

SERİN SULARDAN KIZGIN KUMLARA...

Devoniyen döneminin sonlarına ait fosiller, yüzgeç benzeri kürek ayakların, yürümenin temelini oluşturan itici hareketler için çoktan uyum yapmış olduğunu gösteriyor. Canlılar dünyasında görülen farklı tipteki ayakların, 400 milyon yıldan bu yana aldığı uzun yol, yakın zamanda bulunan yeni fosillerle biraz daha aydınlandı.

Bundan 25 yıl önce, sudan karaya geçiş aşamasının tek kanıtı, bilinen en eski dört bacaklı (tetrapod) olan ve 360 milyon yıl önce Doğu Grönland bölgesinde yaşamış olduğu düşünülen Ichthyostega'ydı. Daha sonra ortaya, ondan 10 milyon yıl daha yaşlı olan Eusthenopteron çıktı. Aslında bir balık olan Eusthenopteron, gerçek üyelerin evriminin ilk basamağı olarak kabul edilebilecek bir yapı gösteren yüzgeç iskeletiyle, dört bacaklılığa geçişe neredeyse hazırlık oluşturmuş bir model teşkil ediyordu.

Sorun, bu iki canlının birbirinden evrimsel açıdan oldukça uzak olması ve aralarındaki geçiş basamaklarını temsil eden türlerin de ortada bulunmamasıydı. Bunun da ötesinde, o dönemde, hayvanların karaya çıkmaları neyin neden olduğu ya da bu çıkı-

şın ne zaman ve ne şekilde oluşmaya başladığı konularında da söylenebilecek çok az söz vardı.

Önceleri düşünülen, omurgalıların bir şekilde suları terk ederek karaları fethetmeye koyulduğunu. Bunun nedenlerinden biri, örneğin, sucul bir canlının kuruyan bir göletten bir diğere geçebilmek için karaya çıkması olabilir. Ancak, yeni bulunan fosiller, canlıların sudan karaya geçişi hakkındaki bu senaryoları biraz değiştireceği benziyor.

1933 yılında Doğu Grönland'da, bir diğer erken dört bacaklı olarak tanımlanan Acanthostega'ya ait 2 kafatasının parçaları da bulunuyordu. Ancak, bu parçalar, hayvanın yaşayış şekli hakkında yeterli bilgi verebilmekten çok uzaktı. Tek bilinen, kafatası parçalarının Ichthyostega fosiliyle aynı yer-

de bulunduğu ve aynı jeolojik döneme ait olduklarıydı: geç Devoniyen.

Grönland, geç Devoniyen döneminde, bugün bulunduğu yerden çok uzakta, ekvator dolaylarında, üzerinde o dönemin birçok canlısının yaşadığı geniş bir kara parçasıydı. (Fosil bilimcilerin Grönland üzerinde bu denli durmasının nedenlerinden birisi de bu.)

Dört bacaklılar, Devoniyen döneminin (416-359 myö) sonlarına doğru evrimleşmeye başladılar. İlk basamak da, sucul yaşama sahip olan dört bacaklıların, ya da daha doğru bir deyişle, su içindeki yaşamda dört bacağın ilkin yapısının evrimleşmesi oldu.

Bu yüzücülerde ilk olarak, vücudun ağırlığını üzerlerinde taşıyabilecek ve yer tabanında harekete olanak tanıyabilecek üyeler gelişmeye başladı. (Biyoloji dilinde kol ve bacak gibi beden di-

şına taşan uzantılar “üye” olarak adlandırılıyor) Bunun ilk adımı da, yüzgeçlerin içindeki iskeletin, parmaklar taşıyan gerçek bir üye iskeletine dönüştürülmesi oldu. Çünkü parmaklar, ağırlığı taşıyacak olan yüzeyin artması ve ağırlığın bu şekilde dağıtılabilmesi anlamına geliyordu. Yüzgeçler, ilk önce yumuşak su tabanında manevrayı sağlayabilecek, sonra taban yüzeyini itecek, en sonunda da vücut ağırlığını karada taşıyabilecek güçlülükte bir yapı kazandılar.

2004 yılının Nisan ayında Kanada'nın kuzey kutup dairesi içinde kalan bölgesinde ortaya çıkarılan ve Tiktaalik adı verilen balık-dört ayaklı arası geçiş formu, kayıp halkalardan birisi olarak adlandırılıyor. Tiktaalik'in en önemli özelliği, başı omuz bölgesine bağlayan bir dizi omurgayı yitirmiş ve bunun yerine bir boyun bölgesi geliştirmiş olması. Böylece, başını çok daha rahat hareket ettirebiliyor ve en önemlisi, hava yutabilmek için başını suyun üzerinde tutabiliyordu. Solungaç bölgesinde iştme yapıları için bölümler oluşmaya başlamıştı ve yüzgeçlerinin ışınları kısalarak dört bacaklıların üyelerindeki gibi sağlam ve esnek bir yapı kazanmıştı. Kısacası Tiktaalik, yüzgeçli Eusthenopteron ve ayaklı Ichthyostega arasında yer alan gerçek bir geçiş formuydu ve çok önemli iki noktayı gösteriyordu: Karaya geçişe zemin hazırlayan anahtar anatomik değişikliklerin, yaşam teknik anlamda daha balık formundayken gerçekleştiğini ve üyelerdeki uyumların esas değişiklikler evrimleşmeden çok önce başladığını.

Tabii ki hiçbir fosil tek başına karmaşık bir evrim sürecinin tamamını açıklamaya yeterli olamaz. Ancak, gerçek bir geçiş formu olan Tiktaalik, sulardan karalara geçişin ne zaman, nerede ve ne şekilde gerçekleştiği konusunda çok önemli ipuçları sağlıyor.

Tiktaalik'e gelmeden önce, geçtiğimiz yıllarda yapılan kazılara ait fosil bulguları, bilinen diğer erken dört bacaklılar hakkında da çok sayıda bilinmeyene ışık tuttu.

Fosil bilimci Jennifer A. Clack ve çalışma arkadaşları, 1987 yılında ortaya çıkardıkları Acant-

Neden Bacaklar?

Gerçek bir omurgaya ve çeneye sahip olan canlılar, balıklar (Pisces) ve dört bacaklılar (Tetrapoda) olmak üzere iki üst sınıf halinde inceleniyorlar. Dört bacaklılar grubuna, iki yaşamlılar (kuyruklu ve kuyuksuz kurbağalar), sürüngenler, kanatlılar ve memeliler giriyor.

Dört bacaklılardaki üyeler, sucül yaşamdan kara yaşamına geçişin bir şartı olarak kabul ediliyor. Kara yaşamına geçişle birlikte, iskelet daha sağlam bir yapı kazanırken, harekete yardımcı olmak üzere ön ve arka üyeler

gelişiyor. Farklı gruplarda, üyelerin yapısında çeşitli özelleşmeler görülebiliyor. Yılanlarda ve bazı kertenkelelerde olduğu gibi üyelerin körelerek yitirilmesi ya da kuşlarda olduğu gibi ön üyelerin kanat halinde uyum kazanması, bu özelleşmelere örnekler.

Dört bacaklıların evriminin Devonyen döneminin sonunda gerçekleştiği biliniyor ve bu dönemdeki erken dört bacaklıların, et yüzgeçli balıklardan (Sarcopterygii) köken aldığı düşünülüyor.

hostega fosillerini incelediklerinde, büyük bir şaşkınlık ve heyecanla, aslında karasal değil sucül bir canlıyla karşı karşıya olduklarını gördüler. Kısa kaburgaları, tekdüze biçimli omurgası ve ışın şeklinde açılım gösteren kemiklerle desteklenen kürek biçimli kuyruk yüzgeciyle Acanthostega, aynı zaman-

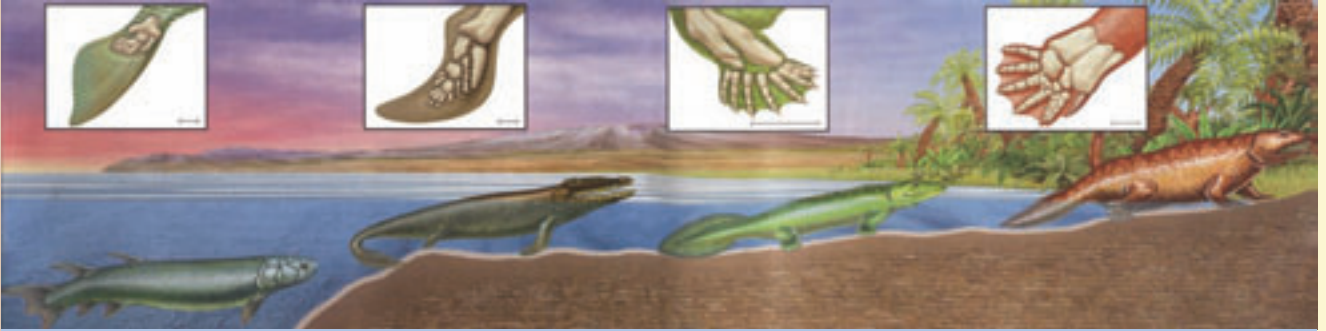
da solungaçlarla solunum yapan gerçek bir sucüldü.

Diğer bir sürprizse, bacaklarının 5'er değil 8'er parmak taşımaya idi. Bu da, günümüz dört bacaklılarında bulunan 5 parmaklı üyeler için orijinal bir örnek kalıbın bulunmadığı anlamına geliyordu. Aynı zamanda, hayvanların sudan karaya çıktıktan sonra el ve ayaklarının geliştiği öyküsünün de yalnızca gerçekten bir öykü olduğunu ortaya koyuyordu. Bunun yerine senaryo şu şekilde olmalıydı: Üyeler önce yüzmeyi güçlendirmek için kürek şeklinde gelişmiş, sonra daha da genişleyerek yumuşak ya da çamurlu su tabanında hayvanın ağırlığına destek olacak hale gelmiş, en sonunda da karaya çıkışla birlikte, yalnızca gerek duyulan sayıda parmak kalacak şekilde son hallerini almışlardı.

1987 yılında yapılan araştırma gezisinde bulunan fosiller, Ichthyostega'nın öyküsünün de sanılandan biraz farklı olduğunu gösterdi. Bu hayvanda da parmak sayısı araştırmacıları oldukça şaşırttı. Beklendiği gibi 5 parmağı yoktu, ancak parmak sayısı 8 de değildi! Ichthyostega'nın kürek şeklinde gelişmiş olan arka üyeleri, 7 parmaklıydı. Dört tane iyi gelişmiş parmağı takiben, bir araya gelerek küçülmüş 3 parmak daha bulunuyordu. Bir diğer şaşırtıcı gerçek de, dört ayaklıların çoğunda görüldüğü gibi ön üyelerden



Ichthyostega üye kemikleri



Resmedilmiş olan 4 canlı, soldan sağa doğru sırayla Eusthenopteron, Tiktaalik, Acanthostega ve Ichthyostega'yı temsil ediyor. Her temsili resmin üzerinde yer alan şekilde de, fosillerde görülmüş olan yüzgeç-üye iskelet yapısını ortaya koyuyor.

daha iyi gelişmiş arka üyeler yerine, büyük ve çok iyi gelişmiş ön üyelere eşlik eden daha küçük arka üyelerin varlığıydı. Bu da, hayvanın önce ön ayaklarını atarak ve daha sonra kendini öne doğru çekerek (ya da iterek), fokların karada ilerlemesine benzer şekilde hareket ettiğini öneriyordu.

Böyle bir hareket tarzını destekleyen diğer bir bulgu, Ichthyostega'nın olağan dışı yapıdaki omurgasıydı. Sanki omurgasının tamamı, bel bölgesindeki omurların boyu kısaltacak şekilde vücudun orta bölümüne doğru eğilmişti. Omurganın bu şekilde farklı bölgelere ayrılması, her bölgenin kendini destekleyen kaslarla birlikte ayrı bir hareket ya da görev için özelleştğini düşündürüyordu (üstelik günümüzde yalnızca memelilerde görülen böyle bir özelleşme, erken bir dört bacaklı için olağandıydı). Bu tipteki bir omurga, vücudun yanlara doğru kıvrıldığı yılankavi hareket için kısıtlayıcı olmasına karşın, yukarı-aşağı hareketi için esnek bir yapı oluşturuyordu. Yine tıpkı karada ilerleyen bir fok gibi...

Daha sonraki bir kazıda ortaya çıkarılan Ichthyostega kafatası, hayvanın yaşayışı hakkında biraz daha fazla bilgi sağladı. Balıklarda bulunan solungaç bölgesi, bu canlıda solunum organı ve kulağı geliştirecek şekilde değişikliğe uğramıştı. Bilgisayarlı tomografi gibi görüntüleme tekniklerinin ve modelleme programlarının kullanılmasıyla, bu canlının su altında işitebilmek için son derece özelleşmiş bir kulak yapısına sahip olduğu ortaya çıkarıldı. Böyle bir kulak yapısının gelişimi, belki Ichthyostega'nın suların içinde sesleri dinleyerek av bulabilmesini sağlıyordu, belki de bu tür ses çıkarabiliyordu ve eşler bu şekilde birbirini buluyordu.

Devoniyen döneminin dört ayaklılara

ait fosiller Belçika, Çin, Latviya, Rusya, Amerika ve hatta Avustralya'da bile bulundu. Bu bulgular, söz konusu dönemde yaşadığı bilinen şimdilik toplam 9 erken dört ayaklı türünün, dünyanın her yanına yayıldığını gösteriyor. Bilinmeyense, karaya atılan ilk adımın hangi canlıya ait olduğu ve nerede gerçekleştiği.

Geçtiğimiz yıl Kanada'nın Ellesmere Adası bölgesinde ortaya çıkarılan Tiktaalik, bir dört ayaklıdan çok bir balık olarak kabul edilse de, bu soruya verilecek yanıt için güçlü bir ışık tutuyor.



Dört ayaklılara geçiş formları olarak kabul edilen Tiktaalik, Acanthostega ve Ichthyostega fosillerinin, bugünkü Kuzey Amerika ve Doğu Avrupa'yı oluşturan Devoniyen döneminin Laurussia kıtasının kıyılarında bulunması da, gerçek dört ayaklıların evrim sürecinin de bu bölgeye ait olabileceğini gösteriyor.

İş yalnızca ilk adımın kime ait olduğunun bulunmasıyla bitmeyecek. Daha da önemli olan soru, bu adıma neyin neden olduğu... Tabii ki bu konuda çeşitli öngörüler var. Bunlardan geçerliliği belki de en yüksek olan senaryo, Devoniyen'in sonuna doğru iklimde görülen değişikliğin ortaya çıkardığı sonuçlar. İklimdeki değişiklik, her yıl yapraklarını döken ağaçların evrimiyle sonuçlandı. Bu da, sudaki oksijenin büyük bir kısmının, sulara dökülen yapraklar üzerinde yaşayan bakterilerce tüketilmesine yol açtı. Atmosferdeki oksijen miktarının da aynı zamanda artmaya başlaması, suların dışında nefes alabilen canlılar için büyük avantaj sağladı. Kanatsız ilkel böceklerin ve akrepler, akarlar gibi bazı diğer omurgasızların karalarda yayılmaya ve boyutlarını büyütmeye başlaması da, karaları, dört bacaklı avcılar için eşsiz bir şölen sofrası haline getirdi. Böylece, gerçek üyeleri gelişen ilk canlılar, ışınli yüzgeçlere sahip balıkların çıkamadığı alanlara tek başlarına sahip oldular.

Daha cevaplanacak çok soru ve şekillenecek çok fazla senaryo var. Ancak, hızlanan keşifler sayesinde cevaba gittikçe daha çok yaklaşıyoruz.

Deniz Candaş

Kaynaklar:
Ali Demirsoy, Genel Zoocoğrafya ve Türkiye Zoocoğrafyası, METEK-SAN, 980 s, 1999
Clack, J.A. "From Fins to Limbs". Natural History, Ağustos 2006.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Tetrapods>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Devonian>