

Derleme

Canlılar Depremi Önceden Sezinleyebilir mi?

Ali DEMİRSOY*

*Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü 06800 Beytepe - Ankara - Türkiye

(İlk Gönderim / Received: 30.12.2018, Kabul / Accepted: 27.07.2019, Online Yayın / Published Online: 29.07.2019)

Evrimsel süreç, canlıların hepsine kendine uygun ortamda beceri kazandırabilecek yapı, fiziksel işleyiş ve en önemlisi duyu organları kazandırmıştır. Var olan duyu organlarını o ortamda en iyi biçimde kullanacak şekilde geliştirmiştir. Baykuşun gece çok daha başarılı bir şekilde görmesi, yarasanın ağızdan ve burundan çıkarılan, kulaktan alınan süperonik dalgalarla yolu üzerindeki nesnelere uzaktan bir çeşit görüntüleyebilmesi, bir köpekbalığının çok uzaklardan kan kokusunu alabilmesi ve benzer yüzlerce örnek bu özelleşmeye tipik örneklerdir.

Yerleşik düzene geçildiğinden bu yana, özellikle uygarlıkların adeta fıskırdığı Akdeniz, Orta Amerika ve Uzak Doğu Kuşağında depremler bilinen en büyük yıkımları yapmıştır. Anadolu'nun güney kıyılarını dolaştığımızda adım başı yıkılmış, viraneye dönmüş bu uygarlıkların sonunu depremler getirdiğini biliyoruz. Hem mal hem can kaybına neden olması, önceden bir türlü saptanamaması, tekrarlanabilir olması, aniden ortaya çıkması, birkaç saniye içinde yapacağını yapması, müdahaleye zaman bırakmaması, doğan zararın o anda ve daha sonra telafisinin hemen hemen olanaksız olması depremi en yıkıcı doğa olayı olarak tanımlamamızı gerektirmiştir. Bu yıkıcı etkiyi bazı canlıların olay ortaya çıkmadan belirli bir süre önce algıladıklarına ilişkin güçlü kanıtlar bulunmaktadır. Bu yazıda bu canlıların alışıl gelmişin dışındaki algılama yetenekleri

ve bunun fizyolojik açıklamaları ele alınacaktır.

Elektrik çıkaran ve elektrik alanını algılayanlar

Dünyada yüzlerce canlının özellikle balıkların, ölçülebilir miktarlarda elektrik ürettikleri ve önemli bir kısmının da elektrik alanının varlığını algıladıkları bilinmektedir; yaklaşık 384 türün de elektrik ürettiği görülmüştür.

Bir elektrik balığı elektrik alanı üretebiliyorsa “**Elektrogenik**”, eğer elektrik alanı algılayabiliyorsa da “**Elektroreseptiv**” olarak adlandırılır. Elektrik algılayan elektroreseptörler deriye gömülmüş durumdadır.

Balıkların bir kısmı her iki özelliğe sahiptir. Örneğin denizlerin altında yaşayan çok sayıda balık, Güney Amerika nehirlerinde yaşayan Gymnotiformes takımına ait balıklar ve Afrika nehirlerinde yaşayan Mormyridae familyasına ait balıklar bu tiptir.

Bazı balıklar da sadece elektriksel alanı algırlarlar: Köpekbalıkları, yayınlar, kedibalıkları (Siluriformis) ve Torpediniformes, vatozlar (Rajiformes). Bunlar avlarının vücudundan çıkan çok zayıf elektrik algırlarlar. Örneğin kuma tamamen gömülmüş avlarını bile bu yolla bulabilirler “**Pasif Elektrolokasyon**”.

*İlgili yazar: demirsoy@hacettepe.edu.tr

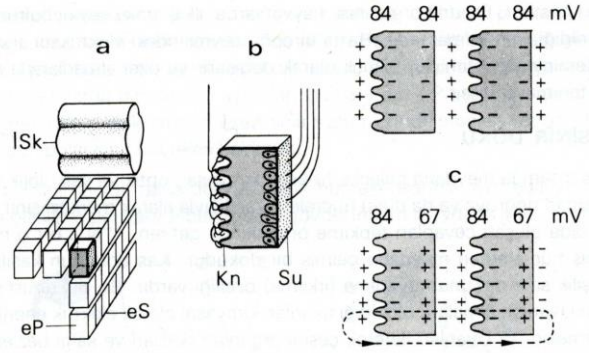


Şekil: Gymnotiformes takımından, *Electrophorus electricus* (elektrikli yılanbalığı).

Canlılarda elektrik akımları nasıl üretilir?

Çizgili kasların ilginç bir şekilde değişmesiyle, özellikle balıklarda, elektrik plakaları meydana gelir. Çok çekirdekli sitoplazmalarının içerisinde işlev gören miyofibril olmadığı için kasılamazlar. Elektrik organlarında, elektrik plakaları sütunlar meydana getirir. Motorik sinir uç plakalarında olduğu gibi, sinirler, plakaların bir yüzüne bağlanmıştır. Öbür yüzü ise papiller (küçük çıkıntılar) şeklinde ve kılcal kan damarları ile temastadır. Bu asimetri, işlevsel bir potansiyel farkı meydana getirir. Sakin durumda her plaka zarında bu potansiyel farkı, iç tarafı eksi olmak üzere 84 mV (milivolt)'tur. Sinir impulsu geldiğinde her plakanın aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi düz yüzey tarafı 67 mV daha yüklenmiş olur ve toplam potansiyel farkı 151 mV'a yükselir. Öyleki tüm plaka zarları aynı yönde, aynı şekilde dizildiği için, her kas plakasından (piliden) 151 mV üreten bir batarya elde edilmiş olur.

Örneğin, elektrik balığının (*Electrophorus*) bir elektrik sütununda (elektrik organı da birçok sütundan yapılmıştır) 6.000 kadar elektrik plakası vardır ve elektrik sütunlarının toplamında potansiyel 900 V'a (volta) kadar yükselebilir.



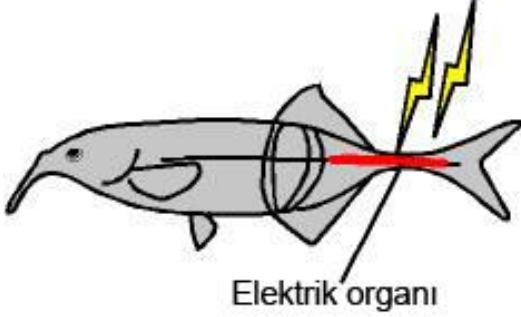
Şekil: Elektrikli yılanbalığının (*Electrophorus electricus*) elektrik organı, a) Morfolojik görünüşü, b) Elektrik plakası, c) İşlev şeması. Üstte iki elektrik plakası sakın durumunda ve altta deşarj halinde. eP) Elektrik plakası, eS) Elektrik veren sütunlar, Kn) Kan damarlarıyla donatılmış zar (rostral), Su) Sinir uçlarının girdiği zar (kaudal), ISk) İskelet (Demirsoy 1992'ye göre Kühn'den).

Bu yüksek gerilimli deniz balıklarının yanı sıra, tatlısularda yaşayan bazı balıkların (*Gymnotidae* ve *Mormyridae*) elektrik organında ancak birkaç volt elektrik üretilir. Özel elektrik almaçları ile doğrudan doğruya kendi ürettikleri elektrik alanının farkına varırlar.

Bazen bu elektrik boşaltımı bir antene ya da dokunaca bağlı olarak yapılır. Elektrik deşarjından kendilerinin nasıl etkilenmediği bilinmemektedir. Deşarj beyinden çıkan sinirlerle denetlenir.

Güçlü elektrik üretenler: Elektrik değişikliğe uğramış **elektrosit** denilen kas ve sinir hücrelerinin değişimi ve birbirine bir elektrik çifti gibi bağlanması ile oluşur. Elektrositler büyük ölçüde kas hücrelerine benzer. Bu kas hücrelerinin bir ucuna sinir uçları bağlanmıştır. Elektrik bu sinir bağlantıları aracılığıyla deşarj edilir. Her elektrosit yukarıda izah edildiği gibi yaklaşık 0.15 volt elektrik üretir. Enine ve yüksekliğine sütunlar 5.000-6.000 batarya şeklinde dizilmiş,

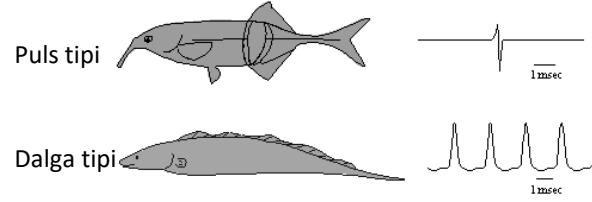
yaklaşık 200.000 elektrik plakası bu yüksek elektriği üretir. Bir seri asimetrik bağlanmış batarya gibidirler.



Şekil: Elektrik organları vücudun daha çok kuyruk kısmına toplanmış ve vücudun yaklaşık 4/5'ini oluşturacak kadar büyüktürler (internette).

Bir tarafında kas blokları diğer tarafında da sinir bağlantıları olan bir elektrik çifti şeklinde işlev yapar. Elektrositler ateş emrini beyinden alırlar. Bir seri bağlanmış bloktan çıkan elektrik en az 10 volt ve frekansı 25 Hz'dir. Ancak vücuttan çıktığında, avcılarının algıladıkları frekans yüzlerce Hz' yüksekliğinde olur. Bataryalar çoğunlukla kuyruk kısımlarında bulunurlar. Diğer canlıları hareketsiz hale getirenler güçlü elektrik üretir; elektrik deşarjı sırasında 10-500 volt ve bir amperin üzerinde (yaklaşık 10-500 Wat gücünde) elektrik üretebilirler. Bu güçteki bir elektrik akımı erişkin bir insanı öldürebilir). Vücudun başı ve kuyruk kısmı farklı kutuplar halindedir; uyarılma sırasında akım plakalardan bir uçtan öbür yana doğru olur. Bayıltma, felç haline getirme ve kendini koruma için farklı potansiyellerde elektrik de çıkarılabilir. Çıkarılmış olduğu düşük voltajdaki elektrik yolunu bulmada kullanılır. Bir defa elektrik deşarjı olunca belirli bir süre beklenmesi gerekir; bu süre çoğunlukla bir saat fazladır. Ölü bir balık 8-9 saat sonra bile elektrik boşalması yaparak insanı çarpabilir. Nehri geçen bir atın üzerindeki insanı 6 metre

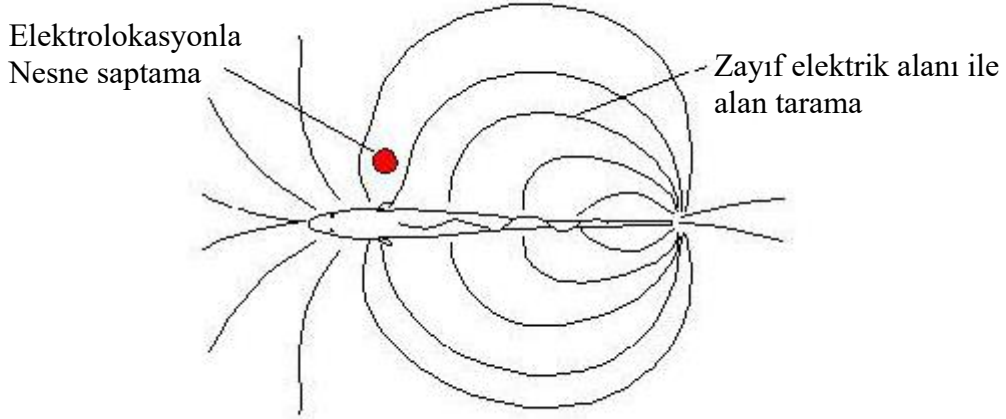
uzaktan çarpabilir. Elektrik şoku sinir sistemini ve kalbi etkilediğinden nefes almada ve kalbin ritminde meydana gelen bozukluklar ölüme neden olur. En güçlü elektriği *Electrophorus electricus*, Malapteruridae ve Torpediniformes üretir. Bu tip elektrik üretenler ya sürekli ve sinusoidal (*Apteronotus* ve *Eigenmannia*) ya da kesik kesik, geniş aralıklarla puls şeklinde verebilirler (*Gnathonemus*, *Gymnotus* ve *Raja*).



Şekil: Bazı elektrik balıkları puls (nabız atması gibi) kesik kesik elektrik üretir (üstte), bazıları da dalga şeklinde sürekli elektrik üretir (altta).

Elektrik organları vücudun arka kısmında üç blok halinde ve vücudun yaklaşık 4/5'ini oluşturur. Alçak gerilimli elektriğin yanı sıra yüksek voltlu elektrik de üretir. Beyinden gelen emre göre hücrelerin pozitif sodyum kanalları açılır ve kısa zamanda da tersine akım oluşturulur. Voltajdaki bu ani değişiklik elektrik akımının meydana gelmesini sağlar. Elektrik akımının büyüklüğü balığın yaşı (ve dolayısıyla cüssesi) ile artar. Dünyada elektriğini üreten, depo eden ve deşarj yapan sistem yalnız bu hayvanlarda bulunur.

Zayıf elektrik üretenler: Deşarj bir volt ve bir amperin üzerinde değildir. Bunlar diğer canlıları uyuşturamazlar; elektrik alanını yer ve yön tayininde ve aynı elektriği çıkaran diğer bireylerle iletişim kurmada kullanırlar. Buna "**Elektrolokasyon**" denir. Bunlara en iyi örnekler *Gnathonemus petersi*, *Apteronotus albifrons*'tur. Elektrik alanı vücudun üzerine dağılmış duyarlı tüberküllerden algılanır.

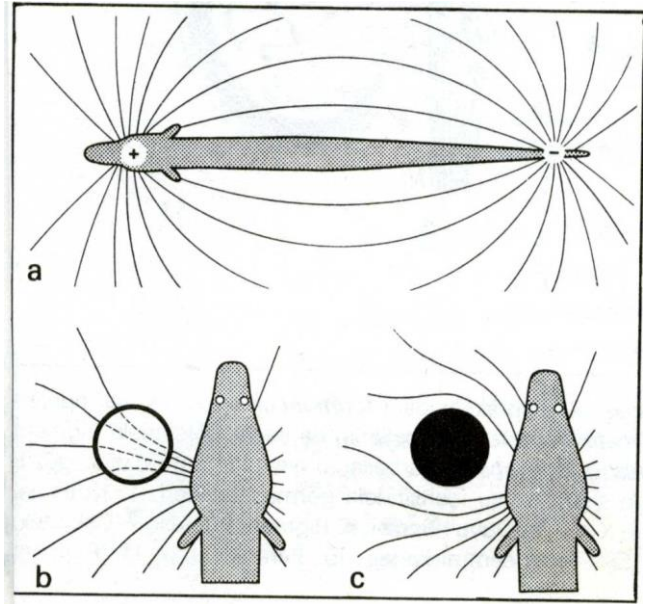


Şekil: Vücuttan çıkarılan elektrik dalgaları çevredeki manyetik ve paramanyetik nesnelere algılanmasını sağlayarak bireyin yol bulmasını sağlar.

Nil yılanbalıkları olarak bilinen *Mormyridae* ve *Gymnotidae* ancak 3-7 volt kadar elektrik üretirler. Bu gerilimle avlanamazlar; bununla kendilerini de savunamazlar. Bu alçak gerilim yanak organlarının bulunduğu yerde bir elektrik almaçısı tarafından algılanır. Öyle ki bu almaçılar 0.01 mV/cm. elektrik alanını algılayacak kadar duyarlıdır.

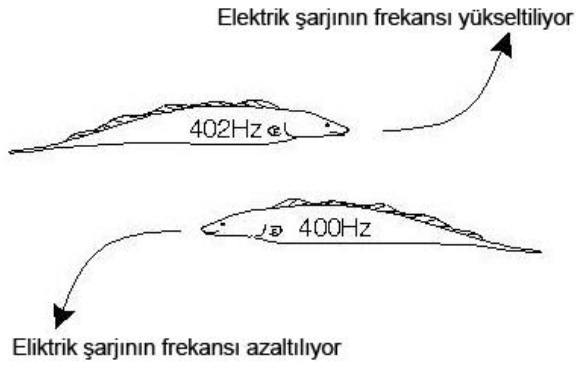
Düşük potansiyelli elektrik üretenler, taşıdıkları elektrik alan almaçlarıyla, bu yeteneklerini, yön (belki türdeşlerini ve özellikle karşı eşyalarını) bulmada kullanırlar. Nil elektrikli yılanbalığı voltaj değişimi olarak santimetrede 0.03 mikrovolt'luk (mikrovolt, volt'un milyonda biridir) ve akımda da cm^3 'te 0.04 mikroamperlik değişimlere tepki gösterirler.

Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi etrafındaki herhangi bir cismin elektrik iletiminin suyun iletiminden az ya da fazla olmasına göre, alan çizgileri bir araya toplanır ya da dağılır. Bu alan çizgilerinin dağılması ya da toplanması hayvanın etrafındaki cisimler hakkında bilgi edinmesini sağlar.



Şekil: Nil yılanbalığında (*Gymnarchus niloticus*) elektriksiz alanla yer saptanması, a) Elektrik alan çizgileri, ortamda düzenli dağılır. Kuyruk başa göre negatif yüklüdür, b) Herhangi elektrik iletken bir cisme rastlandığında elektrik alan çizgileri bu cisim aracılığıyla bir araya toplanacaktır, c) Yalıtkan bir cisimde elektrik alan çizgileri dağıtılacaktır. Bu geçirgenlik ve yalıtkanlık suya göredir (Demirsoy 1992'ye göre Kühn'den).

Zayıf elektrik çıkarıcılar karanlıkta ve çamurlu, bulanık sularda elektrik ile çevrelerini bir çeşit görürler. Çevredeki manyetik nesnelere bunlara nirengi noktası gibi yol gösterir. Her birey farklı frekansta elektrik üretir. Aynı frekansta üretilirlerse sönme ya da girişim olacağı için yer bulma zorlaşır. Böyle bir durumla karşılaştıklarında şekilde görüldüğü gibi frekanslarını ya yükseltir ya da düşürürler.



Şekil: Bir türe ait elektrik çıkarıcı iki birey karşılaşırsa, dalgalarda girişim ya da sönme olmasını diye biri frekansını yükseltirken öbürsü düşürür (internetten)

Hangi Canlıları Deprem Habercisi Olarak Kullanabiliriz?

Burada bir şeyi bilmemiz gerekiyor. Birçok canlı, deprem yıkıcı etkisini göstermeye başlayınca alışlagelmişin dışında belirli bir davranış sergilemeye başlar. Memeli hayvanların birçoğunun (örneğin koyunların, keçilerin ve sığırların) şaşkın bir şekilde donup kaldıkları bilinmektedir.

Uzakdoğu'da oluşan büyük tsunamide, tsunami başlayınca birçok evcil hayvanın dağlara doğru kaçtığı, örneğin fillerin zincirlerini kırarak kıyıda uzaklaştıkları gözlenmiştir. Yer altında yaşayan (körfare, tarlafareleri gibi) ya da oyuklarda yaşayan (kirpi gibi) memeli hayvanların, keza karıncaların yeryüzüne çıktıkları birçok gözlemlerle bilinmektedir. Deprem başlayınca davranış değişikliği gösteren hayvanların

depremi önceden haber vermeleri söz konusu olamayacağı için bu yazıda bunlara yer verilmeyecektir.

Ancak depremin etkisi yeryüzünde birden bire ortaya çıkmasına karşın, yer altında belirli bir ön hazırlık olduğu da bilinmektedir. Depremin taşküredeki plakaların hareketinden ya da kütlelerin kaymasından kaynaklanması nedeniyle bazı yerlerde sıkışmanın bazı yerlerde de açılmaların ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bu hareketler sırasında insanların algıladıkları en son ortaya çıkan yıkıcı etkilerdir ve yapacak fazla bir şey kalmamıştır. Ancak birçok canlı daha önce başlamış olan; ancak fiziki yıkıcı sonuçları henüz ortaya çıkmayan depremleri algılama yeteneğindedir. Bunlar:

Titreşim ya da dalgalarla depremi algılama

Plakaların ya da kütlelerin henüz büyük kırılmalar meydana gelmeden önce yer değiştirmelerinden ya da bazı bölmelerin (kompartımanların) çökmelerinden dolayı ortaya çıkan düşük salınımlı titreşimleri (dalgaları) bazı hayvanların algıladığı saptanmıştır. Bu dalgaların deprem başlamadan en fazla 4-5 gün önceden zayıf olarak ortaya çıktığı ve zamanla güçlenerek ilerlediği düşünülmektedir. İnsan kulağı ve aygıtlar bu dalgaları algılayamaz; algılasa bile olanı biteni tam olarak anlayamaz. Birçok canlı, bizim şu anda saptadığımız kadarıyla memeliler başta olmak üzere bu sıra dışı dalgaları algılayarak içgüdüsel olarak huzursuz ve alışlagelmişin dışında davranışlar göstermeye başlarlar. Öncelikle kısa süreli donup kalma, bir şeyleri dikkatle dinleyecekmiş gibi hareketsiz kalma, gizlenme, toprak içinde yaşıyorsa toprak üstüne çıkma gibi alışlagelmişin dışında davranışlar gösterebilir. Bunun için canlıların vücudunda bazı düzenlemeler meydana gelmiştir.

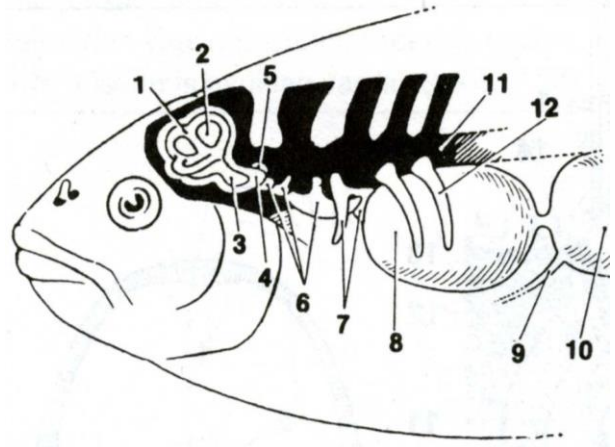
Bunları bu denli duyarlı kılan sistem, çoğunluk ayak-parmaktan başlayıp iç beyne kadar uzanan yolda kemiklerin birbirleriyle olan ilişkilerindeki ya da bağlantılarındaki

mükemmelliktir. Tırnak ya da ayak kemikleri ile topraktan alınan uzun dalga boylu titreşimleri (dalgaları), bacak, kürek, omurga ve kafatası kemiğinin birbirleriyle özel bağlantı ya da ilişkileri nedeniyle ayak kemiklerinden kafatası kemiğiyle iç kulak sıvısına aktarılmasını sağlar. Buradaki en önemli fiziki olayı, büyük bir olasılıkla, ayaktan alınan uzun ve düşük enerjili dalga boylarını, kısa salınımlı ve yüksek enerjili (ampilütütü yükseltilmiş olarak) dalga boyu haline dönüştürmedir. Böylece kuvvetli dalgalarla iç kulaktaki sıvının harekete geçirilmesi sağlanır. Bunu kemiklerin birbirine bağlantı biçimi gerçekleştirir.

Aslında böyle bir yapı yeri ve araçları farklı olsa da bizde de vardır. Birincil omurgalılarda (yani suda oluşmuş ve hep suda kalmış olan; yani karaya çıkıp da yeniden sulara dönmemiş olan canlılarda) vücut suda iletilen dalgalara bir çeşit saydamdır. Yani sudaki titreşimler (dalgalar) vücudun bir yanından girip öbür yanından çıkarak yoluna devam edebilir aynı zamanda canlının vücudu içinde farklı yönlerde doğru da yol alabilir. Çünkü bu canlılarda vücut yoğunluğu neredeyse su yoğunluğuna eşittir ve bir anlamda sıvı yapısındadır; dolayısıyla dalgalar söndürülmeden, kesintiye uğramadan yoluna devam edebilir. Bu dalgalar örneğin balıklarda dışa açıklığı olmayan duyma (işitme) organına yani iç kulağa ve denge organına bu yolla iletilir. Yani balık havadaki ses dalgaları ile değil sudan gelip vücudundan geçen dalgalar ile titreşimleri duyar. Weber kemikleri bu dalgaların iletilmesinde güçlendirilmesinde rol oynar.

Suda yaşayanların suyun bir özelliğinden dolayı işitme bakımından bir şansları vardır. Suda dalga (titreşim) meydana getirme havaya göre çok daha zordur; yüksek güç ister. Örneğin denize girip de karnımızın önünde vücudumuza değmeden ellerimizi göbeğimize doğru uzaklaştırıp yakınlaştırdığımızda göbeğimizin güçlü bir şekilde ileri geri gittiğini görürüz. Ancak

ellerimiz suyu harekete geçirmek için büyük bir güç kullanır.

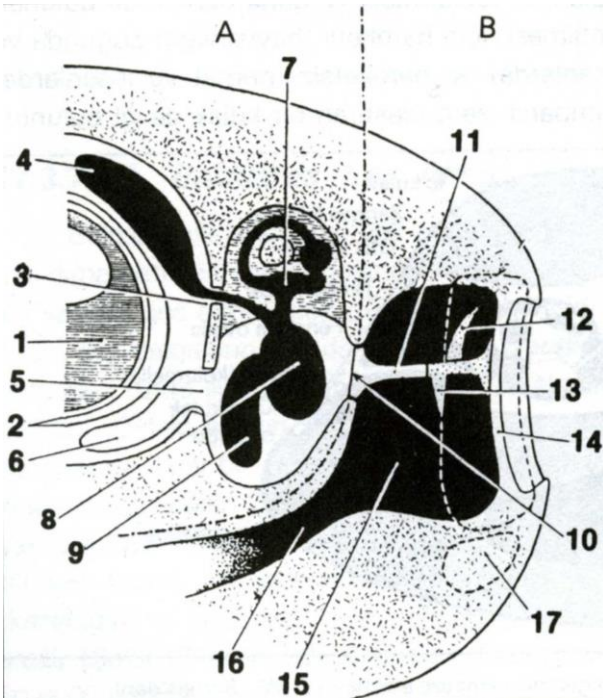


Şekil: Bir *Teleos* hayvanda (sazan) yüzme kesesi ve labirent (yarım daire kanalları) bağlantısı. 1 ve 2. Yarım daire kanalları, 3. Sinus endolymphaticus, 4. Perilymphatik boşluğun sinusu, 5. Clastrum, 6. Weber kemikleri, 7. Değişikliğe uğramış kaburga; Weber kemikleri ve yüzme kesesiyle bağlantılı, 8. Weber hava odacığı (yüzme kesesinin ön kısmı), 9. Yüzme kesesi kanalı, 10. Yüzme kesesi, 11. Omurga ve 12. Alt kaburgalar (Demirsoy 1992'ye göre Portmann'dan).

Aynı hareketi havada yaptığımızda karnımızın derisinin bu hareketi hiç algılamadığını görürüz. Çünkü havada titreşim (dalga) meydana getirme çok kolaydır; ancak buna karşın bu dalgalar bir yere çarptığında ortaya çıkaracakları etki çok zayıftır. Suda dalga meydana getirme büyük güç ister; ancak dalga bir defa meydana getirilmişse taşıdığı güç büyük olur; herhangi bir yere vurduğunda da yıkıcı etkisi o oranda büyük olur. Bu nedenle dinamit atıldığında bir nehir ya da göldeki balıkların tümü denge organı ve iç kulağı etkilendiği için bayılarak su üzerine çıkar ya da bu organlar tahrip olduğu için (patladığı için) ölür.

Ancak sudaki dalgaların (titreşimlerin) gücü yüksek olduğu için çok düşük frekanslı dalgalar bile taşıdığı yüksek enerji nedeniyle hemen algılanır. Bu nedenle balıklar saniyede 6 titreşimi duyarken, insanlar ancak 20.000 titreşim/saniyeyi algılayabilirler. Yine bu nedenle bir göle yavaşça bir sopa soksak bile balıkların bu sopanın hareketini hemen algılayarak (duyarak) kaçıştıklarını görürüz.

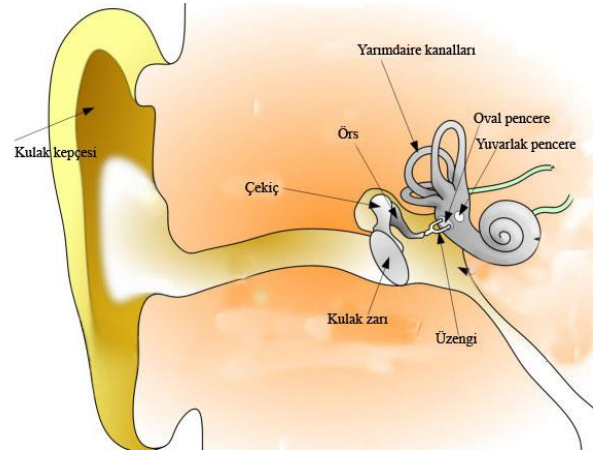
Birincil su canlıları karaya çıkınca işitme organlarında önemli değişiklikler meydana gelmesi kaçınılmaz olmuştur. Artık dalgalar ya da titreşimler sıvı ortamdan (çevreden) sıvı ortama (iç kulaktaki sıvıya) aktarılma şeklinde olmuyor, gaz (hava) ortamından sıvı ortamına (iç kulağa sıvısına) aktarılma biçimine dönüşmüştü. Sudaki dalgaların gücü buna yeterliydi, ancak havadaki dalgaların gücü sıvı bir ortamı (iç kulaktaki sıvının) harekete geçmesi için çok güçsüzdü. Bunun için ilk olarak havadaki titreşimleri alacak dışa dönük bir delik açılmalıydı, böylece kulak deliği ve bunu dış ortamdan ayıran kulak zarı (timpanum) oluştu.



Şekil: Bir sürüngenin kulak bölgesinden kesit çizgisi, iç (A) ve orta (B) kulağı birbirinden ayırır. 1. Beyin, 2. Beyin zarı,

3. Foramen endolymphaticum, 4. Sacculus endolymphaticum, 5. Foramen perilymphaticum, 6. Sacculus perilymphaticus, 7. Utriculus ve yarım daire kanalları, 8. Sacculus, 9. Lagen, 10. Oval pencere, 11. Columella auris (kısmen stapes), 12. Dış columellanın dorsal çıkıntısı, 13. Dış columellanın ventral çıkıntısı, 14. **Kulak zarı (timpanum)**, 15. Orta kulak boşluğu, 16. östaki borusu ve 17. Articulare üzerinde quadratum noktalanmış (Demirsoy 1992'ye göre Portmann'dan).

Timpanum havadan aldığı ses dalgalarını başlangıçta amfibilerde (kurbağagillerde) ve sürüngenlerde, keza kuşlarda zara bağlı kolumella denenene sopa gibi, bir ucu kulakzarına diğer ucu iç kulağa açılan bir zara değen bir çubukla ses dalgalarını dış ortamdan iç kulağa iletmeye başlamıştır. Çubuğun görevi havadan gelen genliği yüksek (uzun dalgalı) ve şiddeti düşük titreşimleri, genliği düşük (kısa dalgalı) ve gücü yüksek dalgalara çevirerek iç kulağın sıvısına iletmektir. Yani dalgaların genliği değiştirilir.



Daha sonra memelilerde, kıkırdaklıbalıklardaki solungaç yaylarının bazılarının değişmesi ile oluşan orta kulaktaki kulak kemikleri aracılığıyla yani çekiç (Malleus), örs (İncus) ve üzengi (Stapes) aracılığıyla kulak kepçesi ile dış ortamdan toplanan büyük genli ve zayıf ses dalgalarını, kulak zarına değen çekiç kemiğiyle alarak bir

kaldıraç gibi, örs üzerinden ve sonunda iç kulağın orta kulağa açıldığı bir pencereyi (Oval Pencere = **Fenestra Ovali**) örten zara, yani oval pencereye degen üzengeye aktarır. Kemikler bir kaldıraç gibidir. Geniş ve güçsüz dalgalar bu kemikler aracılığıyla kısa dalgalı ve güçlü dalgalara dönüştürülür. İç kulağın açıklığını örten zara geldiğinde genliği azalmış (kısa dalga boyuna dönüşmüş), şiddeti artmış (amplitütü yükselmiş) dalgalara dönüşmüştür. Dolayısıyla bu dalgalar iç kulaktaki sıvıyı harekete geçirecek güce ulaşmıştır. Sıvının hareketi duyu almaçlarına iletilerek impulsların meydana gelmesine bu da beyinde işitmeye ayrılmış bölmede işitme işinin gerçekleşmesine neden olur.

Kulak kemiklerinin buradaki görevini şu şekilde açıklayabiliriz. Örneğin başparmağımızla bir tahtaya bassak tahtanın şeklini değiştiremeyiz; ancak bir raptiye ile bu işlemi yapsak tahtayı delebiliriz. Çünkü raptiyenin başındaki alınan kuvvet, sivri bir uca toplanarak gücü artırılmıştır. Dış, orta ve iç kulakta olan da budur.

Özetle titreşimleri alabilmek için iç kulaktaki sıvının harekete geçirilmesi gerekir. Bu işlem vücudun sıvıdan oluşması ve dış ortamın da sıvı olması nedeniyle dalgaları algılama suda kolay olmasına karşın havada ses dalgalarının gücü zayıf olması nedeniyle zor olmaktadır.

Toprakla (yerle) çeşitli yerleriyle teması olan canlılar –bugün çok iyi incelememiş olmamıza karşın- yerden alınan titreşimleri (bu bir canlının adımları olabilir, deprem öncesi zayıf titreşimler olabilir) ayak, bacak, öncelikle omuz kemeri belki kalça kemeri, omur, özellikle boyun omurları, kafatası yoluyla alarak iç kulaktaki sıvıya iletebilir. Dört ayağı üzerinde duran canlılarda bu böyledir. Ancak yılan gibi sürünen ve çenesini yere dayayan yılan gibi canlılarda, ya da göğsünü yere dayayan timsahlarda ya da kirpi gibi diplerinde almaçların olduğu bilinen kirpi gibi canlılarda bu dalgalar farklı yollar izleyerek iç kulağın

sıvısına ulaştırılır. Hangi yolla alırsa alınsın, genel kural, alınan dalgaların, iletecek aracı yapılar ile bir çeşit kaldıraç gibi işlev görerek dalgaların genliğinin azaltılması ve gücünün çoğaltılmasına çalışılır.

Bu hayvanlar deprem henüz yeryüzünde fiziki olarak görülmeden, yerin iç katmanlarında plakaların, katmanların ya da bölmelerin yer değiştirmesi ile ortaya çıkan zayıf ve genliği büyük dalgaları algılayabilme yeteneğine sahiptir. İçgüdüsel olarak farklı bir şeylerin olduğunun farkına varan bu canlılar, gizlenme, donup kalma, kovuklarından yer yüzüne çıkma ve birçok beklenilmeyen davranışla sinyal verebilirler.

Elektriksel alan değişikliği ile depremi anlama

Sulardaki (tatlısulardaki ve denizlerdeki) elektrik balıklarının durumu biraz daha değişiktir. Depremi önceden haber veren en önemli canlılardır denebilir. Bunlar üç grup halinde incelenir.

a) Canlıların vücudunda kas ve sinir işlevleri sonucu ortaya çıkan elektriksel alanları uzaktan algılayarak onları av için kullananlar. Kendileri elektrik üretmezler. Bunların elektrik alanlarını algılaması sadece avlarının çıkardıkları elektrik alanlarını algılamayla sınırlıdır. Almaçlar daha çok başta bulunur ve yanal duyu organının bir türevi olarak kabul edilir. Elektrik alanlarını algılama avlarını bulmaya yöneliktir. Örneğin, kuma gömülü bir pisibalgının yerini saptayabilir. Dolayısıyla deprem habercisi olarak kullanılmaları zor görünüyor.

b) Çok yüksek voltajlı elektrik üretenler. Bunlar çıkardıkları yüksek voltajlı elektriği avlarını bayıltmada ya da öldürmede kullanırlar. Elektrik alanlarını ölçme ya da yön bulma gibi bir amaçları olmadığı için deprem habercileri olarak kullanılmaları bugünkü bilgilerimize göre mümkün değildir.

c) Hem vücutlarından zayıf elektrik üretenler hem de başka bir canlı tarafından üretilen ya da kendi yarattığı elektrik alanını algılayan canlılar. Bu canlıların hemen hepsi kural olarak denizlerin ya da göllerin dibinde (karanlık yerlerde) ya da çoğunluk gözün göremeyeceği kadar bulanık akan çamurlu nehirlerde yaşarlar. Bunların derdi yollarını bulabilme ve kendi hemcinsleri ile elektrik alanları üzerinden haberleşebilmedir. Yollarını nasıl bulurlar? Çevredeki nesnelere manyetik (elektrik alanına duyarlı) ya da paramanyetik (elektrik alanına duyarsız) oluşuna göre, bu dalgaların çıkış ve alınışını algılayarak bir çeşit yol haritası yaparak yollarını bulurlar.

Kayaçlardaki özellikle silisli kristaller (ve keza başka kristaller de olabilir) sıkıştırıldıklarında atom yerlerinin kaymasından dolayı elektronlar hareketli hale geçer ve zayıf bir elektriksel alanın doğmasına neden olur. Büyük bir olasılıkla bu elektrik alanlarının güçlenmesi gece ya da günüz yeryüzünde deprem ışıkları olarak bilinen alışlagelmişin dışında, mavi, yeşil ve kırmızı ışıdamalara da neden olur. Kayaçların öz direncinin sürekli ölçülmesi ile bu gerilmeleri önceden tahmin etme de söz konusudur.

Çamur ve dip balıkları, zayıf elektriksel alanları algılayabilmeleri nedeniyle yaşadıkları alanda ortaya çıkan elektrik alan değişikliklerini (anomalilerini) -büyük bir olasılıkla nevigasyon dediğimiz yol bulma mekanizmasını sekteye uğrattığı için- algılayarak kendini güvenli bir yere atmaya çalışır; çoğunluk da bir yerlere siner ya da saklanır. Çünkü radar sistemi parazitlenmiş ya da felç edilmiştir.

Saklanan balıkların ağ ya da başka bir yöntemle yakalanmaları zor olduğu için depremlerden önce bu balıkların avlanma miktarlarında önemli düşüşler meydana gelir. Japonya'da bu nedenle balık hallerinde dip balıklarının avlanma miktarının günü gününe kayıtları alınmaktadır. Deprem yaklaştıkça

avlanan balık miktarında hızla azalma görülmektedir.

Bu balıklar depremleri haber verecek esas kaynak olmasa bile, gerek tutulan balık miktarındaki değişimler ya da özel akvaryumlarda gözlem alınan alınmış olan bu cins balıkların standardize edilmiş davranışlarındaki sapmalar dikkatle izlenerek bir depremin yaklaştığını sezinlemek mümkün görünmektedir. Japonya'daki gözlemler bu balıkların deprem olmadan yaklaşık 5-6 gün önceden sinmeye başladıklarını ve gittikçe artan bir oranda sindiklerini göstermiştir.

Son zamanlarda yapılan araştırmalarda, bazı organizmaların, yerin magnetik alanını da algıladıkları saptanmıştır. Belki arıların yönlerini ya da yuvalarını bulmaları, termitlerin belirli bir alanı saptamaları, birçok kınkanatlıların ve sineğin ya da kuşlardan *Erithacus rubecula* (kızılgerdan)'nın gece yönlerini bulmaları bu magnetik alanın algılanmasıyla olmaktadır. Fakat böyle bir magnetik almanın fizyolojik mekanizması konusunda hiç bir bilgiye sahip değiliz.

Depremden önce kaynak sularında miktar olarak değişimler (azalma ya da artma), sıcaklığında artma ve kalitesinde değişimler; göl tabanlarından kükürt içeriği ve metanı fazla olan hava kabarcıkları çıkma; göllerin su seviyesinde değişimler; radon, helyum, karbondioksit gaz çıkışında artma; yeryüzünde ve gökte bazı ışıdamalar görülür. Su kuşları sularından uzak durmaya çalışırlar; uçuşlarında farklılıklar görülür; yengeçler, küçük memeliler ortalıkta dolaşır; büyük baş memelilerde davranış bozuklukları görülebilir.

SONUÇ

Neden yaygın olarak kullanamıyoruz sorusu aklımıza gelebilir. Bunun için öncelikle bu canlıların davranışlarının standardize edilmesi gerekiyor. Yani bir balığın alışlagelmiş yüzme hareketlerinin, bir kaplumbağanın, kirpinin, tarlafaresinin ne

zaman kış dinlenmesine çekildiğinin (bu zaman iklime göre her bölgede farklı olabilir), tutuklu (yani kafeste) ise alışlagelmiş davranışlarının ne olduğunun öncelikle belirli bir formata oturtulması gerekir. Böylece anormal davranışların da farkına varılabilmesi mümkün olur.

1970'li yılların ortalarında Münih Kentinde/Almanya galiba Max Planck Araştırma Enstitüsünün bir biriminde yaklaşık 800 kadar akvaryumda şu anda hatırladığım kadarıyla kılıçkuyruk, lepistes ve bir olasılıkla Japon süs balıklarının davranışları (daha çok kuyruk hareketleri) ile bir araştırmaya tanık olmuş; ancak doğrusu onun nedenini de tam anlayamamıştım. Çeşitli uyarılar ya da günlük yaşam akışı içerisinde vücudun hareketleri izlenerek bir model oluşturulmaya çalışılıyordu.

Böyle bir çalışma depremi önceden algıladığı varsayılan hayvanlar için yapılabir model ya da standart oluşturulabilirse, örneğin çeşitli akvaryumlarda gözleme alınmış akvaryumlarda ya da kafeslerde ya da doğada bu hayvanlara odaklanmış kameralarla alınan hareket biçimleri, daha önce bir süper bilgisayara aktarılıp, daha önce standardize edilmiş hareket modelleri ile karşılaştırılmasını sağlayabilirsek, bağımsız birçok istasyondan

gelmiş bilgiler bir anamoliye kayış alarını verirse, en azından o çevredekilerin evde, iş yerinde çeşitli (yanlarında olması gereken ihtiyaçları bulundurmaları, sığınacakları yerleri önceden hazırlamaları gibi) önlemleri alabilmeleri sağlanabilir.

Yine de bir balığın ya da koyunun davranışına güvenmeyip, onun hayranlık verici yeteneklerine sığınmayıp, binalarımızı olması gereken şekilde yapmamız herhalde aklın gereği olmalıdır.09.12.2011

KAYNAK

Demirsoy A., (1992)Yaşamın Temel Kuralları Cilt I/I ve II, -METEKSAN

Not: Çeşitli kaynaklardan gelen bilgilere göre Van depreminden kısa bir süre (yaklaşık bir gün) önce kış dinlenmesi için bir yerlere gömülmüş olan onlarca kara kaplumbağalarının yola koyulduğu, kaldırım taşlarını aşamadıkları için onların yanında bir konvoy oluşturdukları, kirpilerin benzer şekilde yola düştükleri, normalde mevsim itibariyle yuvalarında istirahata çekilmiş olması gereken karıncaların da yollara düştükleri, akvaryum balıklarının (Japon balıkları) alışlagelmişin dışında yüzeye yakın yüzdükleri ve sudan çıkma gibi davranışlar gösterdiği gözlenmiştir.