**7. Duyular ve Duyu Organları-3**

**(Hayvansal Organizmalar)**

***KİMYASAL DUYU***

Maddelerin belirli bir kimyasal yapıları vardır. Bu yapı onların koku ve tat duyularını belirler. Canlıların protoplazması çevredeki kimyasal değişimlere duyarlı olmakla beraber, genellikle hayvanlarda kimyasal uyartıları alan ve adına **kemoreseptör** denen özel duyu hücreleri gelişmiştir. Tek hücreli ve basit çok hücreli hayvanlar protoplazmalarının kimyasal duyarlılıkları nedeniyle besinlerini ayırt edebilirler. Besinin suya dağılan molekül ya da iyonları, bu canlıların protoplazmasında bir uyaran olarak rol oynar. Bu hayvanlara zararlı kimyasal maddelere de aynı şekilde duyarlı olduklarından, koruyucu cevaplar meydana getirirler. Örneğin, uyarandan uzaklaşmak veya kontraksiyon (kasılma) yaparak hacimlerini küçültmek gibi tepkiler gösterirler. Omurgasızların çoğu bütün vücutları ile kimyasal uyaranlara karşı duyarlı oldukları halde, bazılarında da basit lokal reseptörler gelişmiştir. *Mollusca* (Yumuşakçalar)’larda yerel sarı hücreler suyu tadarak vücut içine alır ve solungaçlarda dolaştırır. Omurgasız hayvanlar arasında özel kimyasal reseptörlere sahip olanlar böceklerdir. Bunlarda vücudun ön kısmında, özelliklede ağız çevresindeki kıllar, özel tat duyusu reseptörleridir. Koku reseptörleri ise antenler üzerinde yerleşmiştir. Bazı böceklerde tat duyusunu alan hücreler ise bacaklarda bulunur.

***MEKANİKSEL DUYU***

Tek hücreli ve basit çok hücreli hayvanlarda protoplazma, dokunma ve basınç duyularını algılayabilir. Dokunma duyusu organları bazı omurgasızların bütün vücut yüzeyini (*Annelida*-Halkalı solucanlar-Toprak solucanı) kapladığı halde, bazılarının yakalayıcı kollarında (*Coelenterata*-Sölenterler) veya antenlerinde (*Arthropoda*-Eklembacaklılar) toplanmıştır. Balıklarda vücudun iki yanında, baştan kuyruğa kadar deri altında uzanan bir kanal sistemi gelişmiştir. **Yan organ** adı verilen bu sistemde sonlanan sinir uçları yardımıyla, sudaki basınç değişimleri, akıntı yönü ve düşük frekanslı titreşimler algılanır.

***SES DUYUSU***

Hayvanlar âleminde ses duyusunun, basınç ve dokunma duyusundan ayrımı genellikle zordur. Tek hücreli ve basit çok hücrelilerin protoplazması dokunma duyusunu alırsa da, sese duyarlı değildir. Ses duyusu yüksek organizasyonlu canlılar tarafından alınabilir. Bazı su ve kara hayvanlarında basınç değişimlerinin meydana getirdiği titreşimlere (ses olarak) duyarlı duyu organları gelişmiştir. Sucul organizmaların çoğunda dokunma ve sesin meydana getirdiği titreşimlere duyarlı kıllar vardır. Bazı böcekler titreşim kılları ile ses uyartılarını alabilirlerse de, bunlarda özel ses alıcı organlar da gelişmiştir. Çekirge ve Ağustos böcekleri gibi ses çıkaran böcek türlerinde görülen işitme organına **timpanal organ** adı verilir. Bu organ, memelilerde olduğu gibi başta değil, vücudun çeşitli yerlerinde bulunur. Örneğin, çekirgelerde birinci abdomen segmentinde, uzun kanatlı çekirgelerde ise ön bacakların tibia kısmında yer almıştır. Bu organın trakeden oluşan zarlarının titreşimi, buna bağlı olan duyu hücreleri tarafından sinire iletilir. Örneğin, dişi çekirgeler ses çıkaran erkekleri seslerinden bulurlar. Şayet dişi çekirgenin timpanal organı çıkarılırsa dişi, erkek çekirgenin ses çıkarmasına karşı hiçbir tepki göstermez. Bazı çekirge türlerinde ise iki erkek karşılıklı olarak ses çıkarır ve bu olay ancak biri diğerini işiterek cevapladığı sürece devam eder.

Böceklerde ses çıkarma (**stridulation**) genellikle vücudun herhangi bir parçasını bir yere vurarak, vücudun bir parçasını diğerine sürterek, kanatları titreştirerek (vızıldama) ya da vücudun çeşitli yerlerindeki özel zarları titreştirerek gerçekleştirilir.

***DENGE DUYUSU***

Karada veya suda serbest yaşayan her hayvan, hiçbir yüzeye dayanmadan belirli bir tarzda durabilir. Hayvanların normal duruştan ayrılması, **statik organ** ya da **statosit** denen duyu hücreleri tarafından algılanır. Statosit hayvanlarda bir veya daha fazla kısmen veya tamamen kapalı bir odacık halindedir. Bu odacığın içinde denge duyusunu algılamak için özelleşmiş duyusal kıllı hücreler ve bu hücrelerde dallanmış sinirler bulunur. Denge duyusunu algılayan hücreler segonder duyu hücreleridir. Sitatositlerin içinde, hayvanın kendisi tarafından yapılmış CaCO3 (Kalsiyum Karbonat) parçaları veya çevreden toplanmış kum tanecikleri gibi yabancı maddeler bulunur. Statosit denen bu cisimlerin duyusal kıllar üzerindeki hareketi vücudun durumunu dengede tutmaya yardım eder. Sölenterlerden itibaren birçok omurgasız ve omurgalılarda denge organı bulunur. Karides ve ıstakozun bir çift olan denge organı antenlerin kaidesinde yer alır. Kitinden yapılmış her statositin içinde ikiyüz kadar duyusal kıl ve çok sayıda denge taşcıkları görevini yapan kum tanesi bulunur. Hayvan hareket ettikçe, taşcıkların dokunduğu kıllar yer çekiminin etkisi altında değişir. Böylece vücut bir tarafa yönelir veya dengede kalır. Midyenin denge organı karideste olduğu gibi çifttir ve ayak ganglionlarına bitişik olarak bulunur. Yalnız bunlarda statosit kapalıdır ve CaCO3 tan yapılmış bir tek denge taşı bulunur. Sineklerde arka kanatların değişmesinden meydana gelmiş olan ve **halter** adı verilen bir çift denge organı vardır.

***IŞIK DUYUSU***

Canlıların protoplazması bazı radyasyonlara duyarlıdır. Biz görebildiğimiz radyasyona ışık diyoruz. Bazı canlıların protoplazması bizim göremediğimiz ultraviyole ışınlara da duyarlıdır. Örneğin birçok basit tek hücreli hayvan (Amip, Ciliat vb.) ışığa duyarlı özel organları olmadığı halde uyaranlara cevap verebilirler. Ayrıca poliplerin gelişmeleri sırasında vücutlarını ışığa yönelttikleri de saptanmıştır.

Basit ve kompleks ışık reseptörleri (fotoreseptörler) karşılaştırıldığında aynı uyaranın, ışık duyu organı tarafından kullanılma derecesine göre çeşitli görme basamakları ayırt edilebilir. Bunlar başlıca ışık, yön ve şekil görme olarak üç gruba ayrılabilir. Bu ayırım ışık duyusunu alan hücrelerin (fotoreseptörler) farklı görev yapmasından değil, yardımcı organlarının farklı olmasındandır.

***Işık görme (Aydınlık farklarını görme):*** Bazı protozoa ve basit metazoa da görülen en basit ışık reseptörlerine göz demek çok zordur. Bunlarda ışığa duyarlı pigment hücreleri, bulundukları yerdeki ışığın şiddetini ayırt edebilirler. Örneğin kamçılı hayvan (*Euglena*) da bulunan **stigma (göz lekesi)** böyledir. Bundan başka toprak solucanlarının sırt kısmında ışığa duyarlı bir madde kapsayan hücreler, aydınlık farklarını ayırt edebilen en basit görme organı olarak işlev görür. Bunlarda yardımcı organlar yoktur. Bu hayvanlar ışığın şiddetine göre reaksiyon göstererek ışıktan uzaklaşır veya ona yönelirler.

***Yön görme:*** Bazı basit çok hücrelilerde görülen en ilkel göz tipi, ışığın yönünü ayırt edebilmektedir. Örneğin yassı solucanlarda (*Platyhelminthes*) kirpikli bir görme hücresi, kâse şeklinde bir pigment hücresi ile çevrilmiştir. Kâsenin açık tarafından gelen ışık, pigment hücresine çarparak fotoreseptörü uyarır. Böylece ışığın yönü algılanabilir. Böyle, ışığın geldiği tarafa değilde aksi yöne yönelmiş gözlere **invers göz** denir. Amfiyoksüsün nöral borusunda da bu şekilde birçok görme hücreleri vardır. Yassı kurtlardan *Planaria* da ise çok sayıda görme hücresi bir veya daha fazla pigment hücresinden oluşan bir kase tarafından çevrilerek daha kompleks bir invers gözü oluşturmuştur. Medüz ve Mollusca’larda bulunan **çukur gözler** de ışığın yönünü ayırt edebilir.

***Şekil görme:*** Bazı omurgasız ve omurgalı hayvanlarda ışığın şiddeti ve yönünden başka cisimlerin şeklini ve rengini görebilen daha kompleks gözler gelişmiştir. Şekilleri ayırt edebilen gözler petek göz ve omurgalı gözü olmak üzere iki türlüdür.

**Petek göz (faset göz, bileşik göz):** *Arthtopodlar* (Eklembacaklılar) da görülen bu göz tipi, çok sayıda göz biriminin birleşmesinden meydana gelmiştir. Bir petek göz 2500 kadar **görme birimi** veya **ommatidyum** dan oluşur. Bir ommatidyumun ön kısmında, korneadan oluşmuş bir mercek ve onun altında ışığı ayarlamaya yarayan bir kristal koni vardır. Kristal koniden çubuk şeklinde şeffaf **rhabdoma** gelen ışık rhandomu saran retina hücrelerine geçer. Her retina hücresi optik sinire yani görme sinirine giden bir sinir lifi ile ilişkilidir. Bazı böceklerde her ommatidyumun etrafı pigment hücreleri ile tamamen sarılmış olduğundan ışığın bir ommatidyumdan diğerine sızması önlenir. **Appozisyon** denen bu göz tipi, *gündüz hareketli olan böceklerde* görülür. Bunlarda her ommatidyum ışığa duyarlı bağımsız bir birimdir ve her biri hafifçe farklı bir yönden gelen ışığı alır. Böylece bir cismin her noktası, ayrı bir ommatidyum ile retinal bölgeye yansıtılır. Bunun sonucu hep birlikte alınan ışık noktaları birleşerek mozaik bir görüntü oluşturulur.

*Alaca karanlıkta hareketli olan böceklerde* ise pigment hücreleri göz birimlerini tamamen ayırmamıştır. Bu tip göze de **superpozisyon** denir. Işık fazla olduğu zaman pigment hücre içinde dağılarak her ommatidyumun komşusu ile arasını perdeler ve ışık sadece korneası tarafından alınır. Böylece göz parlak ışıkta fazla uyarılmaktan korunmuş olur. Gece ya da alaca karanlıkta ise pigment merkezde toplandığından herhangi bir korneadan gelen ışık birkaç ommatidyumu geçerek, birkaç retina hücresini uyarır. Böylece alaca karanlıkta gözün duyarlılığı artmış olur.

Petek gözlerin şekil algılaması zayıftır. Her ommatidyumun mercek sistemi, retina hücreleri üzerinde cismin bir kısmının görüntüsünü verir. Petek gözlerin algıladığı görüntüler net olmamakla beraber, kırmızıdan ultraviyoleye kadar geniş bir dalga boyunu algılayabilmesi ve polarizasyon düzlemini ayırabilmesi bakımından, insan gözünden daha etkindir. Bu bakımdan böceklerin renk dünyası bizimkinden daha değişiktir.

Arthropodlarda bir çift olan petek gözden başka 3 ya da daha fazla sayıda olan **ocel gözler (basit göz)** de vardır. Bu gözler sadece ışığı ve karanlığı ayırt edebilir.

**Omurgalı gözü**: En gelişmiş göz tipi olan omurgalı gözünün en basiti, omurgasız bir canlı grubu olan *Cephalopoda*’larda görülür. Göz yuvarlağı ön tarafta çukur bir kâse içine oturmuştur. Bir *Cephalopoda* gözü omurgalı gözü ile karşılaştırılırsa, bunların yapılış bakımından birbirine çok benzedikleri görülür. Yalnız göz tabakaları gelişme sırasında ayrı kökenlerden oluşur. *Cephalopoda* gözü bir deri kıvrımından yani ektodermden meydana geldiği halde, omurgalılarda mercek deriden, diğer kısımlar beyinden oluşur. Bundan başka *Cephalopoda*’larda retina tek tabakalı olduğu halde, omurgalılarda çok tabakalıdır.

Bazı canlılarda **ışık meydana getirme (biyoluminesans)** özelliği de vardır. Bu durum, bu canlıların ışık meydana getiren bakterilere sahip olmalarından veya ışık çıkartan maddeleri besin olarak almalarından ileri gelir. Genelde ışık organı karın bölgesinin alt tarafındadır. Bu organ içerisinde luciferin maddesi, luciferase enzimi aracılığı ile okside edilerek ışık meydana getirilir. Böceklerin çıkardığı bu ışık donuk sarı, mavi, yeşil renktedir. Işık meydana getiren böceklerin tümü *Coleoptera* dan olan *Lampuridae* ve *Pyrrochroidae* familyalarına ait türlerdir.

Biyolüminesans canlıların ışık üretmesinin ve yaymasının temel nedenleri arasında üreme, cezbetme, avlanma, yiyecek bulma, iletişim kurma, kamuflaj, savunma, korunma, yol bulma, taklit ve yardım çağırma geliyor.

Ateşböceklerinin erkekleri ılık yaz gecelerinin karanlığında kendilerine uygun eşi bulmak amacıyla ışık saçar. Vücudu çok yassı, kafası ve ağzı büyük olan fener balığının sırtında iki yüzgeç ve dikenler vardır. Bu dikenlerden biri diğerlerinden çok daha uzundur ve balığın ağzının önüne kadar sarkar. Bu dikenin ucunda bulunan ve fener balığı ile ortak yaşayan bakteriler, ışık üretir. Özellikle dişi fener balıkları fenerlerini olta gibi kullanarak, ışığa dolayısıyla tam ağızlarının önüne gelen küçük balıkları avlar. Aslında fener balığı tüm canlılar içinde hem kendi ışığını üreten hem de ortak yaşadığı bakteriler sayesinde ışık yayan tek balık türü. Sırtındaki dikenler balığın kendi ürettiği ışığı yayıyor, dikenlerden en uzun olanının ucundaki organı ise ışıldayan bakteriler aydınlatıyor.

Bir diğer balık cinsinin de gözlerinin altındaki torbacık benzeri organlarda ışıldayan bakteriler bulunuyor ve balığın gözleri tıpkı bir ampul gibi ışık saçıyor. Balık bu ışığı avcılarından korunmak, iletişim kurmak ve avını kolayca yakalamak için kullanıyor. Başka deniz canlıları da avcılarını korkutmak ve kaçırmak için parlak ışık saçıyor.

Yakamozu gerçekleştiren planktonlar ise sadece bir hareket hissettiklerinde ışıldayarak kendilerini rahatsız eden küçük balıkları avlayacak daha büyük avcı balıkları cezbetmeye çalışıyor, bu da bir çeşit savunma ve korunma mekanizması. Mürekkep balığının ise sadece vücudunun alt kısmı ışıldar, bu da balığın bulunduğu ortamın rengine uyum sağlayarak saklanmasını kolaylaştırır. Doğada gözlenen ilginç bir diğer biyolüminesans örneği de ışıldayan kurtçuklar. Nehir ve dere yataklarında yaşayan küçük sinekler yumurtalarını yakınlardaki nemli mağaraların ya da oyukların tavanına bırakır. Bu yumurtalardan çıkan kurtçuk şeklindeki larvaların kuyrukları ışıldar ve parlar. Özellikle de larvalar acıktığında kuyrukların ışıltısı artar. Larvalar ışıldayan kuyruk uçlarından yapışkan bir sıvı salgılar, bu sıvı tıpkı uzayan sarkıtlar gibi mağaranın tavanından aşağıya doğru sarkar. Bu ışıltıya doğru uçan başka böcekler bu yapışkan tuzaklara takılır ve larvanın yemi olur. Acıkmış olan larva sarkıtlara yapışan böcekleri yemek için bu sarkıtların üzerinden aşağıya doğru kayarak hareket eder.