkenlere karşı dayanıklılık sağlayabilmek için çok kalın ve dayanıklı olur. Örneğin, kedi balığında pullar olmadığı için deri âdeta kösele gibi kalın ve sağlamdır.

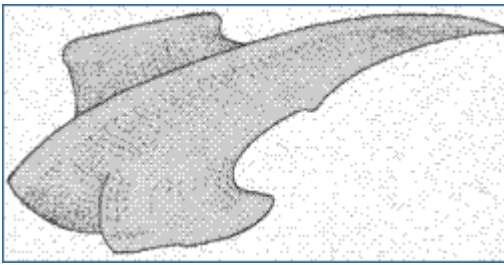
Pigment hücreleri özellikle dermis tabakasına ve dolayısıyla balığın vücuduna renk vermekteler. Bunların vücuttaki yerleri ve şekilleri değiştiği gibi içlerinde bulunan pigment maddeleri sinir refleksleri ve ışığın etkisiyle kontraksiyon yaparak hareket ederler. Dolayısıyla pigmentlerin hücre merkezinde toplanması veya hücre sathına yayılması sırasında balığın vücudunda açılma veya koyulaşma gibi kısmi bir renk değişimine sebep olmaktadırlar. Kromotofor hücrelerinin içerdiği pigment maddesinin türüne göre, bu mekanizma sayesinde bazı balıklar ortama adaptasyon gösterebilmektedirler.

#### **1.6.11. Pullar ve Pul Tipleri**

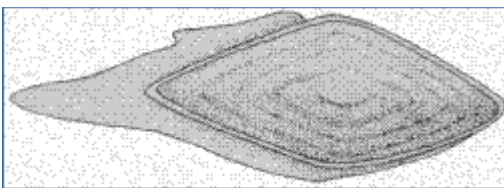
Derinin dermis tabakasında oluşan ve balığın vücudunu her türlü dış etkilerden koruyan pullar, kemikli balıkların çoğunda bulunmaktadır. Sıra ve sayıları ile diziliş tarzları türlerine göre özellikler arzettiğinden tür tayininde önemli karakterler olarak da dikkate alınmaktadır. Yılan balıkları gibi bazı formlarda pullar iyice küçülmüş ve deri içine gömülmüş olup, çıplak gözle bakıldığında âdeta pulsuzmuş gibi bir intiba uyandırır. Balık yavruları yeni yumurtadan çıktıklarında pulları olmaz, ancak gelişimin belirli bir safhasında önce vücudun belli bölgesinden başlamak üzere pullar teşekkül eder ve bu pullar kısa zamanda vücudu örter. Pulların orijini dermis olup, dizilişleri önden arkaya doğru olduğundan

balığın öne doğru yüzmesini kolaylaştırırlar. Pullar şekilleri itibari ile 4 grup altında incelenirler.

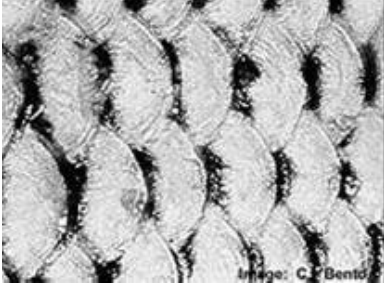
- **Placoidpullar:** En basit pul tipi olan placoid pullar çeşitli şekiller gösterirlerse de kaideleri daima yassıdır ve bu kaide üzerinde vücudun dışına doğru uzanan sivri bir diken bulunur. Bu pulların orijini hem dermis, hem de epidermis olduğundan diğer pul tiplerinden ayrılmaktadır. Dermis tarafından oluşturulan ve diş kemiği denilen bir çeşit kemikten yapılmış olan placoid pulları üzeri, orijini epidermis olan bir mine tabakası ile örtülüdür. Bu tip pullar köpek balıkları ve vatozlar için karakteristik yapılardır.



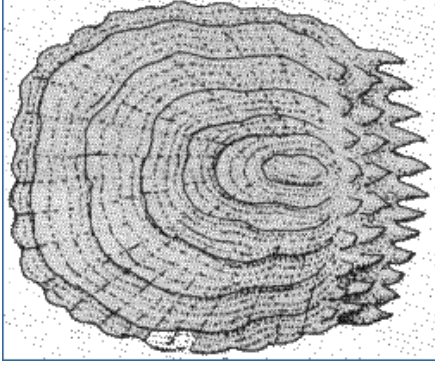
- **Ganoid (rombik) pullar:** Eşkenardörtgen şeklinde olan bu pulların orijini tamamen derinin dermis tabakasına aittir. Diş kemiğinden yapılmış olan ganoid pulların üzeri mineye benzeyen ve ganoin adı verilen parlak bir madde ile örtülüdür. Mine ile ganoin birbirinden farklı orijinli yapılar olup, mersin balıklarında daha büyük yapıda olan bu pullar vücudun sadece sırt ve yan taraflarında mevcut olup muayyen sıralar halinde uzanırlar.



- **Cycloidpullar:** Bugün yaşayan kemikli balıkların ekseriyetinin vücudu gayet ince yapılı, kolayca eğilip bükülebilen ve genellikle yuvarlağımsı şekilli cycloid pullarla örtülüdür. Arka uçları serbest olmak üzere âdeta bir çatının kiremitleri gibi dizilmişlerdir. Yani bir sıradaki her bir pul, bir evvelki sıranın iki pulunun altında ve arasındadır.



- **Ctenoid Pullar:** Ctenoid tip pullar yapı bakımından tamamen cycloid pullara benzerlerse de serbest uçlarının âdeta testere şeklinde dişlenmiş olmasıyla kolayca ayrılırlar. Bu yüzden bir sazan balığı ile bir tatlı su levreğini elimize alıp parmağımızı arkadan öne doğru sürtecek olursak tatlısu levreğindeki pulların küçük dişçikler içerdiğini kolaylıkla anlayabiliriz.



Bugün yaşayan balıkların çoğunda cycloid ve ctenoidpullar hakim olup adı geçenpulların üzerinde bunlara sahip olan balıkların yaşlarını tayin etmemizi mümkün kılan kesin büyüme modelleri vardır. Bu büyüme çizgileri bir merkez etrafında sıralanmış olan  $\text{CaCO}_3$ 'tan ibaret kabartılar olup mevsimsel farklılıklar arzederler. Bu farklılık ise, balığın pullarının devamlı olarak büyümeyip genellikle beslenmenin çok iyi olduğu ilkbahar ve yaz periyodunda fazla gelişip bilhassa kötü beslenmenin vuku bulunduğu kış periyodunda gelişmesini yavaşlatması veya tamamen durdurmasından ileri gelir.

Cycloid ve ctenoid pulların şekilleri türlere göre değiştiği gibi (dairesel veya eliptik), büyüklükleride değişmektedir; örneğin, bir sazan balığının pulları gayet iri olduğu hâlde, yılan balığının kiler mikroskopiktir.

## **1.7. Balıklarda His Organları**

Baştaki his organları, genellikle küçük ve yuvarlak çukurlar şeklinde olup bunlar başın her tarafına dağılmış vaziyettedirler. Özellikle alt çenenin altında bulunurlar, çıplak gözle ile kolaylıkla müşahade edilebilirler; örneğin, turna balığında gayet bariz olarak görülebilen bu porların sayısının 37 civarında olduğu ve her bir porun balığın yanak bölgesindeki sınırlara bağlı bulunduğu tespit edilmiştir. Yanal çizgi, genellikle balığın vücudu boyunca ve çoğu kez böğürlerinin tam ortasında uzanan tespih dizisi şeklindeki noktalardan meydana gelmiştir. Bu noktaların her biri küçük birer kanalın dışarıya açılan uçlarını teşkil ederler. Bu küçük kanalların birleşmesiyle balığın vücudunun iki yanında, başın arkasından kuyruk yüzgeci başlangıcına kadar medio-lateral hat boyunca uzanan bir çizgi hasıl edilir ki, buna yanal çizgi(linelateral) adı verilmektedir. Bu çizgi sayesinde balıklar suyun akış yönünü tayin edebilirler.

## **1.8. Balıklarda Duyu Organları**

### **1.8.1. Koku Alma Organı**

Balıklardaki koku alma hissi, iştme organlarının içerisinde bulunan yapılar ile sağlanmaktadır. Burun yahut da nasalpor denilen açıklıklar ise, yüksek yapılmurgalılarıdaki aksine, asla solunumda rol oynamazlar. Balıklarda bulunan bir burun organının tipik şekli gayet derin bir çukurluktan ibaret olup cidarları his dokuları ile döşenmiştir. Çoğu çukurluğun içerisi ibik veya rozet şeklindeki kıvrıntılarla donatılmış olup bu sayede koku hissini alma yüzeyi genişletilmiştir. Kemikli balıklarda burun boşlukları her biri ayrı birer delik vasıtasıyla dışarıya açılan iki kısım hâlinde, bir bölme ile ayrılmışlardır.

Özellikle kemikli balıklarda koku hissi çok iyi gelişmiştir. Su, ya yüzme ile veya aktif pompalama faaliyeti ile burun deliklerinin içinden geçmektedir. Bu esnada şayet kokulu maddelerin molekülleri su ile birlikte burun boşluğundan geçerse bu esnada his papilla'larıkokuyu algılar ve sınırlarla beyne bildirilir. Bilhassa yılan balığında çok iyi gelişmiş olan koku hissi sayesinde burun boşluğundan çok az miktarda geçen bu molekül ile derhal sudaki maddenin kokusunu algılar ve o yöne doğru yönelir. Koku alma organları sayesinde balıklar hemcinsleri ile anlaştıkları gibi gıdalarını da kolayca bulabilirler.

### 1.8.2. Denge ve İşitme Organı

Yüksek yapılı omurgalılarda olduğu gibi, balıklarda da denge ve işitme organıdır. Fakat balıklardaki kulak biraz daha farklı olup sadece iç kulaktan oluşmuş, dış ve orta kulak bölgeleri ise kaybolmuştur. Labirent adı verilen iç kulakta ortamdaki pozisyon hissini merkezi olan üç ampul ile yarım daire kanalı vardır ve içerisi balığın aldığı duruma göre değişen bir sıvı ile doludur. Bu kanalların altında, his tüy yastıklarının üzerine oturmuş ve herbiri birer otolit içeren üç adet içi boş kabartı vardır. Otolitler, kalker birikiminden meydana gelmiş olup genellikle sert yapılardır ve büyümeleri, balığın büyümesi ile ilgili olduğu için yaş tayininde de kullanılırlar. Zira otolitler üzerinde iyi ve kötü mevsimlerdeki büyümeleri karakterize eden yaş halkaları vardır. Bu halkalar özellikle ılıman iklim kuşağında yaşayan balıklarda yaz ve kış halkaları şeklinde gayet bariz olarak ayırt edilebilmekte, dolayısıyla bir kış ve bir yaz halkası bir yaşa tekabül ettirilerek balığın gerçek yaşını tayin etme imkânı olmaktadır. Üç otolitten, alttaki iki tanesi, titreşimleri his tüyleri tarafından algılanan sudaki ses dalgalarıyla etkilenirler. Dolayısıyla bir gölün veya derenin kenarında yürüyen bir insanın suda hasıl edeceği ses titreşimleri bu iki otolit sayesinde balık tarafından alınmakta ve ona göre tepki gösterilmektedir. Üstte bulunan tek otolit ise, balığın dengesi ile ilgilidir. İşitme organı balıklarda iyi gelişmemiş ise de, bazı gruplarda, sazan balığı gibi, bazı formların ses titreşimlerine karşı çok hassas olmalarının sebebi, titreşimleri hava kesesinden iç kulağa nakleden ve weber kemikleri denilen bir seri kemik sisteminin (4 adet kemik) mevcut olmasıdır. Bu yüzden weberapareği taşıyan balıklar sese karşı çok hassastırlar. Balıkların sudaki titreşimleri algılaması bir taraftan kulaklarıyla yapılırken, diğer taraftan da yanal çizgileriyle bu algılama işi pekiştirilmektedir. Dolayısıyla bir balık sudaki ses titreşimini, şayet kulağı ile hissedemezse bile, yanal çizgi ile hissedecektir.

### 1.8.3. Görme Organı ve Görüş Sahası

Balıkların gözü, ön tarafta hafif konveks bir durum arzeden küresel şekildedir. Görme yoluyla yön tayininin balıkların çoğu için büyük bir önemi vardır. Balıkların göz kapakları yok ise de, bazı balıklarda (kefal balıklarındaki gibi) diğer omurgalılara nazaran farklı yapıda olan etten yapılmış göz kapakları bulunur. İstisna olmakla beraber, daima ışısız mağaralarda yaşamaya adapte olmuş formların gözleri degeneratif evrim sonucu tamamen kaybolmuş veya deri altında fonksiyonu olmayan çok küçük noktacıklar hâlinde kalmıştır; örneğin, mağara formlarında gözler tamamen kördür veya hemen hemen hiç mevcut olmayıp deri ile örtülmüştür.

Balığın gözü nispeten büyüktür, küresel ve sert bir kristal içerir. Kornea tabakası omurgalılarda olduğu gibi, ışığı yansıtmaz. Zira kırılma indisi suyunkinden farksızdır. Kristallerin yerleştiği görme odasının görüş açıları göz kapağının durumlarına bağlı olarak değişmektedir. Genellikle her balık gözü için görüş açısının değerleri yatay olarak  $190^{\circ}$ - $170^{\circ}$ , dikey olarak ise  $150^{\circ}$  civarındadır. Balığın önündeki  $20$ - $30^{\circ}$ lik bir açılal alan, ancak iki gözün de birlikte görebildiği bir görüş sahasıdır. Balıklar ancak bu durumda, herhangi bir objeyi çok net görebilirler. Eğer bir balık suyun içindeyken yukarıya doğru bakıyorsa, gerek sudaki, gerekse havadaki bir objeyi ancak  $98^{\circ}$  civarındaki bir açı içerisinde net olarak görebilir. Fakat görüş odasının açıldığı genellikle yukarıya doğru yönelmiş olduğundan, balıklar zemindeki objelerin ancak sudaki hayali yansımasını görürler. Bu yüzden bilhassa hareket hâlindeki olayların mesafesini tayin edemeyen balıklarda relief hissi çok zayıftır. Normal olarak az ışıklı bir biotopla yaşayan balıklar daima ışıktan kaçan bir özellik gösterirler. Bu yüzden fazla ışıklı bir ortama getirilerek orada yaşamaya mecbur tutulursa daima ışığın az olduğu sığınma yerleri ararlar, şayet böyle barınaklar bulamazlarsa kısa zamanda kör olurlar.

### **1.9. Balıklarda Osmoregulasyon**

Balıkların vücut sıvıları çözünmüş tuzlar ve organik besinler içerir. Bu maddelerin miktarı vücut sıvılarının osmotik yoğunluğunu belirler. Tatlısu'da yaşayan kemikli balıkların vücut sıvılarının osmotik yoğunluğu içinde bulunduğu ortama göre daha yüksektir. Dolayısıyla tatlı su balıklarına gerek solungaçlardan, ağız epitelinden ve bağırsak yüzeyinden gerekse üzerindeki pullara ve mukus tabakasına rağmen kısmen deriden sürekli su girişi vardır. Tatlısu balıkları çok miktarda idrar yaparak bu fazla suyu atar.

Deniz balıklarında durum tersinedir. Deniz balıklarının vücut sıvılarının osmotik yoğunluğu içinde bulunduğu suya göre daha azdır. Dolayısıyla az yoğun ortamdan çok yoğun ortama sürekli bir geçiş olduğundan, balık devamlı su kaybeder. Buna karşılık balık su eksikliğini kapatmak için su içer ve su vücutta tutulmaya çalışıldığından daha az idrar yapar.

### **1.10. Balıklarda Göç**

Göç, sularda türün bir yaşam alanından diğerine düzenli aralıklarla ya da yaşam evrelerine göre yapılan kitle hareketi olarak tanımlanır. Göçlerin çoğunda başladığı yere dönüş vardır. Bununla birlikte, dönüşü olmayan tek yönlü vardır. Balıklarda genel olarak göçler yumurtlama, beslenme ve kışlama göçleri olmak üzere üçe ayrılır. Amaç uygun

sıcaklıktaki suları bulmaktır. Bazı balık türlerinde bu göçler yıllık olarak ya da belli yaşam evrelerinde yapılır. Bazı balıklar ise günlük göç yaparlar.

Balık göçleri çeşitli şekillerde sınıflandırılır:

- **Potamadrom Göçler:** Tatlısular içinde yapılan göçlerdir. Bazı Tatlısu balıkları yumurtlamak için göl ve nehirlerin yukarı kısmına, kaynağa doğru göç yaparlar.
- **Oseanodrom Göçler:** Denizlerde yaşayan ve denizler içinde göç eden balıklardır. Torik, uskumru, kalkan, lüfer, mezigit ve hamsi gibi balıklar denizler içinde göç eden balıklardır.
- **Diyadrom Göçler:** Tatlısu ve deniz arasında yapılan göçlerdir. Bu göçü yapan balıklar gerçek göçmen balıklardır. Diyadrom göçler kendi içinde anadrom, katadrom ve amfidrom olmak üzere üçe ayrılır.
  - **Anadrom Balıklar:** Yaşamlarının büyük bir kısmını denizlerde geçirip yumurtlamak için tatlı suya göç eden balıklardır. Atlantik somonu, mersin balıkları sadece yumurtlamak için ilkbahar ve yazda denizden tatlısulara geçerler.
  - **Katadrom Balıklar:** Yaşamlarının büyük bir kısmını tatlısularda geçiren ancak yumurtlamak için denizlere göç eden balıklardır. Avrupa yılan balığı tipik bir katadrom balıktır. Akdeniz ve Batı Avrupa'nın
  - **Amfidrom Balıklar:** Üreme amacı olmaksızın yaşamlarının belli dönemlerinde tatlısulardan denizlere, denizlerden tatlısulara göç eden balıklardır. Tropikal bölgelerde akarsularda yaşayan *Sicydium* larva döneminde denizlere sürüklenirler, gençlik döneminde yeniden tatlısulara dönerler.

Balıkların göçünde, endokrin sistemin ve sinir sistemlerinin yön ve zaman tayininde önemli rolleri vardır.

## **BOTANİK DERS NOTLARI**

### **YAŞAMIN MADDESEL TEMELİ**

Yerküreyi ve üzerinde yaşayan canlıları madde olarak 104 kadar element ve bu elementlerin atomlarının etkileşimi oluşturur. Maddenin değişim, dönüşüm ve etkileşimlerini fen bilimleri; maddenin geriye dönüşümlü değişimlerini fizik; geriyedönüşümsüz değişimlerini de kimya bilimi inceler. Biyokimya ve biyofizik isemaddenin hücre içindeki değişim, dönüşüm ve etkileşimlerini araştıran bilim dallarıdır. Maddenin hücre içindeki değişim, dönüşüm ve etkileşimleri ise yaşamı, canlılığı oluşturur.

### **CANLI SİSTEMİ OLUŞTURAN ORGANİK MOLEKÜLLER**

Canlı yapısında yer alan kimyasallar özelliklerine göre organik ve organik olmayan moleküller olarak ikiye ayrılırlar. Canlıların sentezlediği ve kullandıkları organik bileşiklerin başlıcaları karbonhidratlar, proteinler, yağlar ve nükleik asitlerdir. Bu organik maddelerden bazıları (karbonhidratlar ve yağlar) hücrede enerji, bazıları (proteinler, yağlar vb.) yapı malzemesi, bazıları da (proteinler, vitaminler vb.) metabolizmada düzenleyici (regülatör) madde olarak görev yaparlar. Nükleik asitler ise yönetici moleküllerdir. Vücudun farklı hücre doku ve organlarında bu maddelerin oranları değişik olabilir.

### **HÜCRE KAVRAMI**

Canlı kavramı içinde yer alan her varlık hücreden ya da hücrelerden meydana gelir. Canlılığın temel yapı ve fonksiyon birimi hücredir. Hücre, dışarıdan aldığı maddeleri ihtiyacı doğrultusunda işleyip, yeniden sentezleyebilen, gerektiği zaman bu maddeleri parçalayıp enerjisini sağlayabilen, bir üreme birimi olarak da kendisinin aynısını meydana getirebilen ve kendi özelliklerini sonraki kuşaklara aktarabilen küçük yaşam birimidir.

Hücreler zarla çevrili bir çekirdeğe sahip olup olmamalarına göre prokaryot ve ökaryot hücreler olarak iki gruba ayrılır. Prokaryot hücrelerin genetik materyali DNA molekülü nükleoid olarak adlandırılır ve hücre içinde nükleusoluşumu görülmez. Ökaryot hücrelerin genetik materyali zarla çevrili ve kendine has matriksi olan çekirdek (nükleus) içinde yer alır.

### **PROKARYOT HÜCRE**

Prokaryot hücreler zarla çevrili bir çekirdekleri olmayan hücre tipleridir. Çekirdek materyalleri serbest olarak protoplazma ile karışmıştır. Prokaryot hücrelerde endoplazmik retikulum, golgi cisimciği, ve mitokondri gibi çift zarla çevrili organeller yoktur.



Protein sentezinin yapıldığı ribozom granülleri sitoplazmada dağınık olarak bulunur. Solunum enzimleri hücre zarı çevresinde bulunurlar. Bir çekirdek zarı bulunmadığından bunların dışında kalan molekül içermeyen, yarı katı sıvı dastosol olarak isimlendirilir.

Prokaryot hücreler çeşitli biçimlerde olabilirler (çubuk, küre, spiral gibi). Boyları 1-10 mikron kadardır. Işık mikroskobu ile görülebilir, kolayca üretilirler. Prokaryotlar tek veya koloniler halinde yaşarlar. Bu özellikteki hücrelere en iyi örnekler bakteriler ve siyanobakteriler (mavi-yeşil algler)'dir.

## **ÖKARYOT HÜCRE**

Ökaryot hücreler belirlenmiş bir çekirdeğe sahip hücrelerdir. Prokaryotlardan farklı olarak çift zarla çevrili organellere sahiptirler. Hücre büyüklüğü açısından, gözle görebileceğimiz boyutta hücreler olabildiği gibi, göremeyecek kadar küçük olanları da vardır. Örneğin bir hücre olarak kuş yumurtasını gözümüzle görebiliriz. Fakat çoğu hücreler birkaç mikron boyutundadır ve ancak mikroskoplarla görebiliriz. İnsanın en küçük hücresi mikron çapındaki lenfosit hücreleridir. Buna karşılık aksonu ile beraber bir sinir hücresi 90 cm kadar ola- bilmektedir.

Ökaryot hücrelerde üç temel bölüm ayırt edilir. Bunlar hücre zarı, çekirdek ve sitoplazmadır. Sitoplazma içinde özel görevleri olan ve organel adını verdiğimiz yapılar yer almaktadır.

Ökaryot hücrelerin bitki ve hayvan hücresi olmak üzere iki temel tipi vardır ve bunları farklı kılan bazı özelliklere sahiptirler. Bitki hücrelerinde plazma zarının dışında bir de selülozdan oluşmuş hücre duvarı bulunur. Ayrıca fotosentez görevini yürüten kloroplast ve çeşitli maddelerin sentezi ve depolanmasından sorumlular plastidler de vardır. Bitki hücrelerinde ayrıca fonksiyonel vakuol (koful) adı verilen boşluklar da bulunur. Buna karşılık hayvan hücrelerindeki sentriol ve astriplikleri bitki hücrelerinde bulunmaz. Bitki hücrelerinin bölünmeleri sırasında oluşan hücre plağı denilen bir yapı da bitkilere özgüdür.

### **Hücre Membranı (Hücre Zarı)**

Bütün hücreler sitoplazmalarının çevresinde bütünlüğü korumak için hücre zarı (plazma zarı) ile çevrelenmişlerdir. Hücre zarı, protein ve lipitlerden az miktarda karbonhidratlardan oluşmuştur. Zarlarda yer alan karbonhidratlar, lipitlere bağlı halde bulunan ya glikolipit ya da glikoprotein halindedirler.

## **Hücre Zarından Maddelerin Geçişi**

Hücre kendisi için gerekli olan su, oksijen, besin vb. gibi gereksinim duyduğu molekülleri çevresinden alır. Atık maddeleri ve kendisine gerekli olmayanları da dışarı verir. Bu şekilde iç ortamının iyon dengesini korur. Zar böylece seçici olarak bazı molekülleri içeri alır, bazılarını dışarı verir. Bu zarı seçici geçirgen (selektifpermeabl) özelliğinden ileri gelir. Bu alışverişte zarın iki tarafındaki konsantrasyon farkı çok önemlidir. Bazen de hücre içinde konsantrasyonu yüksek olan bir iyonuda tutmak zorunda kalabilir. Bu nedenle hücre zarındaki moleküller açılıp kapanabilen birer pompa gibi görev yaparlar. Bazı büyük moleküllü maddeler de katıveya sıvı olarak zarın geçiş yapmak zorundadır. Bunlar da plazma zarından oluşan kesecikler (vezikül) içinde taşınırlar.

Zarlar aynı zamanda içten dış ortama ya da ters yönde bilginin taşındığı oluşumlardır. Bu bilgiler zarların üzerinde bulunan reseptörler aracılığı ile olmaktadır. Farklı reseptörler kendilerine uygun ligand denilen özel moleküllerle bağlanırlar. Ligandlar, hormonlar, büyüme faktörleri gibi maddeler olabilir. Bu şekilde plazmalarındaki uyarılma ile hücre bölünür, farklılaşır veya bir hücreli bir organizma ise besine doğru hareket eder.

Küçük moleküllerin hücre zarından geçişi difüzyon, osmoz, kolaylaştırılmış difüzyon, aktif transport: makromoleküllerin geçişi ise endositoz (fagositoz, pinositoz) ve ekzositoz ile olmaktadır. Membrandan iyonların geçişi iyon kanalları yani transport proteinleri sayesinde gerçekleştirilir.

## **Sitoplazma**

Hücrenin içinde bulunan zar sisteminin arasındaki boşlukları dolduran kısım sitoplazmadır. Sitoplazma, heterojen yapıda, ne katı, ne sıvı bir kolloid sistemdir. Sitoplazmaya, sitoplazmik matriks de denilir.

## **Organeller**

Hücrede özelleşmiş işlevler ve kimyasal reaksiyonlar organel adını verdiğimiz özelleşmiş yapılarda gerçekleştirilir. Ayrıca bir hücre içi zar sistemi oluşmuştur. Bu zar sistemi ile hücrenin içinde birbirinden bağımsız çalışan bölümler oluşturulur. Bu sistem içinde endoplazmik retikulum, golgi kompleksi ve çekirdek zarı yer alır.

## **Endoplazmik Retikulum (ER)**

Hücre içi zar sisteminin büyük bir kısmını endoplazmik retikulum oluşturur. Eritrositler hariç tüm ökaryot hücrelerde bulunur. Endoplazmik retikulum membransistemi,

hücrenin içinde her yönde dallanmış, yassılaştırmış keseler biçiminde, bir ağşeklindedir. Endoplazmik retikulum genelde çekirdek ve golgi aygıtı arasında yer alır. Hücreden hücreye ve hücrelerin fizyolojik durumlarına göre kanal ve keselerin diziliş ve miktarları değişebilir. Çok fazla protein sentezi yapan hücrelerde kanallar genişlemiş olarak gözlenir. Endoplazmik retikulum zarları ile çevrili olan yapılara sisterna adı verilir.

### **Ribozomlar**

Hem prokaryot hem de ökaryotlarda bulunurlar. Ribozomlar ribonükleik asit ve protein ünitelerinden yapılmıştır, lipit ve polisakkaritleri içermezler. Görevi protein sentezinde mRNA daki bilgiyi aminoasit dizisi şekline dönüştürmektir.

### **Golgi Kompleksi**

Hücrede çekirdeğin üst tarafında yer alan ve ağ şeklinde olan organelle golgikompleksi adı verilmektedir. Yapısının ve görevinin karmaşıklığından dolayı golgi kompleksi adı verilmiştir. Bütün omurgalı hayvan hücrelerinde vardır. Bitki hücrelerinde de golgiyozom veya diktiozom adını alır.

### **Lizozomlar**

Kırmızı kan hücreleri hariç bütün ökaryotik hücrelerde bulunur. Zarla çevrili yuvarlak veya oval biçimli, yerleri, sayıları ve büyüklükleri hücreden hücreye ve hücrenin farklı evrelerinde değişen bir organeldir. Esas görevi sindirmektir.

## **CANLILARI NEDEN SINIFLANDIRIR VE SİMLENDİRİRİZ?**

İnsan diğer bütün canlı varlıklar gibi, çevresindeki canlı ve cansız varlıklarla sürekli ilişki içindedir. Bu ilişkiler çeşitli şekillerde hayatını etkiler, ilk çağlarda beslenme, barınma gibi temel ihtiyaçların giderilmesinin yanında, sağlık, ekonomi, dahar rahat bir hayat sürme isteği gibi nedenlerle insanın çevresiyle ilişkisi farklı boyutlar kazanmıştır, insan nüfusunun artması ve uygarlığın ilerlemesiyle insan-çevre etkileşimi son derece karmaşık bir hal almıştır.

Bütün bu aşamalarda insanlar, çevrelerini canlı cansız her türlü ögesiyle tanı-maya çalışmışlardır. Örneğin; beslenme ihtiyacı karşılanmaya başlandığında zehirli-zehirsiz yiyecek kaynaklarını ayırması gerekmiştir. Bu aşamayla birlikte lezzetli-lezzetsiz yiyecekler seçilmiş, daha beğenilenlere kolayca ulaşma hatta onları yakınçevrelerinde üretme faaliyetlerine girişilmiştir. Barınma ve olumsuz çevre koşullarından korunma ihtiyacı için de çevredeki canlı ve cansız varlıkların tanınması ve çeşitli işlemlerden geçirilmesine yönelik yöntemler geliştirilmiştir. Hastalıkların tedavisinde canlı materyalin kullanımı da eski çağlardan bu yana

yaygın bir yöntemdir. Doğadaki canlıların yararlı-zararlı, lezzetli-lezzetsiz gibi ayrılması bilimsel olmamakla birlikte aslında bir çeşit sınıflandırma işlemidir. Canlılar arasındaki ilişkiler kuşkusuz sadece insan ve diğer canlılar arasındakilerden ibaret değildir. Hercanlının doğada belli bir işlevi vardır ve yokluğu durumunda pek çok sorun ortaya çıkar.

Doğada bulunan bir canlıdan yararlanmak ve bu alışkanlığı nesilden nesile aktarmak ya da herhangi bir canlının doğadaki işlevlerini anlamak üzere onunla çalışabilmek için öncelikle isimlendirilmesi gerekir. Bu nedenle de insanlar çevrelerindeki canlıları isimlendirmeye başlamışlardır. Ulaşımın kolaylaşmasına bağlı olarak yakın çevreden uzaklaşıldıkça çeşitliliğin olağanüstü boyutu anlaşılmayablaşanmış ve sınıflandırma ve isimlendirme için çeşitli yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır.

Günümüzde pek çok farklı tahmin olmakla birlikte Dünyadaki yaklaşık 2 500 000 civarında canlı türü olduğu düşünülmektedir. Gerek insanlar arası iletişim gerekse bilimsel araştırmalar için canlıların doğru sınıflandırılması ve isimlendirilmesi önem taşır. Bir ülkenin canlı envanterinin çıkarılması da bu bilim dalı ile çalışanların görevlerinden biridir.

### **Taksonomik Kategoriler**

Günümüzde sınıflandırma bilimi evrimsel prensipler üzerine kurulmuştur. Bu sistemde taksonlar, hiyerarşik bir düzen içinde sıralanır. Türün altında alt tür ve ırk gibi daha küçük birimler yer almakla birlikte, hiyerarşik sıralamada temel kategori tür olarak kabul edilir.

Tür ve alttür kategorilerini yukarıdaki şekilde tanımladıktan sonra organizmaların sınıflandırılmasında kullandığımız ve Linne'den bu yana kullandığımız hiyerarşik sisteme göre canlılar için kullanılan kategoriler aşağıdadır:

#### **Taksonomik Kategoriler**

- Regnum (Alem)
- Phylum (Şube) veya Divisio (Bölüm)
- Classis (Sınıf)
- Ordo (Takım)
- Familia (Aile)
- Genus (Cins)
- Species (Tür)

### **Günümüzde Sınıflandırma**

Günümüzde sınıflandırma bilimi, pek çok modern yöntemin de kullanılmasıyla birlikte akrabalık ilişkilerini göz önüne alan sistemler oluşturma çabası içindedir. Yirminci yüzyıla kadar canlıların bitkiler, ve hayvanlar olarak sınıflandırılması yaygın bir gelenektir. Ancak 1960'lı yıllarda canlılar hakkındaki bilgi birikimi arttıkça funguslar, bakteriler ve protistlerin

bu sisteme yerleştirilemediği fark edildi. 1967 yılında Whittaker, canlıları beş Alemlı bir sistemde sınıflandırmayı önerdi. Bu sistemde en altta Monera adı verilen ve prokaryotların yer aldığı bir alem yerleştirilmiştir. ikinci alem, çok geniş olup farklı canlı gruplarının yerleştirildiği Protista'dır. Genel olarak tek hücreli veya koloni oluşturan prokaryotik canlılar bu aleme yerleştirilir. Bu gruplar bitki, mantar ve hayvanların ilkelleri olarak da nitelendirilebilir. Whittaker in önerdiği diğer alemler, Plantae (Bitkiler), Fungi (Funguslar)ve Animalia (Hayvanlar)dır. Bu sistemde, yukarıya doğru çıkıldıkça daha gelişmiş gruplar yer alır.

## **BİTKİLERİN YAPISI VE İŞLEVİ**

### **GİRİŞ**

Bitkiler, yeryüzündeki hayatın devamlılığını sağlayan besin zinciri içinde kilit roloynayan organizma gruplarının başında gelirler. Canlılar tarafından direkt olarak kullanılmayan güneş enerjisini, fotosentez yetenekleri sayesinde, tüketici organizmalar (insanlar ve hayvanlar) tarafından kullanılabilir enerji formuna çevirirler. Bu nedenle ekosistemlerde, besin zincirinin ilk halkasını (birincil üretici) oluştururlar. Sahip oldukları klorofil molekölü sayesinde gerçekleştirdikleri fotosentez olayı ile, besin üretiminin yanısıra yan ürün olarak da oksijen açığa çıkarırlar. Canlıların oldukça önemli bir bölümü, bitkiler tarafından sentezlenen organik besinlerde bulunan kimyasal bağ enerjisini kullanılabilir hale getirmek için oksijene gereksinim duyarlar. Bu durumda bitkiler, besin zincirinin sonraki halkalarında yer alan canlılar için hem besini hem de o besinin enerjiye çevrilmesi için gerekli olan oksijeni aynı anda sağlarlar.

Bitkiler, atmosferin kimyasal yapısının sürdürülebilirliği açısından da önemli roller üstlenirler. Özellikle karbondioksitin atmosferde dengeli bir düzeyde kalmasına yardımcı olurlar. Ayrıca fotosentez sonucu oluşturulan oksijen, atmosferin üst tabakalarında güneş ışınlarının da yardımıyla ozon tabakasının oluşumunu sağlar.

Bu da güneşten gelen zararlı ultraviyole (UV) ışınlarının süzölerek, dünyada canlılar için yaşanabilir bir ortam oluşturulmasına önemli katkı sağlamaktadır. Dünyada organizmaların yaşamlarını sürdürülebilir biçimde devam ettirebilmeleri açısından önemli roller üstlenen bitkisel organizmaların yapısal ve işlevsel özelliklerini daha yakından inceleyelim.

## **Bitki Hücresi**

Yüksek (gelişmiş) bitkiler, birbirleriyle ilişki içerisinde olan, belirli bir düzen içerisinde birarada bulunan çok sayıda hücrelerden oluşmuş organizmalardır. Bu organizmaları oluşturan hücreler, diğer hücrelerden bir takım özellikleri ile farklılık gösterir.

Bunlar:

- Bitki hücreleri selüloz çeper içerirler.

Selüloz çeper, bitki hücrelerinde tipik olarak gelişen yapılar arasındadır. Hücreye mekanik direnç sağlar. Özellikle hücre içine giren suyun, hücre çeperine yaptığı basınca (turgor basıncı) karşı etkin direnç oluşturur. Ayrıca, çeperin nispeten sert yapısından dolayı hücrenin belirli bir şekilde kalmasını sağlar.

- Bitki hücreleri plastid içerirler.

Plastid bitki hücrelerinde bulunan ve önemli metabolik işlevleri olan organellerdir. Kloroplastlar, kromoplastlar ve levkoplastlar, bitkilerde bulunan farklı plastid tipleridirler. Kloroplast, bitkilerin yapraklarında ve diğer yeşil bölgelerindeki hücrelerde bulunur ve bünyesinde klorofil molekülünü taşır. Klorofil molekülü, bitkilerde esas olarak fotosentez işlevinin gerçekleşmesini sağlar. Kromoplastlar ise yeşil dışındaki diğer renkli pigmentli plastidlerdir. Genellikle sarı, kırmızı ve turuncu renkleriyle çiçek ve meyvelerde bulunurlar. Levkoplastlar ise, renksiz plastidler olup, fotosentez sonucu sentezlenen besin maddelerinin depolandıkları organellerdir. Işığa maruz kaldıklarında kloroplastlara dönüşebilirler.

- Bitki hücreleri vakuol içerirler.

Bitki hücrelerinde, hücre hacminin oldukça önemli bir kısmını kaplayan vakuol içerisinde, su ve bazı biyokimyasal maddeler bulunur. Bitki hücreleri, bu suyun oluşturduğu iç basınç ile (turgor basıncı) şekillerini korurlar. Temel görevi, bitkinin biçimini koruyan turgor basıncını kararlı bir düzeyde tutmaktır.

- Bitki hücrelerinde sentriol bulunmaz.

Hayvansal hücrelerin çoğalmaları (mitoz bölünme) sırasında kromozomların çekilmesini sağlayan sentriol adı verilen hücre organelleri bitki hücrelerinde bulunmaz.

## **BİTKİSEL DOKULAR**

Kökenleri, morfolojileri (şekilleri) ve görevleri bakımından birbirine benzer hücreler bir araya gelerek dokuları oluştururlar. Doku çeşitliliği, canlının organizasyonel düzeyine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Benzer şekilde, doku içerisinde yer alan farklı hücre tipleri de, dokunun yapısı ve fonksiyonu ile ilişkili olarak değişiklik gösterebilir.

Bitkisel dokular, yapısal ve işlevsel özellikleri bakımından başlıca iki büyükgrup altında değerlendirilir.

- Meristematik dokular
- Sürekli dokular

### **Meristematik (Bölünür) Dokular**

Bitkilerde erken gelişim dönemlerinden itibaren, bitkinin yaşamı boyunca bölünebilme özelliğini koruyan, belirli bir görevi yapmak üzere özelleşmemiş (farklılaşmamış) hücrelerin oluşturduğu embriyonik dokulara meristem adı verilir. Kök,gövde ve yanal organların uç kısımlarında bulunur. Metabolik açıdan son derece aktif olan meristem hücreleri, bölünerek yeni hücreler meydana getirirler. Yeni hücreler, büyüyüp gelişerek, bitkide belirli bir işlevi yerine getirmek üzere özelleşmiş hücreleri oluşturmaktadır. Başka bir deyişle, meristematik hücrelerinbölünerek verdiği yeni hücreler, sürekli dokuların kökenini teşkil etmektedir.Meristematik bir hücre, diğer hücrelerden farklı olarak bazı tipik özelliklere sahiptir.

Meristem hücreleri, sık ve sürekli bölünme yeteneğine sahip, bol protoplazma içeren hücrelerdir. Hücre çeperleri ince, hücre içerisinde ise küçük ve çok sayıda vakuol taşırlar. Çekirdekleri, hücre hacmine göre oldukça büyüktür. Hücrelerarası boşluk taşımayan hücreler, plastid de içermezler.

Meristematik hücreler, embriyo safhasından itibaren, bitki canlı kaldığı süre boyunca bölünme yeteneğini koruyabilir. Genellikle kök, gövde ve onların yanal organlarının uç kısımlarında yer alan bu meristemlere primer meristem adı verilir.Bazen de farklılaşmış ve bölünme yeteneklerini kaybetmiş hücreler, sonradan yeniden bölünme özelliği kazanabilir. Bu tip meristematik hücrelere de sekondermeristem adı verilir.

Çok yıllık gelişim gösteren bitkilerde, enine kalınlaşmayı sağlayan kambiyum dokusu, sekonder meristemlere örnek olarak verilebilir.

Meristemler, bitkilerde farklı yerlerde bulunurlar ve buldukları yere görebaşlıca 3 ana grup altında değerlendirilirler. Bunlar:

- Apikal (uç) meristemler
- Lateral (yanal) meristemler (kambiyumlar)
- Interkalar (ara) meristemler

Apikal meristemler; kök, gövde ve bunlardan ayrılan dalların uç kısımlarında bulunur. Bu bölgelere, hızlı bölünüp geliştiklerinden dolayı büyüme noktalarıadı da verilmektedir. Büyüme noktalan, kökün yerçekimi doğrultusunda (pozitifjeotropizma), gövdenin ise yerçekiminin aksi yönde (negatif jeotropizma) büyümesini ve gelişmesini sağlarlar. Bir

yandan bitkilerin boylarının artmasını sağlarkendiğer yandan da yeni oluşacak dokuların ve organların kökenini teşkil ederler.Kök ve gövde üzerinde yer alan meristem hücreleri, çevresel değişimlere çok hassas olduğundan koruma altındadır. Gövdede tomurcuk pulları, kökte ise yüksük(kaliptra) adı verilen yapılar, meristematik bölgeleri korumakla görevlidir.

Büyüme noktalarında dıştan içe doğru 3 kısım ayırt edilir.

- Dermatogen
- Periblem
- Plerom

### **Kök ve gövde büyüme noktaları**

Gövdeye ait büyüme noktaları için dermatogen + periblem ve korpus (plerom) terimleri de kullanılmaktadır. Büyüme noktaları kısımlarından dermatogen gelişince epidermayı, periblem korteksi ve plerom merkez silindirini(iletim demetleri) meydana getirir.

Lateral meristemler, bitki bünyesinde daha iç kısımlarda bulunan dokular arasında yer almaktadır. Gerçekleştirdikleri hücre bölünmeleri ile, bitki organlarının çapını arttıırırlar. Çok yıllık gelişim gösteren bitkilerde kabuk oluşumunu sağlayan mantar kambiyumlar (fellogen) ya da odun oluşumunu ve bitkinin enine kalınlaşmasını sağlayan kambiyum dokusu lateral meristemlere örnek olarak verilebilir.

Interkalar (ara) meristemler ise, bitki gelişimi sırasında uç kısımdan ayrılan apikal meristem parçalarıdır. Genellikle bazı tek çenekli bitkilerde (monokotil) bitkilerde rastlanır. Apikal meristemlerle birlikte gerçekleştirdikleri hücre bölünmeleri ile bir yandan bitkinin uzamasını sağlarken diğer yandan da yeni dokuların kökenini oluştururlar.

### **Sürekli (Yetkin) Dokular**

Bölünme yeteneklerini tamamen veya geçici bir süre yitirmiş, belirli bir fonksiyonu yerine getirmek üzere özelleşmiş hücrelerin oluşturduğu dokulara sürekli dokular adı verilir. Sürekli doku hücreleri, meristematik hücrelerden bazı özellikleriyle farklılık göstermektedir. Metabolik olarak meristematik hücrelere göre daha az aktif olan sürekli doku hücreleri, bazen tamamen ölü durumdadırlar. Daha az protoplazma içerebilir ya da hiç içermeyebilirler. Çeperleri meristematik hücrelere göre daha kalın olan ve hücrelerarası boşluk içeren sürekli doku hücreleri, vakuol ve plastid taşırlar.

Bitkisel sürekli dokular, görevlerine göre başlıca 5 başlık altında değerlendirilmektedir. Bunlar:

- Koruyucu (örtü) doku
- Parankima (temel) doku
- Destek doku



- iletim Dokusu
- Salgı Dokusu

Sürekli doku hücreleri, üstlendikleri görevle ilgili olarak birbirinden çok farklı morfolojik ve fizyolojik özellikler gösterebilir. Şimdi, bitkisel sürekli dokuları dahayakından inceleyelim.

### **Koruyucu (Örtü) Doku**

Bitkiyi ince bir tabaka halinde tümüyle sararak, daha iç kısımlardaki dokuları mekanik etki, su kaybı gibi çevresel etmenlere karşı koruyan dokuya koruyucu (örtü) doku adı verilmektedir.

Temel olarak 2 kısım altında değerlendirilir.

- Epidermal koruyucu doku
- Mantarlaşmış koruyucu doku

### **Epidermal Koruyucu Doku**

Kök ve gövdenin büyüme noktalarının dış tabakası olan dermatogenden köken alan epiderma, epidermal koruyucu dokunun temelini oluşturur. Epidermadanköken alan stoma ve tüyler de yine bu doku içerisinde değerlendirilmektedir.

### **Epiderma**

Bitkinin dış ortamıyla doğrudan temas halinde olan, bitkinin bir yandan mekanik etkilere diğer yandan da su kaybına karşı korunmasını sağlayan sürekli bir doku-dur. Bitkilerin dış yüzeyini ince ve az derinliğe sahip bir tabaka halinde kaplayan epiderma, tüm bitkilerin gelişimlerinin erken dönemlerinde (primer) bulunur. Sekonder düzeyde gelişme göstermeyen bitkiler veya bitki yapıları çoğunlukla epidermalarını yaşadıkları süresince korurlar. Epiderma hücreleri, tipik olarak canlı olup, hücrelerarası boşluk içermeyen kesintisiz bir yapıya sahiptir. Hücreleri, büyük vakuollü ve az stoplazmalıdır. Genellikle hücre çeperlerinde basit geçitler içeren epiderma hücrelerinde kloroplast bulunmaz.

Epiderma hücreleri, mekanik etkilere karşı son derece dirençlidir. Çünkü bir-birleriyle temas eden yüzeylerini arttırmak ve böylece daha sağlam bir yapı kazanmak için genellikle girintili çıkıntılı bir çepere sahiptir. Ayrıca, epiderma tabakasının üzeri, su emen bitki yapıları hariç, kütin maddesi birikimiyle oluşan kutikulatabakası ile ya da bazende mum maddesi birikimi ile oluşan mum tabakası ile örtülü durumdadır. Bu da epidermanın suya daha az geçirgen bir hal almasını sağlar. Epiderma 1 koruyucu dokunun işlevini tam olarak yerine

getirebilmesi, karasalhayata uyum sağlamış bitkilerin su ekonomileri, mekanik etkilere karşı korunmave yayılma mekanizmaları açısından son derece önemlidir.

Epidermanın hemen altında hipoderma adı verilen bir koruyucu doku daha bulunur. Daha çok kurak bölgelerde yayılış gösteren bitkilerde kalın olan bu tabakanın esas fonksiyonu su depo etmesidir.

Epidermal dokunun kesintisiz yapısı, bitkinin dış ortamıyla ilişkilerini sınırlandırır. Epidermanın kesintisiz yapısı epidermadan köken alan stomalar aracılığı ilekesintiye uğramaktadır.

### **Stoma (Gözenek)**

Epidermis hücreleri arasında, epiderma hücrelerinden farklı olarak klorofil içeren iki hücrenin aralarında boşluk bırakacak şekilde yan yana gelmesi ile oluşturduklarıstomalar gelişir. Stomalar temel olarak bitkinin gaz alışverişini sağlar. Klorofilli, primer yapıdaki toprak üstü bitki organlarının epidermalarında bulunan stomalar, çiçeklerde ve su bitkilerinde ya indirgenmiş ya da tamamen yok olmuştur.Kök ve bazı parazit bitkilerin klorofilsiz toprak üstü kısımlarında da stoma bulunmaz.

Stoma hücreleri, protoplastlarının nispeten daha fazla olması, kloroplast venişasta içermeleri, asimetrik hücre çeperi kalınlaşmaları ile epidermal hücrelerdenfarklılık gösterir.

Stoma hücrelerinin morfolojik yapısı incelendiğinde, genellikle aralarında por(stoma açıklığı) adı verilen bir açıklık bırakarak birbirine bağlanan iki stoma hücresinden (bekçi hücresi) oluştuğu görülmektedir. Bitkinin kuraklığakarşı etkin bir koruma sağlayabilmesi hem stomaporunun açılıp kapanmasınahem de stomalanepiderma üzerindeki seviyesi ile yakın ilişkilidir. Nemli ortamda (higrofit) yaşayan bitkilerde stomalar, epiderma hücreleri ile aynı seviyede bulunurken, kurak ortamlarda (kserofit) yaşayan bitkilerde ise epiderma hücrelerinden daha aşağıda bulunabilir.

Bitkiler aleminde tek tip stoma hücresi bulunmaz. Morfolojik ve fizyolojik özellikleri bakımından farklılık gösteren belirli bitki gruplarında, farklı stoma tiplerinerastlanmaktadır.

### **Tüy (Trikom) ve Emergenler**

Epidermanın dışarı doğru meydana getirdiği bütün uzantılar genel olarak tüy (tri-kom) olarak adlandırılır. Epiderma dokusundan köken aldıktan için, bitkinin hertarafında gelişebilirler. Genellikle vakuolleri geniş, protoplasdan az olan, canlıhücrelerdir.

Bitki üzerinde değişik sayı, yapı ve bölgelerde yer alabilen tüyler, çok farklı görevler üstlenebilirler. Tüyler bitkiyi su kaybına karşı koruyabilir (korunma tüyleri), bitkiye hayvanlara karşı savunma sağlayabilir (savunma tüyleri), bitki yaşa-mı için gerekli olan su ve suda erimiş organik veya inorganik maddelerin alınımını sağlayabilir (emme tüyleri) ya da bitki tarafından sentezlenen bazı kimyasalların dış ortama aktarılmasını sağlayabilirler (salgı tüyleri).

Emergensler (çıkıntı/diken); tüylerden oldukça farklı bir yapıya sahiptirler. Tüyler yalnız epidermadan köken alırken, emergensler ise epiderma ve epidermaaltındaki hipoderma tabakasından köken alırlar. Bitkinin özellikle hayvanlara karşı bir savunma aracı olarak geliştirilen bir yapıdır. Gül (Rosa sp.) bitkisinde görülen dikenler buna iyi bir örnektir.

### **Mantarlaşmış Koruyucu Doku**

Mantarlaşmış koruyucu doku, dokuya ait hücre çeperlerinin kalınlaşmasıyla meydana gelen koruyucu dokudur. Mantarlaşmış koruyucu doku temel olarak iki şekilde gelişir. Bunlardan ilkinde mevcut koruyucu dokuya ait hücrelerin çeperlerinde süberin maddesinin birikimi ile dokunun mantarlaşması söz konusudur (primer mantarlaşmış koruyucu doku),

İkincisinde ise sonradan bölünme özelliği kazanan ve mantar kambiyumu (fellojen) adı verilen bir dokunun hücrelerinin bölünerek yeni ve kalın çeperli hücreleri vermesiyle oluşur, (sekonder mantarlaşmış koruyucu doku).

Sekonder mantarlaşmış koruyucu doku oluşurken epidermanın hemen altında çok sayıda hücre olduğundan stomalar bütün hücrelerin gaz alışverişini sağlayamazlar. Bu nedenle mantar kambiyumunun faaliyeti ile stomalar da parçalanarak yerlerine lentisel (kovucuk) adı verilen geniş hücrelerarası boşluklara sahip havalandırma yapıları gelişir.

### **Parankima (Temel) Doku**

Bitkinin tüm yapısında bulunan parankima dokusuna ait hücreler, ince hücre çeperli olup çeper üzerinde basit geçitler taşımaktadırlar. Genellikle boydan eşitolan parankimatik hücreler bol protoplastlıdır. Hücre merkezlerinde büyükçe bir nükleus ve birkaç vakuol bulundurlar. Buldukları yerlere göre bazen levkoplast, bazen kloroplast ya da kromoplast içerebilirler.

Bitki metabolizmasında önemli fonksiyonları olan parankima hücreleri, üstlendikleri görevler bakımından dört grup altında değerlendirilirler. Bunlar;

- Assimileme parankiması
- Aerankima (havalandırma) parankiması
- İletim parankiması

- Depo parankiması

Assimileme parankiması, daha çok bitkilerin ışık gören yapılarında bulunmaktadır. İçerdiği kloroplast sayesinde fotosentez yaparak organik madde sentezlemektedir. Yapraklarda bulunan silindirik formda palizat parankiması ve dahayuvurlak formda olan sünger parankiması assimileme parankimasına örnek olarak verilebilir.

Aerankima (havalandırma) parankiması, bitkinin gaz alışverişini sağlayan bir dokudur. Bu fonksiyonunu yerine getirebilmek için geniş hücrelerarası boşluklara sahiptirler. Hücrelerarası boşluklar, özellikle su ve bataklık bitkilerinde iyi gelişmiştir. Bir su bitkisi olan *Nymphaea alba* (Nilüferdin içerdiği havalandırma parankiması, örnek olarak verilebilir.

İletim parankiması, assimileme parankiması tarafından sentezlenen organik bileşiklerin diğer dokulara iletilmesi ve iletim sistemi aracılığı ile gelen su ve minerallerin fotosentez görevi üstlenen hücrelere iletilmesini sağlayan parankima dokusudur.

Depo parankiması, fotosentez sonucu sentezlenen organik bileşikler ve suyu depo eden parankima dokusudur. Besin depo eden parankima, daha çok rizom, soğan, yumru gibi toprakaltı organlarında ve tohumun endospermünde daha çok bulunur. Kurak ya da çöl ortamında yaşayan bitkilerde ise, su depo etmeye yarayan ve sukkulent parankima adı verilen bir tip depo parankiması da mevcuttur. Özellikle kaktüsgiller (Cactaceae) üyesi bitkiler, sukkulent parankimaya güzel bir örnek oluşturur.

### **Destek Doku**

Bitkilerin metabolik aktivitelerini sağlıklı bir şekilde yerine getirmeleri için fiziksel olarak belirli bir şekilde durmaları gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için bitkiler hem kendi ağırlıklarını taşımak hem de dış etkenlere karşı dirençli olmak durumundadırlar. Bu önemli görev, bitkilerde destek dokusu aracılığı ile sağlanır. Büyümekte olan dokularda ya da tek hücreli bireylerde destek su basıncı (turgor) ile sağlanırken, daha gelişmiş bitkilerde turgorun yanı sıra özelleşmiş destek yapılarına da gereksinim duyulur.

Destek doku, temel olarak iki ana kısımda incelenir.

- Kollenkima (Pek doku)
- Sklerankima (Sert doku)

Bu iki doku arasındaki en önemli fark, kollenkima dokusuna ait hücreler canlıken, sklerankima dokusuna ait hücrelerin ölü olmasıdır.

### **Kollenkima (Pek Doku)**

Bitkilerde gelişmekte olan dokulara destek sağlayan, hücre çeperi kalınlaşmış ancak odunlaşmamış canlı bir dokudur. Yaşadığı sürece protoplastlarını kaybetmeyen sürekli

büyüme yeteneğinde olan hücrelerdir. Gerilme, kıvrılma ve esneme özelliğine sahiptirler. Genellikle büyümekte olan gövde, yaprak, çiçek sapı ve köklerde rastlanan kollenkima dokusu, direnç sağlarken doku gelişimini engellemez.

Kollenkima dokusuna ait hücreler, destek işlevini çeperlerindeki ayrımsal kalınlaşmalarla gerçekleştirirler. Hücre çeperlerin kalınlaşması selüloz, bol miktarda hemiselüloz ve pektinin maddelerinin birikimi ile gerçekleşir. Çeper kalınlaşması kollenkima hücrelerinin köşelerinde meydana gelmişse, buna köşe kollenkiması adı verilir.

Bazen destek doku hücrelerinde çeper kalınlaşması sadece köşelerde değil de bir yüzey boyunca olur, böyle kollenkimaya da levha (plak)kollenkiması denir. Eğer kalınlaşma, hücrelerarası alanlara bakan çeperlerdemeydana gelmişse, bu tip kollenkimayalakkollenkiması adı verilir.

### **Sklerankima (Sert doku)**

Sklerankima dokusu, daha çok büyümesini tamamlamış organlarda bulunan, genellikle çok kalın ve odunlaşmış hücre çeperlerine sahip hücrelerden oluşan birdokudur. Çok kalın ve odunlaşmış hücre çeperleri esneyebilme özelliğine sahip olup, bu özelliğiyle ince çeperli canlı hücrelerin zarar görmesini engellemektedir.

Sklerankima dokusu, gerek şekil ve gerekse büyüklük bakımından farklı tip-te hücreleri içerebilmekte ise de, genel olarak iki başlık altında değerlendirilmektedir.

- Sklerankima lifleri
- Taş hücreleri

### **Sklerankima Lifleri**

Sklerankima lifleri, iğ şeklinde (uzun ve uçlara doğru sivrilmiş), hücre çeperleriodunlaşmış ve çeperlerinde basit geçitler taşıyan hücrelerdir. Sklerankima lifleri, içerdikleri selüloz oranında esnektir. Sklerankima lifleri uzun hücreler olduklarından ve birbirinin üzerinde kayarak büyüdüklerinden, temas yüzeyi geniştir. Bu da dokuya daha sağlam bir yapı kazandırmaktadır. Sklerankima lifleri, başkahücreler arasında, ya tek tek bulunur, ya da şeritler veya devamlı tabakalar halinde gruplar meydana getirirler. Bu devamlı gruplar oluşturan yapı sklerankima demeti olarak adlandırılır.

### **Taş Hücreleri**

Taş hücreleri, sklerankimatik hücrelerden farklı olarak her üç boyutta da az çok eşit uzunluktadır. Küremsi, çokgen, silindirik gibi değişik şekillerde olabilirler. Çeperlerde görülen basit geçitler, tek veya orta lamele doğru çatallanmış kanallar halindedir. Bitki bünyesinde tek

tek bulunabildikleri gibi, gruplar halinde de bulunabilirler. Bitkinin gövde, yaprak, meyve, yaprak ve meyve sapları gibi yapıların epidermis ve parankimasında bulunur. Armut (Pyrus communis), ayva (Cydonia oblonga) gibi meyvelerde yer alan sert yapılar taş hücreleridir.

### **İletim Dokusu**

Tek hücreli bitkisel organizmalarda suyun ve inorganik maddelerin alınımı hücre zarından direkt olarak difüzyon yolu ile gerçekleşir. Ancak hücre sayısı artıp, bitki yapısı genişledikçe doku ve organlar arasındaki mesafe de artacaktır.

Böyle bir durumda sadece difüzyon ile sağlanan su ve inorganik maddeler, tüm bitki için yeterli olmayacaktır, işte gelişmiş bitkilerde, topraktan alınan su ve inorganik maddeleri bitkinin fotosentez yapan organlarına taşınımı ve sentezlenen organik maddenin bitkinin bütün dokularına taşınması, iletim dokusu aracılığı ile sağlanmaktadır.

Gelişmiş bitkilerde bulunan iletim demetleri temel olarak 2 ana kısımdan oluşmaktadır.

- Ksilem (odun boruları)
- Floem (soymuk boruları)

Ksilem ve floem birlikte iletim demetini oluşturmaktadır.

### **Ksilem (Odun Boruları)**

Bitkilerde topraktan kökler aracılığı ile alınan su ve inorganik maddelerin taşınımında görev alan yapılardır. Aşağıdan yukarıya doğru iletim gerçekleştiren ksilemborular, genellikle ölü hücrelerden oluşmaktadır, iletim oldukça hızlı bir biçimde gerçekleşmektedir. Ksilem çeşitli hücre tiplerinden oluşmuş karmaşık bir dokudur. Su ileten borular (Trake ve trakeidler) ya da başka bir deyişle trakeal elemanlar, ksilem dokusunun ana bileşenini oluşturmaktadır. Odun borularına destek sağlayan ksilemsklerankiması ve depo görevi üstlenen ksilem parankiması da, ksilem dokusunun diğer bileşenleridir.

### **Floem (Soymuk Boruları)**

Floem, bitkilerde fotosentez yapan organlarda sentezlenen organik maddenin, bitkinin diğer kısımlarına aktarılmasını sağlayan iletim dokusu elemanıdır. Her iki yönde gerçekleştirdikleri iletim fonksiyonu ile, besinin tüm doku ve organlara iletilmesini sağlar. Hücreleri canlı olduğundan, iletim su ileten borulara göre daha yavaş bir biçimde gerçekleşmektedir. Temel olarak soymuk boruları; kalburlu borular, arkadaş hücreleri, floem parankiması ve floem lifleri olmak üzere dört kısımdan oluşmaktadır.

Soy muk borularını içerisinde besin iletimini sağlayan esasyapılar, kalbur lu borular ve arkadaş hücreleridir. Bunun dışında floem lifleri sayesinde destek fonksiyonu ve floem parankiması sayesinde ise depo, iletim ve salgı fonksiyonuna da sahiptir. Eğretiler ve açık tohum lu bitkilerde floem, sadece kalbur lu borular ve floem parankimasından oluşurken, yüksek bitkilerde ise floem lifleri ile arkadaş hücreleri de bulunur.

### **SALGI DOKU**

Bitkilerde gerçekleşen yaşamsal faaliyetler sonucunda oluşan ve özel alanlarda biriktirilen ergastik maddelere salgı adı verilmektedir. Metabolizmaya katılmayan bu maddeler, ya depolanacakları yere akarlar (sekresyon) ya da dışarıya atılırlar (ekresyon).

Salgı fonksiyonunu gerçekleştirecek olan yapılar epiderm (dış salgı bezleri) ya da daha içerideki dokularda (iç salgı bezleri) bulunabilir. Benzer şekilde, salgı maddeleri hücre içerisinde depo edilebilir (intraselüler-hücre içi salgı) ya da hücre dışına atılabilir (ekstraselüler-hücre dışı salgı).

### **BİTKİ ORGANLARI**

Bitki dokuları belirli bir düzen içerisinde bir araya gelerek bitki organlarını oluşturur. Kök, gövde, yaprak ve çiçek bitki organlarıdır. Bitki organları, dokuları farklıdır, şekil ve yoğunlukta içerirler. Dokuların organizasyonu, organın yapısı ve fonksiyonu ile yakından ilişkilidir.

Organlar temel olarak 2 ana kısımda değerlendirilmektedir.

- Vejetatif bitki organları
  - Kök
  - Gövde
  - Yaprak
- Generatif bitki organları (Üreme Organları)
  - Çiçek

### **VEJETATİF BİTKİ ORGANLARI**

#### **Kök**

Karasal hayata uyum sağlamış bitkilerde, yerçekimi doğrultusunda (pozitif jeotropizma) genellikle toprak içerisinde gelişerek bitkiyi toprağa bağlayan organdır. Bitkiyi toprağa bağlamanın yanı sıra, topraktan su ve çözünmüş inorganik maddeleri alarak daha üst doku ve organlara taşımakla görevlidir. Bazen değişime uğrayan (metamorföz) kökler, bu görevleri dışında da görev üstlenebilmektedir.

## **Kök Yapısı**

Kök, tohum çimlenmesi sırasında, embriyonun kökçük (radikula) adı verilen kısmının gelişmesi ile şekillenir. Bitkinin toprak altında gelişen kısmıdır. Tohum gelişimi sırasında ilk oluşan köke birincil (primer) kök adı verilir. Birincil köktenoluşan yan köklere ise ikincil (sekonder) kök denir. Bunlardan da ayrılan kökler üçüncül (ek) kök adını alır.

Çift çenekli bitkilerde (dikotil) birincil kök hakim durumdadır ve bu kök sistemine kazık kök adı verilmektedir. Tek çenekli bitkiler (monokotil) ise ek kökleriyoğun olarak içerdiğinden saçak kök sistemine sahiptir. Saçak kökler oldukça fazla sayıda bulunmaları nedeni ile kök yüzeyini arttırmakta ve bu da madde emilimikolaylaştırmaktadır.

Kökün anatomik yapısı incelendiğinde, merkezde iletim ve kısmen destek doku elemanlarını içeren bir merkezi silindir bulunduğu görülür, iletim demetleriile birlikte bulunan destek dokusu elemanları kökün hem dayanıklı ve hem de esnek olmasını sağlamaktadır. Kökün uç bölgesinin dış kısmına rizodermis, iç kısmına ise endodermis adı verilir. Kökteki emme tüyleri, kök epidermasından kökten almaktadır. Kökün uç bölgesinde bulunan apikal (uç) meristemler (büyümenoktaları), yüksük (kaliptra) adı verilen bir yapı ile sarılmış durumdadır. Yüksük hem kök ucunu konarken hem de kökün toprak içerisinde parçacıklardan zarar görmeden ilerlemesini sağlar.

Kök, temel fonksiyonu olan su ve çözülmüş mineral madde alınımı dışındafonksiyonlar da üstenebilir. Bir kök;

- Patates (*Solanum tuberosum*) bitkisinde olduğu gibi besin deposu (depokök) işlevi yapabilir.
- Duvar sarmaşığı (*Iledehahelix*) bitkisinde olduğu gibi tutunma fonksiyonuna(tutunma kökleri) sahip olabilir.
- Orkide (*Orchis*sp.) bitkisinde olduğu gibi fotosentez yapabilir (asimilasyonkökü).
- Ökseotu (*Viscumalbum*) bitkisinde olduğu gibi, parazit olarak yaşadığı konaktan su ve inorganik maddeleri alabilmek için emeçler (sömürücü kök)halinde farklılaşabilir.
- Bataklık bitkilerinde olduğu gibi, hava almak için özelleşmiş (hava kökleri)olabilir.
- Palmiyelerdeki gibi, koruma amaçlı diken kökler geliştirebilir.
- Tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) bitkisinde olduğu gibi, gövde vericitomurcuklar olarak (üretken kök) fonksiyon gösterebilir.
- Mısır (*Zeamays*) bitkisinde olduğu destek görevini (destek kök) üstlenebilir.

## **Gövde**

Bitkinin toprak üstü organlarını (yaprak ve üreme organlarını) taşıyan, onların belirli bir düzende bir arada durmalarını sağlayan ve toprak üzerinde bulunan yapıyagövde adı verilmektedir. Genellikle silindirik olan gövdeler, dallanma özellikleribakımından farklılık



gösterir. Bitki gövdeleri, genel olarak yerçekimine ters yönde (negatif jeotropizma), toprak üzerinde gelişirler.

Gövdenin anatomik yapısı incelendiğinde tüm sürekli doku elemanlarını gövde üzerinde görmek mümkündür. Merkezde ksilem (odun boruları) ve floem (soymuk) borularını içeren bir merkezi silindir yer alır. Ksilem ve floem arasında, çokyıllık gelişim gösteren bitkilerde kambiyum adı verilen bir doku bulunur. Bu doku, bitkinin enine kalınlaşmasını sağlar. Bitkinin boyuna gelişimi ise, gövde uç noktalarında bulunan büyüme (vegetasyon) noktaları aracılığı ile gerçekleşmektedir. Tek yıllık gelişim gösteren bitkilerde en dışta epiderma dokusu bulunup, daha içerisinde farklı bitkilerde farklı oranlarda bulunan parankima, destek, iletim dokuları gibi sürekli dokuların korunması sağlanır. Bitki çok yıllık gelişim gösteriyorsa, iletim demetleri arasında yer alan kambiyum sayesinde enine kalınlaşır. Bitki enine kalınlaştığında, korteks (kabuk) kısmında da mantar kambiyumunun faaliyetleri ile daha kalın periderma yapısı gelişmektedir.

Gövde üzerinde belirli aralıklarla bitki organlarının çıktığı düğüm noktaları(nod) adı verilen yapılar bulunur. Bu noktalardan yaprak, çiçek gibi organlar gelişir. İki düğüm noktası arasında kalan ve herhangi bir organ taşımayan alanlara isedüğümlerarası alan (internodyum) adı verilmektedir. Her bir nod yum bir, ikiya da daha fazla sayıda yaprak ya da çiçek içerebilir. Yaprakların gövde üzerindenodyumlardaki dizilişleri belirli bir düzenle sağlanır. Genellikle bir noktadan sadece bir yaprak çıkmakta ve sonraki yaprak bir önceki yaprakla belirli bir açı yapacak şekilde gelişmektedir. Bu yaprak dizilişi (fillotaksi) sayesinde yaprakların gölgeleri diğer yapraklar üzerine düşmez. Böylece güneş ışığı varlığında gerçekleşen fotosentez işlevi açısından herhangi bir kayıp olmaz.

Bitki gövdeleri, esas görevleri dışında farklı görevler üstlenebilir. Gövde;

- Asma ( *Vitisvinifera*) bitkisinde olduğu gibi sarılma ve tutunma fonksiyonuna sahip olabilir.
- Çilek (*Fragaria vesca*) bitkisinde olduğu gibi sürünücü bir gövde olarak(stolon) farklılaşabilir.
- Patates (*Solanum tuberosum*) bitkisinde olduğu gibi toprak altında gelişen yumru bir gövde olarak şekillenebilir.
- Süsen (*Irissp.*) bitkisinde olduğu gibi toprak altında sürünücü bir gövde (rizom) formunda olabilir.
- Kurak alanlarda yaşayan kaktüs türlerinde (*Cactaceae*) olduğu gibi, küçülen vediken halini alan yapraklar nedeniyle, fotosentez işlevini üstlenmiş olabilir.
- Ateş dikenini (*Pyracanthacoccinea*) bitkisinde olduğu gibi gövde sürgünleridiken şeklini alarak koruyucu bir rol üstlenebilir.
- Şerbetçiotu (*Humulus lupulus*) bitkisinde olduğu gibi, gövde kısa sürgünlerin ince kıvrılmış bir hal almasıyla sülük gövde olarak gelişebilir.

- Çöl gibi kurak alanda yetişen bazı bitkilerde, su depo etme görevini üstlenebilir.
- Soğan (Alliumcepa) bitkisinde olduğu gibi, toprak altında soğan şeklindegelişebilir.
- Sümbül (Hyacirithus sp.) bitkisinde olduğu gibi, çiçek durumu sapının uç kısmında çiçek yerine soğana benzeyen yapılar şeklinde (bulbil-sogancık)farklılaşabilir.
- Bitkiler aleminde toprak altında gelişmeyen kökler olduğu gibi, toprak üstünde gelişmeyen gövdeler de bulunabilmektedir. Bu bakımdan kök ile gövde ayrımını yapmak zaman zaman zor olabilir. Kök ve gövde bazı özellikleri bakımından farklılık gösterir.
- Gövde üzerinde yaprak taşır ve yanal organları dışsal kökenlidir. Oysakikök, yaprak gibi yanal organlar içermez ve içsel kökenlidir.
- Gövde hem tepeden hem de interkalar büyüme ile uzar. Kök ise interkalaruzama göstermez.
- Gövde büyüme noktalan, tomurcuk pulları adı verilen bir yapı ile koru-nurken, kök ise yüksük (kaliptra) adı verilen bir yapı içerir.
- Gövde belirli bölgelerinde düğüm noktalan (nod) taşırken, kökte düğüm noktalarına rastlanmaz.

### **Yaprak**

Yaprak, gövdenin yanal organıdır. Gövdenin büyüme noktalarının yan taraflarındaki çıkıntuların gelişmesi ile oluşurlar. Yapraklar, gaz alışverişini sağlamak ve ışıktan mümkün olduğu kadar fazla yararlanabilmek amacıyla yassılaştırmış organlardır.Yapraklar iletim demetleri açısından son derece zengin bir yapı gösterirler. Çünkü fotosentez için gerekli olan su ve inorganik maddelerin, fotosentez organları olan yapraklara taşınması son derece önemlidir.

Tipik bir yaprakta birbirinden farklı 3 kısım ayırt edilir.

- Yaprak ayası (lamina)
- Yaprak sapı (petiyol)
- Yaprak tabanı (bazis)

Yaprak, yapı bakımından gövdedeki dokuların aynısını içermektedir. Yapı bakımından son derece benzer olan yaprak ve gövde bir takım özellikleriyle birbirinden ayrılır.

- Yapraklar morfolojik olarak kısa sürgündür. Gövde ise uzun sürgündür.
- Yapraklar sınırlı apikal (uç) büyüme gösterirken, gövdede apikalbüyümesınırsızdır.
- Temel olarakprimer (birincil) dokuları içerir. Gövde ise primer ve sekonderdokuları içerir.
- Yapraklar depo doku içermezler, gövdede ise depo doku bulunur.

Tipik bir yaprak temel olarak 4 farklı dokunun bir araya gelmesi ile oluşur. Bunlar epiderma, ksilem (odun borulan), floem (soymuk borulan) ve mezofil tabakasıdır. Epiderma tabakası, yaprağın en üst tabakasını kaplayan, iç kısımdaki dokuları koruyan ve içerdiği stomalar aracılığı ile gaz alışverişini sağlayan dokudur. Hemen altında yer alan ve klorofil bakımından zengin olan mezofil tabakası ise temel olarak fotosentezden sorumlu olur. Uzun silindirik olan palizat parankiması ile daha yuvarlak ve fazla hücrelerarası boşluk içeren sünger parankiması mezofil tabakasında yer alan asimilasyon parankimasına ait hücrelerdir. Ksilem (odun borulan) ve floem (soymuk borulan) da iletim dokusuna ait elemanlardır. Ksilem fotosentetik aktivite için gerekli su ve besin maddelerini yapraklara taşıırken, floem ise fotosentez sonucu oluşan organik maddelerin bitkide gerekli yerlere iletiminden sorumludur.

Yapraklar esas işlevi olan fotosentez dışında da görevler üstlenebilir. Bir yaprak;

- Gövde üzerinde bulunan meristematik bölgeleri koruma görevi üstlenebilir (tomurcuk pulları).
- Kadıntuzluğu (Berberis sp.) bitkisinde olduğu gibi, diken şeklinde gelişerek hayvanlara karşı koruma sağlayabilir (diken yapraklar).
- Damkoruğu (Secium sp.) bitkisinde olduğu gibi, su depo edebilir (depo yaprakları).
- Bezelye (Pistia sp.) bitkisinde olduğu gibi tutunma işlevine sahip olabilir (sülük yapraklar).
- Böcek kapan (Drosera sp.) bitkilerde olduğu gibi, böcek yakalama fonksiyonuna sahip olabilir (kapan yapraklar).
- Begonya (Begonia sp.) bitkisinde olduğu gibi, yeni bir bitkiyi geliştirme yeteneğine sahip olabilir (üretken yaprak).

### **Generatif Bitki Organları**

Canlıların kendine benzer bireyler oluşturması üreme olarak adlandırılır. Bitkiler, eşeyli ve eşeysiz olarak ürerler. Eşeysiz üreme bitkiden ayrılan tek hücre, çok hücre veya organ parçalarının (diaspor) gelişerek yeni bitkiyi vermesiyle gerçekleşir. Eşeyli üremede ise, aynı veya farklı bitkiden gelen farklı eşeydeki iki hücrenin birleşerek zigotu oluşturması ve zigotun gelişerek yeni bireyi vermesi söz konusudur. Eşeysiz üremede ana bitki ile tamamen aynı genetik yapıda bireyler meydana gelirken, eşeyli üremede ise genetik çeşitlilik sağlanmaktadır.

Eşeyli üreme bitkilerde generatif organlar aracılığı ile sağlanmaktadır. Bitkilerde generatif organları taşıyan yapılar, çiçeklerdir.

## **Çiçek**

Çiçek, evrimsel olarak yapraklan değişime uğramış, internodları kısalmış ve büyümesi durmuş bir dal olarak tanımlanır. Çam (Pinus sp.) gibi açık tohumlu bitkilerde (Gymnosperm) çiçekler, kozalaklardır. Kapalı tohumlu bitkilerde (Angiosperm) ise çok daha gelişmiş bir çiçek yapısı gözlenmektedir. Genel olarak bir çiçek sapı (pedisel) üzerinde gelişen Angiosperm çiçeği, 3 farklı kısımdan oluşmaktadır.

- Çiçek örtüsü (periant)
- Erkek organ (stamen)
- Dişi organ (pistil)

### **Çiçek Örtüsü (Periant)**

Tipik bir angiosperm çiçeğinde, iç kısımda yer alan dişi ve erkek organları koruma görevi üstlenen yapılardır. Bitkiler aleminde sayılan çok fazla olmamakla birlikte, periant içermeyen bitkiler de bulunmaktadır. Periant, farklı tipte yapraklardan oluşan iç içe iki halka şeklindedir. Bunlardan en dışta bulunan yapraklara çanak yapraklar (kaliks) adı verilmektedir. Kaliksi oluşturan çanak yaprakların herbirinesepal denir. Bu yapraklar, daha içeride bulunan dişi ve erkek organları korumakla görevlidirler.

Daha içeride bulunan yapraklar ise genellikle değişik şekil ve renklerde olantaç yapraklardır (korolla). Korollayı oluşturan taç yaprakların herbirine de petaladı verilmektedir.

### **Erkek Organ (Stamen)**

Bitkilerde erkek organlar (stamen), periantın hemen iç kısmında yer almaktadır. Erkek organlar bir veya daha fazla halkada yer alabilirler. Bir çiçekte bulunan stamenlerin tamamına androceum denir.

Tipik bir angiosperm stameninde, bir sapçık (filament) ve bir başçık (anter) bulunur. Her anter, teka adı verilen iki parçadan ibarettir. Her teka içerisinde ikişer adet polen kesesi mevcuttur. Erkek üreme hücresi olan polenler, polen kesesi içerisinde yer alırlar.

### **Dişi Organ (Pistil)**

Çiçek üzerinde erkek organların bulunduğu halkanın hemen iç kısmında dişi organlar yer almaktadır. Dişi organlar topluluğuna gineceum adı verilmektedir.

Bir pistil tipik olarak 3 kısımdan oluşur. Bunlar, stigma (tepecik), stilüs (boyuncuk) ve ovaryum (yumurtalık) dur.

Stigma, dişi organın erkek üreme hücresi olan poleni kabul ettiği yerdir. Polenin rüzgar, böcek vb. vektörlerle taşınarak dişi organın stigmatına taşınması olayına tozlaşma denir.

Polen, stigmada çimlenerek stilüs (boyuncuk) boyunca ilerler. Ovaryum içerisinde bulunan yumurtayı dölleyerek zigot oluşumu sağlar.

### **Meyve**

Döllenmeden sonra ovaryumun büyüyüp gelişmesiyle oluşan yapıya meyve adı verilir. Eğer meyve sadece ovaryumun gelişmesi ile meydana geliyorsa gerçek meyve, gelişimi sırasında ovaryumun yanısıra farklı çiçek kısımları da meyve oluşumuna katılıyorsa buna da yalancı meyve denilir.

Meyveler esas olarak, basit meyveler, bileşik meyveler ve küme (agregat) meyveler olmak üzere 3 kısma ayrılır. Bir çiçeğe ait bir tek ovaryumun gelişimi ile meydana gelen meyvelere basit meyveler denir. Küme meyvelerde ise, bir çiçeğe ait birden fazla ovaryumun gelişimi söz konusudur. Çilek (*Fragaria vesca*), küme meyvelere güzel bir örnektir. Bileşik meyveler ise, birden fazla çiçeğe ait ovaryumların döllenerek birlikte gelişimi ile oluşurlar. Dut (*Morus sp.*), bileşik meyvelere örnek olarak verilebilir.

Meyvelerin en dış tabakası perikarp (meyve çeperi) adını alır. Meyveler perikarplarının etli yada kuru olmalarına göre de etli meyveler ve kuru meyveler olmak üzere 2 ana kısımda değerlendirilirler.

### **Tohum**

Tohumlu bitkilerin (spermatofit), yayılmasını ve çoğalmasını sağlayan yapıya tohum adı verilmektedir. Tohumlar, farklı bitki türlerinde, renk, yapı, şekil bakımından farklılıklar gösterir. Aynı zamanda farklı tohumların canlı kalabilme periyotları da birbirinden çok fazladır.

Bir tohum dışarıdan içeriye doğru 3 kısımdan oluşur.

- Tohum kabuğu (testa),
- Besi doku (endosperm yada perisperm)
- Embriyo

Besi doku, tohum çimlenip fotosentez yapabilecek döneme ulaşana kadar ya da başka bir ifade ile ilk yaprak çıkana kadar embriyoya besin sağlamakla görevlidir. Tohum kabuğu (testa) ise, esas itibari ile embriyoyu dış etkenlere karşı korumaya yardımcı olur. Embriyo için çevreden izole edilmiş bir ortam sağlayarak, embriyonun canlı kalmasına yardımcı olmaktadır. Bazen tohum kabuğu o kadar serttir ki, tohumun çimlenebilmesi için bir şekilde testanın ortadan kaldırılması gerekebilmektedir. Embriyo ise gelişerek yeni bitkiyi verir.

Tohumlar uygun çevresel koşullar oluştuğunda çimlenirler. Çimlenme, embriyonun tohumdan çıkıp serbest hale geçmesidir. Tohumlar serbest hale geçtikten sonra, kökü verecek olan radikula ve gövdeyi verecek olan plumulayı oluşturarak gelişimine başlar.

Tohumların dağılması, bitkilerin yayılışları açısından son derece önemlidir. Rüzgar, su ve hayvanların yanısıra, tohumlarda meydana gelen bazı morfolojik uyumlar tohumların dağılmasını sağlayan etkenlerdir.

Bitkilerin bu kısma kadar anlatılmaya çalışılan hücresel özellikleri, dokuların ve organların, bitkilerin bağımsız birer organizma olarak yaşamasını ve yaşanabilir, sürdürülebilir bir dünya ekosistemi için kritik öneme sahip fotosentezi gerçekleştirmelerini sağlamaktadır.

## **FOTOSENTEZ**

Yeryüzündeki en temel metabolik faaliyet olan fotosentez, dünya üzerinde yaşayan canlı tabakasına enerji girişinin tek yoludur. Canlılar tarafından direkt olarak kullanılmayan güneş enerjisi, şekerlerde depolanan ve canlılar tarafından kullanılabilir kimyasal enerji formuna dönüştürülür. Fotosentez sonucunda sadece yüksek enerjili besinler değil, oksijen üretimi de gerçekleştirilir.

Fotosentez, bitkilerin kloroplastlarında meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar zinciridir. Kloroplastların iç kısmı bir zar ağı ile kaplanmış durumdadır. Bu zar sistemine tilakoid adı verilir. Tilakoidlerin birçok noktasında parmak şeklide yoğun çıkıntılar bulunmaktadır. Bunlara grana adı verilir. Tilakoidler, stroma adı verilen bir sıvı içerisine gömülü olarak bulunurlar. Fotosentezin ışık reaksiyonları granalarda gerçekleşirken, ışık gerektirmeyen reaksiyonların da stroma da gerçekleşmektedir.

Fotosentezde esas etkinliği üstlenen molekül, kloroplastların içerisinde yer alan klorofil molekülüdür. Yapı olarak insan kanındaki hemoglobine çok benzeyen klorofil molekülünün farklı tipleri mevcut olmakla birlikte bitkilerde genellikle klorofil a ve klorofil b yoğun olarak bulunmaktadır. Yeşilden farklı renkteki pigmentler (kromoplastlar), fotosenteze yardımcı pigmentler olarak bilinir ve bitkilerde belirli oranlarda bulunur.

Fotosentez reaksiyonlarında karbondioksit ( $CO_2$ ) ve su ( $H_2O$ ), güneş enerjisinin varlığında oksijen ve basit şekerlere dönüştürülürler. Her basamaktaki reaksiyonların gerçekleşmesi enzimler aracılığı ile sağlanmaktadır.

Fotosentez olayı, ışık tepkimeleri ve ışığa bağlı olmayan tepkimeler olarak başlıca 2 ana kısımdan oluşmaktadır. Işık tepkimeleri sırasında güneş enerjisi yakalanırken, ışığa bağlı olmayan tepkimelerde karbondioksit molekülü basit şekerlere dönüştürülür.

## **Işık Tepkimeleri**

Işık tepkimeleri, yapraktaki mezofil hücrelerinde yer alan kloroplastların granalarında meydana gelmektedir. Işık tepkimelerinde;

- Klorofil a ve yardımcı pigmentler güneş enerjisini soğurur.
- Bu moleküllerdeki elektronlar uyarılır ve enerji seviyeleri artar.
- Uyarılmış durumdaki elektronlarda bulunan enerjini bir kısmı ile su molekülü ayrıştırılır. Böylece oksijen (O<sub>2</sub>) açığa çıkar ve atmosfere verilir.
- Enerjinin bir kısmı, canlılarda kimyasal enerjinin depo şekli olan ATP molekülü şeklinde depo edilir.
- Su molekülünün ayrıştırılması sırasında açığa çıkan elektronlar ve protonlar, nikotinamidadenin dinükleotid fosfat adı verilen molekül ile birleşerek NADPH adı verilen molekülü oluşturur. Bu molekül, uyarılmış elektronlarının taşınmasını ve taşınma sırasında enerji elde edilmesini sağlayan bir moleküldür.

## **Işığa Bağlı Olmayan Tepkimeler**

Işığa bağlı olmayan reaksiyonlar, kloroplast içinde yer alan stromalarda gerçekleştirilmektedir. Bu tepkimeler sırasında, karbondioksit basit şekerlere indirgenmektedir. Işık tepkimeleri sonucunda oluşturulmuş ATP ve NADPH molekülleri, kloroplastın stroma kısmına girer. Bu moleküllerin kimyasal bağlarındaki enerji, karbonun bağlanarak şeker oluşturulması tepkimelerinde kullanılır. Burada meydana gelen tepkimeler zincirine Calvin çemberi adı da verilmektedir.

Işığa bağlı olmayan tepkimeler sırasında;

- RuBP (ribuloz 1,5 difosfat) adı verilen 5 karbonlu molekül, bir CO<sub>2</sub> molekülü ile birleşerek 6 karbonlu bir şeker oluşturur.
- Oluşan bu molekül, 2 adet 3 karbonlu bir molekül olan 3-fosfogliserata (PGA) parçalanır.
- PGA yine 3 karbonlu bir bileşik olan fosfogliseraldehit (PGAL) dönüştürülür.
- PGAL molekülünün oldukça önemli bir kısmı tekrar RuBP oluşturulmak üzere yeniden düzenlenir.
- Kalan kısmı ise şeker oluşumuna katılır.
- İki molekül PGAL birleşerek glukoz veya fruktoz gibi 6 karbonlu bir şeker oluşturur.
- PGAL kloroplastlarda kalırsa nişastaya, kloroplast dışına verilirse de şekere dönüştürülür.
- Şekerler, polimerizasyona uğratarak nişasta şeklinde depo edilir.

Bitkilerin fotosentezi tek bir yol kullanarak gerçekleştirmezler. Fotosentez reaksiyonları sırasında ortaya ilk çıkan molekülün karbon sayısına göre bitkiler C<sub>3</sub> bitkileri

yada C4 bitkileri olarak isimlendirilmektedir. C3 tipi fotosentez yolunu izleyen bitkilerde tanımlanabilir ilk molekül C3 karbonlu PGA (fosfoglisirik asit) molekülüdür. Etrafımızda bulunan bitkilerin birçoğu bu fotosentez yolunu izlemektedir. C4 tipi fotosentezde ise oluşan ilk ürün 4 karbonlu okzaloasetik asittir.

Genellikle şeker kamışı, mısır gibi bazı buğdaygiller familyasına dahil bitkilerde görülen fotosentez yoludur. Crassulaceae ve Cactaceae gibi, çöl ortamında gelişen bitkiler ise CAM (Crassulacean Asit Metabolizması) adı verilen özel bir metabolik yol izlerler. C3 bitkileri daha çok serin ve nemli koşullara adapte olmuşken, C4 ve CAM bitkileri ise daha sıcak ve kurak ortamlara adapte olmuş durumdadır.

## **BİTKİLERDE ÜREME VE GELİŞME**

### **GİRİŞ**

Bitkilerde üreme tiplerinin anlaşılması, insanoğlunun çevresindeki yararlı bitkilerin etkin biçimde kullanması ve zararlı bitkilerle savaşma açısından son derece önemlidir. Bu nedenle bitkilerde üreme çok eski çağlardan bu yana önceleri sadece besin olarak kullanım içgüdüleriyle ve ilkel yöntemlerle izlenmiş ve anlaşılmaya çalışılmıştır. Bilgi birikiminin giderek artmasıyla ıslah ve etkin tüketim faaliyetleri başlatılmıştır. Günümüzde, bu konu sınırlı kaynakların en ekonomik biçimde tüketilmesi zorunluluğu karşısında daha da çok önem kazanmıştır.

Bitkilerde üreme, eşeysiz ve eşeyli olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. Bu üreme şekillerinin hem bitkiler hem de insanların kullanımı açısından avantaj ve dezavantajları vardır. Eşeysiz üreme sayesinde bitkiler, çevre koşulları uygun olduğu sürece daha hızlı yayılma şansına sahip olur. Üreme ile ilgili özelleşmiş hücreler ve organlar oluşturulmadığı için organizma daha az enerji sarf ederek üreme aşamasını tamamlar. Eşeyli üreme ise, iki farklı eşeydeki gametin birleşip döllenerek zigotu oluşturması ve yeni bir bitkinin gelişmesi aşamalarını kapsadığı için daha uzun bir süreçtir. Oluşturulan eşeyli üreme hücreleri döllenme gerçekleşmezse ölürlür. Gametlerin oluşum aşamasındaki mayoz bölünme sırasında ebeveynlerden gelen kromozomlar arasında parça değişimi olur. Eşeyli üreyen bitkiler, bu nedenle değişken çevre koşullarına daha kolay uyum sağlamaya yeteneğine sahiptir. Buna karşın, eşeysiz üremede genetik çeşitliliğin zenginleştirilmesi mümkün değildir.

Ancak bitkiler genellikle her iki üreme şeklini kullanarak türlerinin devamını sağlamaya çalışırlar. Örneğin eşeysiz üreyerek belli bir yeri kaplayan otsuların hemen yakına düşen tohumların rekabet nedeniyle çimlenemez ve boşuna üretilmiş gibi görünürler. Oysa ortamların herhangi bir nedenle tahrip edildiğinde bu tohumlar hemen



çimlenmeye başlar. Bu sırada kaynakların kullanımı açısından gelişen rekabet sonucunda başarılı olan fideler gelişir ve boş alan tekrar yeşerir. Kısacası diğer canlılarda olduğu gibi bitkilerde de üreme; hem doğal hayatın sürdürülmesi hem de insanların yararlanması açısından önemli bir yere sahiptir. Eşeyli ve eşeysiz üreme tiplerini, mitoz ve mayoz bölünme aşamalarını inceleyerek tanımlayalım.

## **EŞEYSİZ ÜREME**

Eşeysiz üremede bitki, eşey hücreleri olarak adlandırılan sperm, yumurta ile onların birleşmesinden oluşan zigotu oluşturmaz, ilk bakışta dikkat çekmemekle birlikte bitkiler, doğada çok yaygın olarak eşeysiz üreme yöntemini kullanırlar. Örneğin çilek bitkisi, toprak üzerinde uzanan ve stolon adı verilen kollarla etrafa yayılır ve yeni bireyler oluşturur. Pek çok ağaç türü, kavakta olduğu gibi çok sayıda sürgün vererek topluluklar oluşturur.

Bitkilerdeki eşeysiz üreme çeşitleri insanlar tarafından çok eski çağlardan buyana çeşidi amaçlarla kullanılmışlardır. Çelikle üretim bunların başında gelir. Bu üretim şeklinde bitkinin yaprak, kök, veya gövde parçaları alınarak köklenmesi sağlanır ve yeni bir bitki elde edilir. Örneğin, Kalınchoe bitkisinin yaprağının kenarında üretilen küçük bitkiçikler ana bitkiden ayrılıp toprağa düştüğünde yeni bir birey gelişir.

Eşeysiz üreme sayesinde günümüzde modern yöntemlerle istenilen ticari özelliklere sahip bitkiler yetiştirilmektedir. Bunun için somatik (vücut) hücreleri laboratuvar koşullarında çeşidi işlemlerden geçirilip embriyoya dönüştürülmekte ve ondan yeni bireyler geliştirilmektedir. Bu tip üretimin en büyük avantajı hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı, istenilen ticari özelliklere sahip çok miktardaki bitkinin yetiştirilebilmesidir.

İlkbaharda çevremizde çok yaygın olarak gördüğümüz karahindiba bitkisinde ise farklı bir eşeysiz üreme şekli görülür, karahindiba'nın tohum taslağında ki hücrelerden biri döllenme olmaksızın embriyoyu oluşturur ve tohum taslaktan tohuma dönüşür. Bu bitki, tohumlarının ucunda bulunan tüylersayesinde rüzgarla geniş alanlara yayılmaya yeteneğine sahiptir.

## **Mitoz Bölünme**

Eşeysiz üreme ve bitkilerde büyüme, bitkinin hücrelerinin mitoz bölünmelerine gerçekleşir. Mitoz bölünmede dört evre vardır:

**Profaz:** Kromozomların iplik şeklini almasıyla başlar. Bu sırada daha önceden DNA'sı kendini eşlemiş olan kromozomlar, sentromer adı verilen boğum yerlerinden birbirine bağlı iki kardeş kromatit görünümünü almıştır. Bu kısım kalınlaşma süreci, kromozomların ilerideki evrelerde kırılması gibi anormal durumları önler. Profazda ayrıca mikrotübüller

ileride iğ ipliklerinin yer alacağı eksene dizilirler. Profaz sonunda, çekirdek zarı, çekirdekçik ve profaz öncesi bant kaybolur.

**Metafaz:** Bu evrede kromozomlar ekvator boyunca dizilmişlerdir. Bu sırada kardeş kromatiderin her iki kutba doğru iğ iplikleri tarafından bağlandığı görülür. İğ iplikleri, kromozomlara, sentromerlerinden bir protein kompleksi sayesinde bağlanır. Artık kardeş kromatider karşılıklı kutuplara çekilmeye hazırdır.

**Anafaz:** Tüm kromozomların kardeş kromatidleri, sentromer bölgelerinden başlayacak şekilde karşı kutuplara doğru çekilmeye başlar. Bu aşamada artık kardeş kromatidlerin birer yavru kromozom olduğu kabul edilir. Taşınma işlemi hızlıdır.

**Telofaz:** Artık her iki uçta birer kromozom takımı yer almaktadır. Her bir takımın etrafında ise yeni bir çekirdek zarı oluşturulur. Çekirdekçik yeniden oluşur.

**Sitokinez:** Artık mitoz bölünme tamamlanmış, sıra yavru hücrelerin sitoplazmasının paylaşılmasına gelmiştir. Hayvan hücrelerinde sitoplazma iki taraftan karşılıklı boğulma ile bölünür. Bitki hücrelerinde ise, ana hücrenin ortasında hücre levhası adı verilen bir yapı oluşturulur ve sitoplazma bölünmesiyle mitoz tamamlanmış olur. Normal şartlarda, mitoz bölünme sonucunda ana hücredeki genetik materyal yavru hücreye olduğu gibi aktarılır. Kromozom sayısı açısından ana ve yavru hücreler arasında bir fark yoktur.

## **EŞEYLİ ÜREME**

İki farklı cinsiyetten gelen eşey hücrelerinin birleşmesi ile gerçekleşen üreme, eşeyli üreme olarak adlandırılır. Eşeyli üremede gamet olarak adlandırılan özelleşmiş eşey hücreleri oluşturulur. Bu hücrelerin birleşmesiyle oluşan zigot yeni bir bitkiyi meydana getirir.

Bitkiler aleminde hayat devresi; gametofit ve sporofit olarak adlandırılan iki farklı neslin birbirini izlemesi ile tamamlanır. Gametofit nesil, haploid ( $n$ ) safhayı temsil eder. Sporofit nesil ise diploid ( $2n$ ) safhadır. Haploid ve diploid nesillerin gelişimi ve görüntüsü farklı bitki gruplarında değişik şekillerde olabilir. Başka bir deyişle, gametofit ya da sporofit safha bitkinin hayat devresinde baskın durumda olabilir. Bu nesillerin bitkinin hayat devresindeki baskınlığı ilkel ya da gelişmiş gruba ait olduğunun göstergesidir, ilkel bitkilerde gametofit safha baskın iken gelişmiş olanlarda sporofit safha daha baskın olarak izlenir.

Bitkilerin üreme ve gelişmesinde hücrelerin bölünmesi en temel aşamadır. Bitkinin vücut (somatik) hücreleri mitoz bölünme ile çoğalır.

Eşeyli üremede ise, eşey hücrelerinin oluşturulması sırasında kromozom sayısını yarıya indiren farklı bir bölünme yöntemi uygulanır. Aksi takdirde, gametler birleştiğinde oluşan zigotun ve ondan gelişen neslin kromozom sayısı her yeni nesilde iki katına çıkar.

### **Mayoz Bölünme**

Hayat devrelerini incelemeye başlamadan önce eşey hücrelerinin oluşumu sırasında gerçekleşen mayoz bölünme safhalarını kısaca gözden geçirelim. Mayoz bölünmeden önce, mitozda olduğu gibi, hücre döngüsünün interfaz safhasında kromozom replikasyonu gerçekleşir.

Mayoz bölünmede iki temel safha vardır. Bunlardan birincisi kromozom sayısının yarıya indiği I. Mayoz safhasıdır ve aşağıdaki şekilde gerçekleşir:

Profaz evresinde kromozomlar yoğunlaşır ve her biri iki kardeş kromatitden oluşan homolog kromozomlar, çiftler oluşturur. Homolog kromozomların kromatiderikiazmaadı verilen noktalarda bağlantılar kurarlar. Bu kısımlarda gerçekleşen parçalışverişine ise crossing-over denir. Crossing-over'in ardından homolog kromozomların her biri diğerinden aldığı parçaları içermektedir. Böylece yeni bir genetik düzenleme oluşur. Bu sırada çekirdek zarı ve çekirdekçikler de kaybolmuştur. Profaz I Mayozun en uzun evresidir.

Metafaz I: Homolog kromozomlar hücrenin ekvatorial düzleminde dizilirler. Hücrenin iki kutbunda oluşan iğ iplikleri homolog kromozomlara bağlanır.

Anafaz : Her bir homolog kromozom iğ ipliklerinin rehberliğinde zıt kutuba doğru çekilir.

Telofaz I ve Sitokinez: Homolog kromozomların her biri artık karşıt kutuplara göç etmiştir. Kromozomlar ikişer kromatitden ibarettir. Artık her iki kutupta haploid (n) kromozom takımı bulunur. Bu evrenin sonunda hayvan ve bitkisel hücre-er farklı davranışlar sergiler. Hayvan hücreleri orta kısımda boğumlanır. Bitki hücrelerinin ortasında ise hücre plakası oluşur. Burada mayoz I evresi tamamlanmıştır.

Mayoz II evresinde aslında daha önceden bildiğimiz normal bir mitoz bölünme gerçekleşir:

Profaz II: Bu evrede iğ iplikleri oluşur, kromozomlar ortaya doğru ilerler.

Metafaz II: Kromozomlar metafaz plakası olarak adlandırabileceğimiz ekvator da dizilmişlerdir.

Anafaz II: Kromozomların kardeş kromatideri birbirinden ayrılır, kutuplara doğru yönelir. Böylece her biri birer kromozom oluşturur.

Telofaz II ve Sitokinez: Mayoz II'in sonunda oluşan iki yavru hücreden haploid sayıda kromozom içeren dört gametin oluşumu tamamlanır.

Görüldüğü gibi mayoz bölünme, kromozom sayısının yarıya inmesinin yanında, kromozomlar arasındaki parça değişimleri ile ebeveynlerden gelen genetik yapının farklı kombinasyonlar halinde gametlere iletilmesini sağlar. Bu genetik yapının çeşitliliği, canlı türlerinin çevrelerindeki farklı koşullara uyum sağlama becerilerini artırır. Mayoz bölünme, bu nedenle canlı türlerinin nesillerini devam ettirebilmelerindeki en önemli olaylardan biridir.

## YAŞAM DÖNGÜLERİ

Canlılar yaşamlarını, vücut yapılarının büyüme ve gelişmesi ile üreme olmak üzere başlıca iki evrede sürdürürler. Genellikle yaşam döngüsü olarak adlandırılan bu faaliyetler birbirini izleyen periyotlar halinde sürer. Sadece eşeysiz üreyen canlılarda eşeysiz üreme yapılarından yeni bireyler oluşturulur. Bu bireyler belli bir süre sonra tekrar eşeysiz üreme yapılarını verir. Bazı su yosunları ve mantarlar hayatlarını böyle sürdürürler.

Eşeyli üreyen canlılarda ise diploid ve haploid evrelerle gamet, zigot gibi özelleşmiş yapılar daha karışık bir yaşam döngüsü sunar.

Şimdi kısaca bu yaşam döngülerini tanımlayalım ve bitkilerde görülenleri inceleyelim:

Hayvanlarda, mayozun sadece gamet oluşumunda görüldüğü yaşam döngüsü vardır. Gametlerin birleşip zigotu oluşturduğu andan itibaren diploid evre başlar. Bazı Protistler, bazı yeşil ve kahverengi alglerde de bu tip yaşam döngüsü vardır. Diğer bir yaşam döngüsü tipinde ise diploid evre sadece gametlerin birleşip zigotu oluşturduğu dönemle sınırlıdır. Zigot pek çok Protist'te olduğu gibi kalın çeperlidir, olumsuz çevre koşullarını adanmak üzere dinlendikten sonra mayoz geçirir ve yeni bireyi verir.

Bitkiler Aleminde ise daha farklı bir yaşam döngüsü izlenir. Sporik döngü ya da döl alması olarak da adlandırılan bu tipte, Haploid gametofit ve diploid sporofit nesiller birbirini izleyerek yaşam döngüsü tamamlanır.

Gametofit ve sporofit nesillerin birbirini izlemesiyle oluşan döl alması, ayrıntılar ve oluşan nesillerin gösterdiği özellikler açısından farklılıklar gösterir. Şimdi, çeşitli bitki gruplarına ait örneklerle döl almasını inceleyelim:

### **Ulva'da Hayat Devresi**

Ulva (Deniz marulu)'da hayat devresi, gametofit ve sporofit evreler morfolojik olarak birbirinden ayırt edilemediği için izomorf döl almaşı olarak isimlendirilir. Algler, son sınıflandırma sistemlerinde bitkiler alemine yerleştirilmemekle birlikte, Yeşil algler bitkilere yakın bir grup olarak nitelendirilir. Diğer gruplardaki döl almaşı evrelerinin daha iyi anlaşılabilmesi için burada Ulva cinsinin örnek olarak verilmesi uygun görülmüştür:

Ulva'da diploid sporofit neslin kenar kısmındaki bazı hücreler mayoz bölünme geçirerek dört kamçılı sporları oluştururlar. Bu sporlar suya salınırlar ve çimlenerek haploid gametofit nesle ait tallusları oluştururlar. Gametofit nesildeki tallus hücrelerinden bazılarının içeriği mitozla bölünerek iki kamçılı gametleri verir. Farklı talluslardan gelen gametlerin birleşmesi ile zigot oluşur. Zigotun çimlenmesiyle yeni diploid sporofit nesil gelişir ve döl almaşı tamamlanmış olur.

### **Karayosunlarında Hayat Devresi**

Bitkiler Aleminde genellikle heteromorf döl almaşı adı verilen ve nesillerin birbirine benzemediği hayat devreleri görülür. Burada, Ulvadan farklı olarak nesillerden biri mikroskopik, diğeri ise gözle görülebilir büyüklükte olabilir ya da iki nesil farklı bitkiler olarak düşünebileceğimiz formlardadır.

En ilkel karasal bitkiler olarak nitelendirdiğimiz Karayosunlan (Bryophyta), hem daha karmaşık, hem de gamet ve sporların üretildiği özel yapılar içeren hayat devrelerine sahiptir. Karayosunlarında genel olarak izlenen döl almaşının ayrıntılarını görelim:

Sporların çimlenmesini döngünün başlangıcı olarak kabul edersek; sporofit bitkinin ürettiği sporlar, çimlenerek protonema adı verilen ipliksi bir yapı oluşturur. Bu evre, gametofit neslin başlangıcıdır. Başka bir deyişle, Kara yosunlarında hemen hemen tüm yıl boyunca dikkatimizi çeken yeşil, küçük yapraklı yapı gametofit nesildir.

Gametofit nesil alt kısmından rizoid adı verilen kök benzeri yapılarla üzerinde geliştiği substrata bağlanır. Bu nesil üzerindeki özelleşmiş yapıların içinde gametler üretilir. Anteridyum, spermatozoid adı verilen kamçılı erkek gametleri verir. Arkegonyum ise, sadece bir yumurta hücresi oluşturur.

Döllenme için spermatozoidlerin ince bir su tabakası içinde arkegonyumdaki yumurta hücresine ulaşması gerekir. Bu yolculuk yumurta tarafından üretilen özel bir madde yardımıyla yönlendirilir ve kemotaktik döllenme gerçekleşir. Spermatozoidlerin yumurta hücresine ulaşması ile diploid zigot oluşur. Zigot bölünerek embriyo ve sporofit nesil gelişir. Sporofit nesil, çiğdemlerinde gametofitin üzerinde mikroskopik yapıda olup besin açısından ona

tamamen bağılıdır. Yapraklı karayosunlarında ise, sporofitgametofite bir miktar bağılı olmakla birlikte genellikle kendi besinini üretme yeteneğine sahiptir ve gözle görünen spor kapsülleri şeklindedir.

### **Eğreltilerde Hayat Devresi**

Eğreltilerde de heteromorfdöl almaşı görülür. Ancak kara yosunlarından farklı olarak sporofit nesil hayat devresinde daha baskındır. Gametofit nesil ise küçük,algı bir yapı ile temsil edilir. Eğreltilerdeki hayat devresini yine sporun çimlenmesi aşamasından başlayarak inceleyelim:

Spor çimlenerek yaklaşık bir santimetre boyunda yapraksı ve protalyum olarak adlandırılan gametofit nesli oluşturur. Gametofit nesil besinini fotosentezle üretir ve bağımsız yaşar. Gametofit üzerindeki arkegonyum ve anteridyumlarda yumurta hücresi ve spermatozoidler üretilir. Spermatozoidler su damlacıklarıyla veyine özel kimyasal maddelerin yardımıyla (kemotaktikdöllenme) arkegonyumdaki yumurta hücresine ulaşır ve döllenmeyle zigot meydana gelir. Böylece haploidgametofit evre sona erer. Zigottan artarda mitoz bölünmelerle önce embriyo, ardından diploidsporofit evre gelişir. Sporofit evrede toprak altında yatay olarak gelişen bir gövde (rizom) ve ondan çıkan yapraklar bulunur. Orman altlarında gördüğümüz ya da evlerimizde süs bitkisi olarak yetiştirdiğimiz eğreltiler sporofit nesle ait bitkilerdir. Yaprakların alt yüzlerinde gözle görülebilen küçük noktalar isesporangiyum adı verilen spor keselerinin oluşturduğu topluluklardır.Spor keselerinde mayoz bölünme ile üretilen sporlar olgunlaştığında etrafa dağılırve çimlenerek hayat döngüsü tamamlanmış olur.

### **Tohumlu Bitkilerde Hayat Devresi**

Tohumlu bitkilerde hayat devresi sporofit neslin baskınlığı açısından en üst seviyeye ulaşır. Gametofit nesil, çiçeğin içinde bulunan birkaç hücreye indirgenmiştir vesporofit nesle bağılıdır. Sporofit nesil ise olağanüstü bir çeşitlilik gösterir. Örneğinsu mercimeğinin birkaç cm'lik boyutuna karşın sekoya 135 metreye kadar boylanabilen bir ağaçtır. Kısacası, çevremizde gördüğümüz bitkiler sporofit nesli simgelerken, gametofit nesil onların çiçeklerinde oluşturulan birkaç hücreden ibarettir.

Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta), tohumlarını çevreleyen kapalı bir dokunun olup olmayışı ile Açık ve Kapalı Tohumlu Bitkiler olarak ikiye ayrılır. Burada Kapalı Tohumlu Bitkilerin hayat devresini inceleyeceğiz.

Kapalı Tohumlu bitkilerde generatif evre, çiçeğin oluşumu ile başlar. Kariokinesis ve karyokinesis halkaları çiçeğin dış kısmındadır ve daha çok eşeyli üremeyi sağlayacak olan dişi ve erkek organ topluluğunun korunması ve tozlaşmanın kolaylaştırılmasına yönelik görevler üstlenmiştir.

Çiçek erkek ve dişi gametlerin oluşturulma aşamaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Erkek organ topluluğunu oluşturan stamenlerin (başçık) kısmında bulunan bölmelerin içinde mikrospor ana hücreleri vardır. Bu hücreler mayoz bölünme ile mikrosporları verir. Mikrosporlar mitoz bölünme ile önce bir generatif ve bir vegetatif hücreyi içeren polen tanelerini oluşturur. Daha sonra generatif hücre tekrar mitozla bölünerek iki sperm hücrelerini oluşturur. Bu evrede erkek gametofit oluşmuştur. Bu iki sperm hücrelerini ise erkek gamet olarak adlandırabiliriz.

Dişi organ topluluğunu oluşturan karpel ya da pistil adını verdiğimiz yapıları hatırlayalım: Karpelin şişkin olan ovaryum bölümünde tohum taslakları bulunur. Tohum taslaklarının iç kısmında yer alan makrospor ana hücresi, mayoz bölünme geçirir. Oluşan hücrelerden üçü körelir, biri makrosporu verir. Makrospor hücresi artarda üç mitoz bölünme geçirerek yedi hücreli, sekiz nükleuslu embriyo kesesini oluşturur. Bu hücrelerden biri yumurta hücresi, ikisi sinergit, üçü antipod hücresidir, kutup hücresinin ise iki nükleusu vardır.

## **BİTKİLERDE GELİŞİM**

Bitkilerde gelişim, hücre bölünmesi, büyümesi ve farklılaşması aşamaları ile gerçekleşir. Bu olaylar hem hücre, hem doku hem de organlarda sürdürülür. Hücre büyümesi, bölünmenin ardından organellerin kendini kopyalaması ve proteinsentezi sonucunda sitoplazma miktarının artmasıyla sağlanır. Bitki hücrelerinde büyükçe bir vakuol olduğunu biliyorsunuz. Vakuole bol miktarda su alındığında, belli proteinlerin yardımıyla hücre çeperinin yapısı gevşetilir. Çeperin böylece gerilerek hücrenin büyümesi, bitki hücrelerine özgü bir büyüme şeklidir. Bu arada hücrelerin buldukları bitki kısımlarındaki işlevlerine göre farklılaşmaları gerekir.

Bitkilerde organlar şekillenirken özelleşmiş hücrelere ihtiyaç duyulur, hatta iletim dokusunda olduğu gibi aynı dokunun içinde birden fazla özelleşmiş hücre çeşidi görülebilir. Aslında bireyin bütün hücreleri aynı genetik materyale sahip olmakla birlikte çeşitli görevler için devrede olan genler açısından farklılık gösterirler. İşte, bitki hücrelerinin özel görevleri yapabilmesi için geçirilen süreç, farklılaşma olarak adlandırılır. Farklılaşma, bitki hücrelerinde başlıca iki yolla gerçekleşir. Bunlardan birincisi, eşit olmayan hücre bölünmesidir. Hücre bölünmesi sırasında sitoplazmik elemanlar asimetric dağılır. Sonuçta

meydana gelen iki yavru hücre, farklılaşır. İkinci yöntem ise hücrelerin buldukları konum nedeniyle farklı kimyasal veya fiziksel etmenle karşılaşmasına dayanır. Böylece yanyana iki hücre farklılaşma sürecine girer.

Küçük bir tohumdan metrelerce uzunluğa ulaşan bitkilerin meydana gelmesi, temelde meristemlerin yeni hücre ve dokuları üretmesi ile oluşan hücrelerin büyüüp genişlemesine dayanır. Bitkiler, yaşadıkları boyunca çok çeşitli ve çok sayıda organ üretme yeteneğine sahiptir. Hayvanlardan farklı olarak bu organların sayısı embriyonik safhada belirlenmez. Çevre koşulları çeşitli organların oluşumunda çok büyük öneme sahiptir.

Örneğin tarımı yapılan bitkilerde çiçek, meyve sayısı veya büyümeyle ilgili olaylar yıllar içinde değiştiğini çok yakından izlemiştir. Bitkilerde büyümenin sınırsız olduğu kabul edilmekle birlikte, genetik kontrol altında olduğunu unutmamak gerekir. Örneğin normal koşullar altında bir domates bitkisinin beş metre boya ulaşması beklenemez.

Bu bölümde son olarak primer ve sekonder büyümeden bahsetmek gerekir. Atkuyruğu, Eğrelti otu ve birçok otsu Kapalı Tohumlularda organlar apikal meristemden şekillenir, primer büyüme olarak adlandırılan bu olay sonucunda primer bitki yapısı oluşur. Açık Tohumlular ve Çift Çenekliler ve bazı Tek Çenekliler ise iki farklı tipte tanımlayabileceğimiz sekonder büyüme gösterirler. Birincisi, özel bir bölgede yerleşmeyen temel doku hücreleri yardımıyla olur. Palmiyeler ve bazı umrulularda görülen bu yöntemde primer meristem gövde uzmaya başlamadan önce gövdenin tabanını kalınlaştıran bir doku üretir.

Bu doku birikip gövde kalınlaştıktan sonra boyuna uzama başlar. Yaprakların geniş tabanların da üst üste gelerek gövdeye dıştan destek sağlar. Çevremizdeki palmye ve hurma ağaçlarının dökülen yapraklarının tabanları gövdeye destek vermek üzere kalırlar. Bu tip bitkiler, diğerleri gibi yan dallara sahip olmadıklarından yüzey alanları küçüktür ve rüzgarda sürüklenmeye daha dayanıklıdır. İkinci sekonder büyüme yöntemi kambiyum dokusu yoluyla gerçekleşir. Çevremizdeki odunlu bitkilerin çoğu sekonder büyümelerini bu yolla sağlar.

### **Bitki Büyüme ve Gelişimi Kontrol Eden Önemli Maddeler**

Bitkiler, hayvanlar, algler ve funguslarda büyüme ve gelişme olaylarını düzenleyen özel kimyasal bileşikler bulunur. Bu bileşikler çok düşük derişimlerde üretilmelerine rağmen son derece önemli görevler üstlenirler.

Bitki büyüme maddesi ya da bitkisel hormon olarak adlandırılan bu bileşikler, bu kapsamda değerlendirilir. Bitkilerin belli bölgelerinde üretilir, gerekli bölgelere taşınır ve çeşitli metabolik olayları etkiler. Oksinler, sitokininler, gibberellinler, absisik asit, etilen, çok eski yıllardan bu yana bilinen bitkisel hormonlardır. Son yıllarda bunlara bitkileri çeşitli dış



etkenlere karşı savunma işlevi olan salisilikasit, brassinosteroid ve jasmonik asit gibi maddeler de eklenmiştir. Bazı bitkiselhormonların işlevleriyle birlikte kısaca gözden geçirelim:

**Oksinler:** Apikal tomurcuğun yan tomurcukların gelişmesine engel olmasını, ışığa yönelimi, iletim demeti gelişimini, meyve gelişimini sağlar. Etilen sentezini teşvik eder; yaprak ve meyve dökülmesini önler.

**Sitokininler:** Kök ve sürgün meristemlerinde hücre bölünmesini artırır. Yaprak yaşlanmasını geciktirir.

**Etilen:** Yaprak, meyve ve çiçekte yaşlanma ve dökülmeyi teşvik eder. Tohum çimlenmesi ve hücre uzamasında etkilidir.

**Absisik asit:** Tohum ve tomurcuk dormansisini teşvik eder. Tohumlara yapraklardan besin taşınımını düzenler. Su stresine tepkiyi düzenler.

**Gibberellinler:** Hücre bölünme ve uzamasını teşvik ederek sürgünün uzamasını sağlar. Tohum çimlenmesini ve bazı bitkilerde çiçeklenmeyi teşvik eder.

Bitki hormonları, doğal işlevleri anlaşıldıkça bitki yetiştiriciliğinde kullanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda embriyo veya doku kültürü yöntemiyle daha verimli ve hastalıklara dayanıklı fide ve fidanların yetiştirilmesi için bitki hormonları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu sırada hücre bölünmesi, uzaması gibi olayları kontroleden hormonlar uygun derişimlerde uygulanarak bitkinin gelişimi sağlanır. Ayrıca meyve veriminin artırılması için de hormon uygu lamaları yapılmaktadır. Bitki hormonlarının dışında, çimlenme ve çiçeklenme gibi aşamalarda ışığın algılanmasını sağlayan moleküllerin de önemli rolü vardır. Fitokrom ve kriptokrom adlı moleküllerin pigment bileşenleri farklı dalga boylarındaki ışığı emebilir. Işık emildikten sonra başlayan sinyal iletimini sonunda hücre tepkisi başlar. Örneğin karanlıkta depolanan veya toprak içindeki tohumlar, fitokromu aktifleştirecek ışığa maruz kaldıklarında çimlenmeyi uyaran genleri çalışır hale geçer.

## **Dormansi**

Bitkiler tek, iki ya da çok yıllık yaşam sürelerine sahip olabilirler. Tek yıllık bir bitki, tohumun çimlenmesiyle başladığı vejetatif ve ardından gelen generatif evresini aynı yılın içinde tamamlar, iki yıllıklar, ilk yıl vejetatif evreyle geçirirken ikinci yıl generatif evreye girer ve hayatını tamamlar. Çok yıllık bitkiler ise tohumun çimlenmesinin ardından belli bir vejetatif olgunluğa geldikten sonra her yıl çiçeklenerek hem vejetatif hem de tekrarlayan generatif evrelerini bir arada sürdürürler. Bitkiler, yaşam süreleri ne olursa olsun çevre

koşullarının uygun olmadığı dönemlerde büyüme ve gelişme olaylarını çok yavaşlattıkları dormansi dönemine girerler. Örneğin tek yıllıklarda dormansi tohum aşamasına karşılık gelir, iki veya çok yıllıklar, kış koşullarını güvenle adanmak için toprak üstü organlarını kaybederek yumru ya da rizomlarıyla dormansi periyodunu geçirirler. Çok yıllıklarda, özellikle de ağaçlarda gördüğümüz yaprakların dökülmesi de bir çeşit dormansi dönemidir. Ağaçlarda yaprakların yeşereceği meristematik dokuları içeren tomurcukların kışın geçirimsiz pullarla sarılır. İlkbaharda bu pullar açılarak yeni yapraklar şekillenir. Çamlarda olduğu gibi herdem yeşil bitkilerde ise, yaprak yüzeyi küçültülerek ve kış aylarında metabolik faaliyetler oldukça azaltılarak olumsuz kış koşullarına karşı koyulur.

Dormansi döneminin başlaması ve sona ermesi bazı içsel ve ortamsal etmenlerin birlikte çalışması ile belirlenir. Örneğin gün uzunluğu, ışık, karanlık, sıcaklık değişimleri ve ortamda suyun varlığı en etkili ortamsal faktörleri oluşturur. Dış uyaranların etkisiyle üretilen bitki hormonları çeşitli metabolik faaliyetlerin durması veya başlatılmasına yönelik olarak işlevlerini sürdürmeye başlar.

### **Embriyo Gelişimi ve Tohum Çimlenmesi**

Angiospermlerde, döllenmenin ardından oluşan zigot önce mitozla ikiye bölünür. Oluşan hücrelerden biri embriyoyu endospermin içine doğru itmekle görevli olduğu düşünülen suspensoru meydana getirmek üzere bölünür. Diğer hücre ise terminal hücre adını alır ve embriyoyu oluşturmak üzere bölünür.

Terminal hücre bölünürken en dışta epidermis dokusunu verecek olan protoderm, altında kambiyum ve iletim dokularını verecek olan provasküler doku, ortada ise korteksi oluşturacak temel doku gelişir. Ardından kotiledonların gelişmeye başladığı görülür. Kotiledonların bağlandığı noktanın hemen arkasındaki bölge gövde apikal meristemini, suspensora yakın olan bölüm ise kök apikal meristemini verir. Olgun bir embriyonun, altta radikula (embriyonik kök), onun üzerinde hipokotil adı verilen eksen ve kotiledonların hemen üzerinde yer alan epikotil bölümlerinden oluştuğunu hatırlayacaksınız. Bu yapılar oluştuğundan sonra embriyo çimlenme aşamasına kadar dinlenme evresine girer. Etrafını saran endosperm tabakasının işlevi ise embriyoya besin sağlamaktır.

Ancak baklagillerdeki iki ya da mısırdaki tekkotiledonda olduğu gibi kotiledonlar besin depo ederek bu görevi üstlenebilirler.

Tohumun çimlenebilmesi için bazı iç ve dış koşullar birlikte iş görür. Örneğin testta (tohum gömleği) tohumu aslında çevredeki olumsuz koşullardan korumak üzere oluşturulmuş geçirimsiz bir tabakadır. Çimlenmenin başlayabilmesi için bu tabakanın aşınması veya ışık

uyarısı alması gerekebilir. Bazı bitkilerin deney ortamında ya da tarım amaçlı çimlendirilebilmesi için testayı aşındırmak üzere asit muamelesine tabi tutulması gerekir. Tohum çimlenmesinin başlayabilmesi için enönemli şart ise suyun testadan girişidir.

Gövdeden enine kesit alındığında ise; büyük,yavaş bölünen hücrelerinolduğu merkezi zon, daha küçük ve hızlı bölünen hücrelerin yer aldığı periferalzona (dış kısım) ayırt edilir.Periferalzona; yapraklar,koltukaltı tomurcukları vegövdenin dış tabakalarını verir. Dikotillerde, merkezi zonun hemen altında hızlıbölünen hücrelerin bulunduğu öz meristemi yer alır. Bu bölüm sadece gövdeninöz bölgesini verir. Monokotillerde ise, gövdenin merkez dokulanapikalmeristemin altındaki geniş meristematikzondan gelişir. Monokotil gövdesi böylece hem uzun hem de dayanıklı bir yapı kazanır.

Toprak üstü organlarının gelişimi sırasında oluşturulan iletim, parankima, mezofil gibi doku tiplerinin oluşumunda pek çok mekanizma birlikte çalışır. Örneğin,prokambiyum hücreleri aşağıya doğru iletim dokularını vermek üzere farklılaşır.Sonunda bu hücrelerden olgun floem ve ksileminelemanları oluşturulur. Bildiğiniz gibi iletim dokusunun bazı hücrelerinde, lignin birikimi ile oluşturulan ağsı,spiral kalınlaşmalar bulunur. Prokambiyum hücrelerinin protoplastının, plazmamembranının dışındaki bu yapıları nasıl oluşturduğu uzun yıllar merak edilmiştir.Çeperdeki bu birikimin, kısmen selüloz mikrofibrilleri düzenleyen mikrotübüllerinve hücre çeperi sentezleyen kritik enzimlerin Golgi cisimciklerinin yardımıyla taşınarak gerçekleştiği bulunmuştur. Ayrıca iletim demetlerindeki cansız hücrelerin deprogramlanmış hücre ölümü (apoptozis) ile üretildiği düşünülmektedir.

Sürgün ucu ya da apikal meristem sağlam olduğu sürece koltuk altı (aksillar)tomurcuklar aktif değildir. Apikaldominansi adı verilen bu olay oksin grubundan hormonların etkinliği ile kontrol edilir ve bitkinin boyunun uzaması böylecesağlanır. Meyve ağaçları her yıl budanarak apikaldominansi ortadan kaldırılır veya tomurcuklar faaliyete başlar. Böylece çok boylanmaları engellenir, yana doğru gelişen dallardan meyve hasatı kolaylaşır.

Yapraklar, gövdeden belli bir açıyla yana doğru gelişirler ve apikal meristemden köken alırlar. Yaprak tomurcuğunun oluşumu, apikal meristemin altında yüzeye yakın tabakalardaki periklinal bölünmelerle başlar. Yüzey tabakalarındakiantiklinal bölünmelerle ortaya çıkan kabartı boğumlanarak yaprağın alt ve üstkısmaları oluşur. Alt kısımdan yaprak kını ve stipula; üst kısımdan ise petiol veya gelişir. Yaprakta fotosentetik hücre tiplerinin gelişimi ışığın etkisiyle yönlendirilir. Meristematik etkinlik erken evrede uçta yoğunudur, daha sonra interkalaruzama görülür. Çiçeklerin halkaları da yapraklara özdeş olarak düşünülür. Çiçeklenmenin başlaması için en önemli çevresel etmenlerden biri gün uzunluğudur. Bitkiler

bu açıdan kısa gün bitkileri, uzun gün bitkileri venötral gün bitkileri olarak ayrılırlar. Kısa gün bitkileri, gün uzunluğunun kritik bir süreden daha kısa olduğu durumda çiçek açabilir. Çilek, patates ve soya fasulyesi bu tip bitkilere örnek olarak verilebilir.

Uzun gün bitkileri ise ilkbahar ve erken yaz mevsimlerinde, gün uzunluğu kritik süreden daha uzun olduğunda çiçeklenebilirler. Ispanak, turp, şekerpancarı tipik uzun gün bitkileridir. Gül, domates, salatalık, karanfil gibi bitkiler ise gün uzunluğuna bağlı olmaksızın çiçeklenebilen nötral gün bitkileridir. Fitokrom molekülleri karanlıkta inaktif forma geçerek bitkilerdeki çiçeklenme olayının hangi tipte olacağını kontrol eder.

Yapraklar belli mevsimlerde veya çok yıllık yapraklarda belli bir sürenin sonunda dökülürler. Absisyon (yaprak dökümü) ılıman iklim bitkilerinde aynı zamanda olumsuz çevre şartlarından bitkiyi koruması açısından da önem taşır. Yazsonunda yaprakların renginin yeşilden sarı ve kırmızıya dönmesi aslında klorofilin ayrışarak ksantofil ve karotinoidlere dönüştüğünü gösterir. Bu sırada pek çok büyük molekül de parçalanarak yapraktan ana bitkiye geçer. Örneğin; proteinler amino asitlere, nişasta şekere dönüştürülür. Ayrıca azot ve fosfor gibi mineraller de ana bitkiye iletilir. Böylece yaprak döküldüğünde ziyan olacak bileşikler ana bitkinin kullanabileceği formda geri kazanılmış olur.

Anatomik açıdan incelendiğinde, yaprak ve çiçeklerin dökülmesi önce birkaç hücre sıralı bir ayrılma zonu oluşturulmasıyla başlatılır. Bu tabakada önce parankimatik hücreler parçalanır, iletim dokusundaki canlı hücreler de parçalandıktan sonra dökülmekte olan yaprağı sadece cansız elemanlar tutar. Dıştan gelen rüzgar gibi mekanik etkiler bu bölümü de ayırır ve absisyon tamamlanır. Yaprak dökülmesinin ardından gövdenin bu bölümünde koruyucu geçirimsiz bir tabaka oluşturulur.

### **Kök Sistemi**

Angiospermlerde kök embriyodaki radikula kısmından gelişir. Ana kök gelişim sırasında epidemi isten kök tüyleri oluşmaya başlar. Yan kökler ise perisikl tabakasından gelişmeye başlar, korteksten geçerek dışarıya ulaşır. Eğreltilerde ise yan kök oluşumu endodermis kökenlidir. Kazık köklü bitkilerde ana kök ve ondan çıkan yan kökler bulunur. Saçak köklü bitkilerde ise çok sayıda yan kök bir süre sonra ana kökün yerini alır. Bu tip kökler genellikle tek çenekli bitkilerde görülür.

Kök boyuna kesitte uçtan yukarıya doğru kök şapkası, bölünen hücreler bölgesi, uzayan hücreler bölgesi ve olgunlaşma bölgesi olmak üzere dört bölüm bulunur. Bu zordarın yeri türden türe, büyüme şartlarına ve doku tabakalarına göre farklılık gösterir.

Kök uç meristemi sürgün sisteminden farklı olarak kaliptra veya kök şapkası adı verilen koruyucu bir tabakanın arkasında yer alır. Kök şapkası, uç meristem korur ve kökün toprak içindeki hareketini kolaylaştırır. Meristemin kök şapkasına yakın olan bölümü bu dokuyu yenilemek üzere sürekli bölünür. Kökün diğer bölümlerini oluşturacak olan hücre bölünmeleri daha derinde gerçekleşir.

Kök gelişimi başladığında apikal hücrelerin hepsi aynı hızla bölünür. Birçok türde meristemin merkezdeki hücreleri bir süre sonra inaktif hale geçer. Buradaki hücreler hızlı bölünme yeteneklerini uç meristemin zarar görmesi durumunda tekrar kazanırlar.

Şimdi, dıştan içe doğru kök tabakalarının gelişimini gözden geçirelim: Epidermis, nispeten tekdüze hücre bölünmeleri ve hücrelerin büyümesiyle oluşur. Köktüpleri olgunlaşma zonunda epidermis hücrelerinden türevlenerek oluşturulur. Epidermisin hemen altında bir veya daha çok sayıdaki hücre tabakasından oluşan parankimatik yapıdaki korteks bulunur. Korteksin içinde tek hücreli endodermis tabakası vardır. Endodermis tabakasındaki kaspary şeridi adı verilen seçici bölümsayesinde sadece taşıyıcı proteinleri bulunan mineraller içteki iletim demetlerinin bulunduğu tabakaya ulaşabilir. En içte ise iletim demetleri yer alır. Köklerde sürgün sistemindeki gibi organ farklılaşması olmamakla birlikte bitkinin ihtiyacı olan su ve suda erimiş maddelerin asıl alındığı yer olması açısından bu organın metabolik açıdan önemi çok büyüktür. Ayrıca bitki hormonlarından sitokinin ve giberellinler kökte üretilerek diğer organlara iletim demetleriyle taşınırlar. Pek çok depo maddesi ve koruyucu sekonder bileşikler de köklerde üretilir.