

Suda yaşayan bu hayvan hiçbir zaman karada yürümemişti, ama 365 milyon yıl önce İrlanda'daki bu çamurlu sığ suda dört ayakla yürüyerek bu taşlaşmış ayak izlerini bırakmıştı. Dünya'daki yaşamı sonsuza kadar değiştirebilecek evrimde bu olay bir dönüm noktasıdır. Bu izler ve bulunan son fosiller bilim adamlarına yaşamın ne zaman ve nasıl karaya geçtiğini yeniden düşünmeye zorlamıştır.

Isveçli bir jeoloji öğrencisi Iwan Stössel 1992 yılında İrlanda'nın Dingo Körfezi'nin güneyine doğru izole olmuş bir kıyıda yürürken daha önce hiç kimsenin görmediği 150 kadar fosilleşmiş ayak izleri ile karşılaştı. 365 milyon yıl önce Devoniyen devrinden kalan bu ayak izleri, ancak suda yaşayan ve hiç bir zaman karada yürümemiş olan bir hayvanın kumsaldaki çamurlu su içinde dört ayak üzerinde yürürken bırakmış olduğu izlerdir. Bu dört ayaklı yürüyüş dünya üzerindeki yaşamın evrimini tümüyle değiştirecek bir dönüm noktasıdır. Bu izler ve son bulunan diğer fosillerle, bilim adamları yaşamın nasıl ve ne zaman karaya geçtiğini yeniden düşünmeye başladılar.

Paleontologlar, her biri basset cinsi bir av köpeğinin boyutlarındaki bu izlerin sahibi hayvana Yunanca "dört ayaklı" anlamına gelen tetrapoda ismini verirdi. Yüzgeçler yerine dört ayağı olan bu hayvanlar Devoniyen için yeni bir bulgudur. Aslında Devoniyen, balık fosillerinin bolluğu nedeniyle

balık çağı olarak bilinirdi. Şimdiye dek sadece, hemen hemen tamamlanmış bir arkaik tetrapoda olan Ichthyostega bulunmuştur. Bu nedenle bu güne kadar bilim adamları tetrapoda evrimi için fazla bir şey söyleyemiyorlardı.

Bu fosil kıtlığı bilim adamlarını uzun zamandır hayal kırıklığına uğratmıştı çünkü tetrapodaların dünya üzerindeki yaşamın geçmişiindeki en büyük sıçramalardan biri, belki de insanlığın evrimini yapanlardan biri olduğu sanılıyordu. Dört ayağın gelişmesiyle bunlar ilk yaşamın geliştiği sudan dışarıya, karaya doğru sürünmeyi başaran ilk büyük cüsseli hayvan oldular. Ancak bu ayak izlerinin yanında yeni fosillerin de keşfedilmesi, bu ilk adımların nasıl ve ne zaman atıldığı sorularını yanıtlamakta ve de yeni bir tartışma başlatmaktadır.

Valentia Adası ayak izleri, bilinen tetrapoda izlerinin en uzun olanıdır. Her ne kadar bugün Valentia izleri canlı yaşamının denizden çıktığının sembolü gibi okyanusun kıyısında yer almaktaysa da, bu durum sadece jeolojik bir rast-

lantıdır. O hayvanlar orada yaşadıkları zaman İrlanda Ekvatorun güneyinde ve büyük bir kara parçası içinde yer alıyordu. Aslında, Valentia ayak izleri büyük olasılıkla sığ tropikal bir nehirde bırakılmış olabilir.

10 metre uzunluğundaki düzgün kaya çıkıntısının üzerinde ayrı ayrı, derin ve içine tuzlu su dolmuş durumda güneşte parlayan bu ayak izleri, milyonlarca yıl önce bunları yapan o tetrapoda sanki yavaşça kaya boyunca gezinmiş gibi sıralanmış duruyorlar.

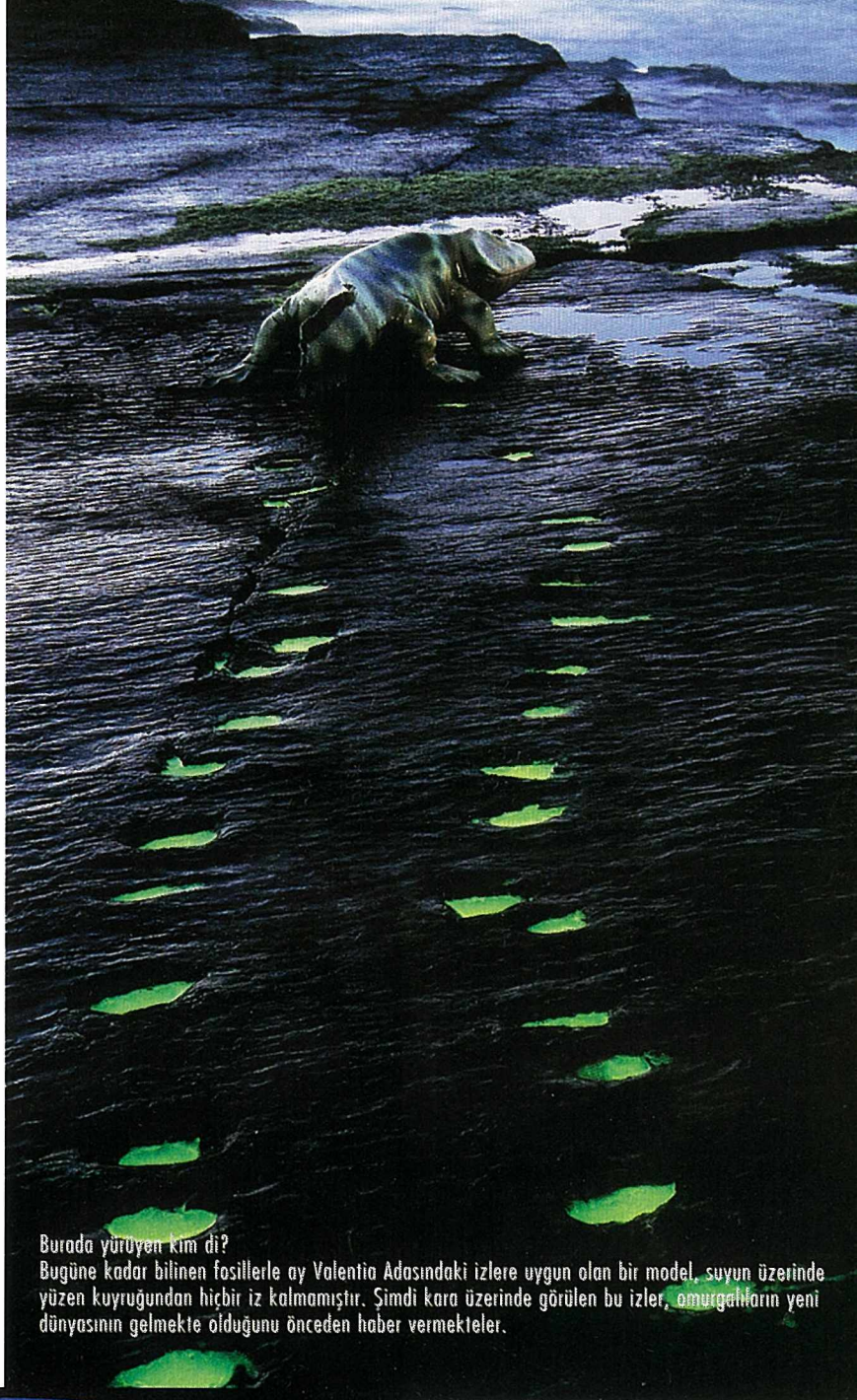
Bu yaratıktan ne yazık ki hiç kemik bulunmadı; elde edilenlerin hepsi bu izlerden çıkartılabilen bilgilerdir. Ayak izlerini ölçen Stössel, hayvanın 90 cm den daha uzun olduğunu ve iri arka ayakları ile adımlarını kuvvetle attığını tahmin etmektedir. Bu ayak izleriyle birlikte arkadan sürüklenen kuyruğa ait bir işaret olmadığından, bilim adamları bu yaratığın kara üzerinde yürümemiş olduğu sonucuna vardılar. Ya da kuyruğunu suyun yüzünde tutarak sığ suyun içinde mi yürümüştü?

410 milyon yıl önceki dönemin

başlangıcında dünyadaki karalar iki büyük kıtaya ayrılmıştı; Eua-merika ve Gondwana. Havadaki oksijen düzeyleri bugünküne yakındı, çünkü fotosentez sırasında bu gazı çıkaran bitkiler 15 milyon yıl önceden topluluklar oluşturmuşlardı. Alg yığınları, bakteri ve mantarlar kıtaların üzerindeki nemli alanların üzerine yayılmışlardı, aynı zamanda kıyı çizilgileri boyunca ve taşkın alanlarda kısa, yapraksız, otsu bitkiler yetişiyordu. Karadaki tek iri hayvanlar, bu bitkiyle kaplı bölgede yaşayan örümcek benzeri yaratıklardı.

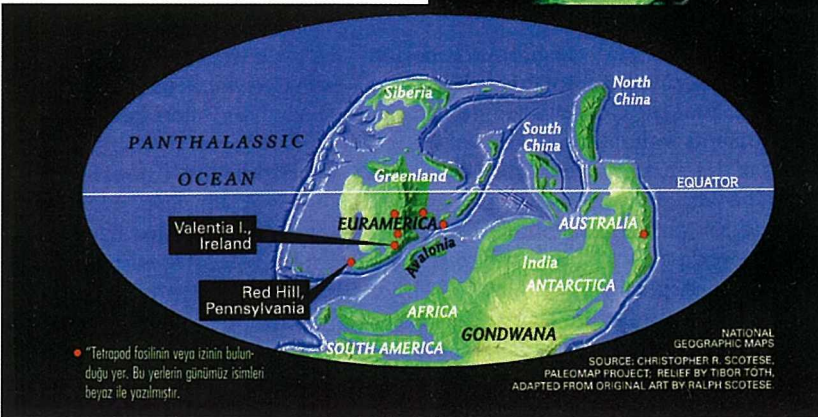
İzleyen 50 milyon yılda Devoniyen dünyasını yeşil renk artarak kaplamıştır, bitki ve hayvanların birbirinden etkilenmesi, kayaların ayrışarak toprağa dönüşmesini sağlamıştır. Dönemin sonuna doğru gezegenin iki büyük kıtası yer yer fundalık ve köknar boyutundaki ağaçların oluşturduğu ormanlarla kaplanmış ve levha tektoniği ile iki kıta tek bir süper kıta haline gelmiştir.

Devoniyen sularını dolduran azman balıkların parçalayıcı çeneleri ve dış yüzey kemiklerinden oluşmuş koruyucu zırhları vardır. Köpek balıkları yaşamlarını geniş ve derin nehirlerde sürdürmüşlerdir. Valentia tetrapodasının atası ise, nehrin kenarına yakın kısmında dev boyutlu yırtıcıların yaşayamayacağı kadar sıg bir ortamda yaşamış balıklardan biridir.



Burada yürüyen kim di?

Bugüne kadar bilinen fosillerle ay Valentia Adasındaki izlere uygun olan bir model, suyun üzerinde yüzen kuyruğundan hiçbir iz kalmamıştır. Şimdi kara üzerinde görülen bu izler, omurgalıların yeni dünyasının gelmekte olduğunu önceden haber vermekteler.



1929 da Grönland'da bulunmuş olan arkaik tetrapodalardan Ichthyostega, İsveç Doğa Tarihi Müzesinde saklanmaktadır. 20. yüzyılın son yıllarına kadar bulunan tek arkaik tetrapoda örneğidir. Çizilen tahmini resminde geniş ve güçlü omuzları, uzun ve yuvarlak bir kuyruğu ile kısa, dayanıklı ayakları olan hayvan, geniş kırsal bir alandaki su birikintisinin kenarında durmaktadır;

Bu resim, eski balıklar üzerinde

Tetrapoda fosillerinin yada fosil izlerinin yerleri. Beyazla yazılanlar bugüne ait isimlerdir.



Cambridge'deki paleontolog Jenny Clack, Boris adını verdiği kısmen balık kısmen sürüngen olan Acanthostega'nın bir "kayıp halka" olduğunu söylemektedir. 1987'de Grönland'dan getirdiği bir kaya parçası içinde bulunduğu Acanthostega kafatasını, 3 yıl boyunca Sarah Finney ile temizledi. Sonunda hayvanın kol bölümünde bir sürprizle karşılaştı; standart olan beş parmak yerine hayvanın sekiz parmağı vardı.



dünyanın önde gelen uzmanlarından biri olan Erik Jarvik'in çalışmalarına dayandırılmıştır. Gençken özgün Ichthyostega türlerini toplamaya başlamış ve 1930'lu yılların başında tetrapodanın deskripsiyonunu üstlenmiştir ve geçen yıl ölene dek bu çalışmaları sürdürmüştür.

Aynı yıllardaki bazı uzmanlar Jarvik'ten farklı düşünüyorlardı; ayakları gelişmiş olan bu hayvanların zaman zaman kuruyan göllerde yaşamış eski balık popu-

lasyonun içinden çıktığına inanıyorlardı. Onlara göre bu balıklar kendilerini diğer su birikintilerine çekerken yüzgeçlerini kullanmış olmaları. Bu teoriye göre yüzgeçler evrim sonunda ayaklara dönüşmüştür.

Jarvik'ten daha genç olan İsveçli meslekdaşı Bjerring'e göre Ichthyostega, su bitkilerinin zengin olduğu bataklıklarda gelişmiştir. Yoğun bitkiler arasında yüzmek zor olduğundan yüzgeçler ayak haline gelmiştir, çünkü bataklık çamuru içinde ayak daha kolay manevra yapar. Kendisi aslında Ichthyostega'nın kara üzerine adım attığından kuşkuludur. Oysa bugün birçok uzman bunu kabul etmektedir.

Tetrapodaların daha suya bağlı yaşarlarken ayaklarının geliştiğine dair en kuvvetli kanıt, Cambridge Üniversitesi'nin Zooloji Müzesinde çalışan paleontolog Jenny Clack'ın 1987 de Grönland dağlarında bulunduğu bir fosilden elde edilmiştir.

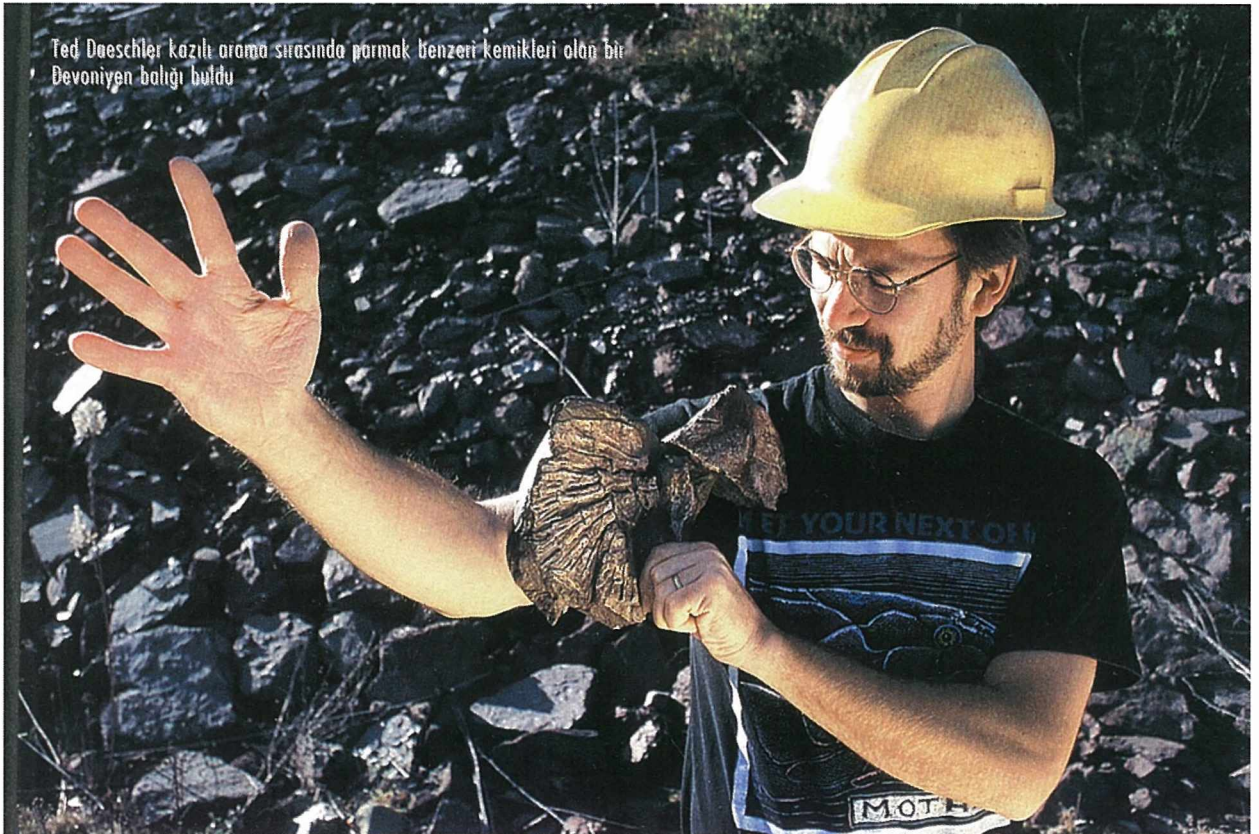
360 milyon yaşındaki Acanthostega diye bilinen bu tetrapoda fosili, Clack'ın laboratuvarına getirdiği bir ton ağırlığındaki kayanın içinde, geçmişe ait izler dikkatle araştırılırken, bulunmuştu. Acanthostega, şimdiye kadar bulunmuş yüzlerce türün arasında, gövdesi tümüyle korunmuş olan Devoniyen tetrapodasıdır. Ona Boris adını vermişti.

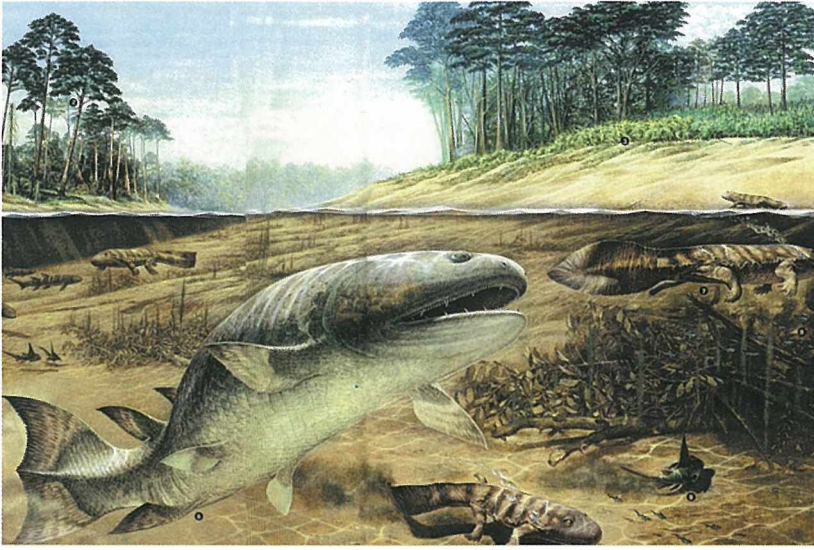
Boris müzede, uyuyan bir köpek şeklinde kıvrılmış olarak, kısmen kayanın içine gömülmüş durumdaydı. Hantal bacakları, neredeyse vücudu kadar uzun bir kuyruğu ve sırtındaki omurgadan bir tarağın dişleri gibi çıkan kısa yüzgeçleri vardı. Ayrıca timsaha benzer uzun burun ile keskin dişlerle dolu bir çene görülyordu. Clack'a göre Boris kara üzerinde yürümemiştir. Bu düşüncesini destekleyen anatomik nedenler şunlardır: Ayak bilekleri ve dizleri, kara üzerinde onu taşıyamayacak kadar zayıftı. Kaburgaları küçüktü ve

bu küçük kaburgalar gövdesini yerin üstünde tutması için gereken güçlü kasları kaldıramazdı. Balık kuyruğunu karada toprak üzerinde sürüklemek yürümesini yavaşlatırdı, ya da devamlı olarak kuyruğun derisi sıyrılabilir ve mikrop kapabilirdi. Hem ciğeri hem de solungaçları vardı.

Boris'in suda yaşadığına dair başka kanıtlar da vardır. Grönland'da bulunan başka bir Acanthostega kafatasında, çene çizgisi boyunca ve gözlerin alt tarafında bir seri delik bulunmaktadır. Bu delikler balığın kafasından kuyruğuna kadar uzanan sinir sisteminin bir parçasına benzerler. Günümüzde aynı tip balık su içinde kendisini avlayacaklarla kendi avlarının hareketinden doğan titreşimleri bu deliklerle algılar.

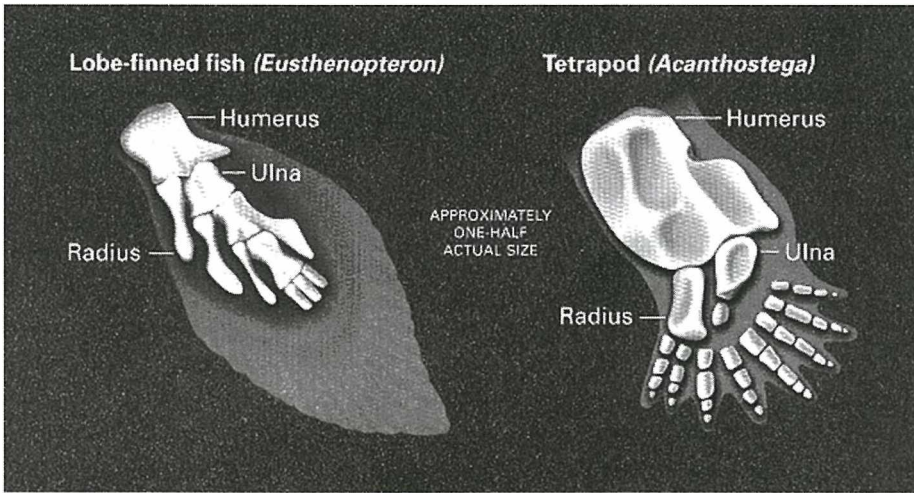
Clack da aynı Bjerring gibi Acanthostega'nın bataklık sularında manevra yapabilmek için ayaklarını ve ayak parmaklarını geliştirdiğini düşünmektedir. Bir nehir-





Ayakların Evrim Geçirdiği Yer: Karaya geçiren 366 cmlik bir neden Hynerpeton (7) benzeri Devoniyen tetrapodları, Hyneria (6) gibi korkusuz balıklarla aynı suları paylaşmışlardı. Her ikisi de Pensilvanya'da Hyner yakınlarında aynı fosil yatağında bulunmuştu; resimi orayı temsil etmektedir. Hynerpeton benzeri arkaik omurgalılar sularda yaşamışlardı. Solungaçlarla nefes almışlar ve kuyruğu kullanarak yüzmüşlerdi. Bacakları onların döküntüyü dibe doğru itmelerine ya da akıntılarda yerlerinde tutunmalarına yardımcı olmuştu. Sudaki yaşama bu denli uyum sağlamış tetrapodları, sonunda neden karaya dâim olabiliyor? Yırtıcılardan sakınmak ya da kısa bir yürüme ile yiyeceklerini elde edebilmek. Belki de karanın ortasındaki bu su birikintileri, yumurtalarını bırakabilecekleri emin bir yer olmuş olabilir.

1. Lycopsid, ağaç benzeri yosun öbeği,
2. Archaeopteris, arkaik orman ağacı,
3. Rhacophyton, eğrelti otu,
4. Arkaik tohumlu bitki
5. Megalichthys, yuvarlak yüzgeçli balık
6. Hyneria lindae, yuvarlak yüzgeçli balık (244-366 cm)
7. Hynerpeton bassetti, tetrapoda (91-122 cm)
8. Groenlandaspis, plaka derilili balık,
9. Arkaik işinsal yüzgeçli balık



Yürümek İçin Gerekli Aletler: Bütün kara omurgalıların uzuvlarındaki üç kuvvetli kemik, geriye doğru yuvarlak yüzgeçli balıkların yüzgeçlerine kadar izlenebilir. Ayaklar önce sudaki yaşam için gelişme göstermiştir; çünkü arkaik tetrapodaların kol kemikleri suyun kaldırma kuvveti olmadan hayvanın ağırlığını kaldıramayacak kadar zayıftır. Aynı kısımlar daha sonra kara üzerinde yürümeye uyum sağlamıştır.

de ancak bitki ortamına uyum sağlayabilen oradaki yaşamı sürdürülebilir, bulanık suda yolunu bulabilir, avlanmak için çamuru kazabilir, daha iri yırtıcıların yüzmelerinin zor olduğu bitkiyle dolmuş sularda sürüklenerek onlardan korunabilir.

Londra'daki Doğa Tarihi Müzesi'nde çalışan genç bir paleontolog, Per Ahlberg, kuzeydoğu İskoçya'da Scat Craig denen yerde, diğer akrabalarına göre daha erken Devoniyen'de yaşamış yeni bir tetrapodanın parçalarını buldu. Scat Craig'in yakınındaki bir kentten adından dolayı Elginerpeton olarak adlandırılan bu hayvan, ayakların ne zaman ve nasıl geliştiğine dair her basit öyküyü karmakarışık etmektedir. Sadece çenesi, pelvisi,

omuzunu ve ayakları bulunmuştur. Bu parçalara göre Elginerpeton 150 cm uzunluğundaydı ve zaten güçlü olan gelişmiş arka ayakları vardı.

Bu arkaik tetrapodalar acaba karada mı yaşıyorlardı? 370 milyon yıl evvel yaşamış olan Elginerpeton, bazı tetrapodaların Devoniyen'in başlangıcında sudan çıkmış olduğunu kanıtlayabilir mi?

Arka ayağında özel bir büküm bulunduğundan, bacak aynen bir kertenkele ya da timsah gibi yanlarda dışa doğru basmakta, ancak ayağın tabanı yere değil de geriye bakmaktadır. Bu tarz yürümek hiç rahat değildir, çünkü hayvan ayağını yere düz basamıyor. Ancak sığ su içinde yürümek için ideal olabilir.

Diğer uzuvlar ise niçin sanki kara üzerinde sürünmek için gelişmiş benzemektedir? Ahlberg'e göre, Elginerpeton'un ataları su içinde ya da kara üzerinde yürümeye becerisini kazanmışlardı. Ancak Elginerpeton'un bilinmeyen bir nedenle gene sudaki yaşama geri dönmüş olduğundan şüphelenilmektedir.

Elginerpeton'un ataları karada kalan diğer tetrapodaların gelişmesine neden olmuş olabilirler. 1984 te bir Rus paleontologu, Tulerpeton adı verilen bir tetrapodanın sadece uzuvlarını buldu, sanki sürüklenme için yapılmış gibiydiler. Ancak gene de onun karada yaşadığını söylemek biraz güç, zira eski balık fosilleriyle beraber bulunduğu yer Devoniyen sırasında göl kıyısıydı.

Birleşik Amerika'da bulunan tek Devoniyen tetrapodası olan Hynerperton 365 milyon yaşındadır ve şimdiye kadar bulunanların arasında en yaşlı üçüncü tetrapodadır. Eğer Hynerperton gerçekten karada yaşamışsa, karadaki hareketin daha erken olduğu sonucu çıkarılır. Bazı tetrapodalar suya geri dönerken, diğerleri yeni karasal ortamlarda başarılı olmuş olabilirler. Milyonlarca yıl geçtikten sonra, Karbonifer ve Permian'de, dinazorların ve memelilerin ataları bunlardan türemiştir.

Daeschler, Hynerperton'un omuz parçasını bulduğu Red Hill denen yerde tetrapodaların öncülük ettiği dünyaya ait daha fazla ipuçları aramaktadır. Grönland ve Avrupa'nın Devoniyen fosillerinin ortaya çıktığı kırmızımsı kumtaşının aynısı olan bu mostra bir yol yapımı için açılmıştır. Bu kumtaşları, uzun süren Devoniyen devrinde geniş alanlara yayılmıştır. Ayrıca geç Devoniyen'i simgeleyen balıklar, artropodlar ile bitkilerin çok çeşitli türleri, burayı bu periyotta dünyanın en önemli yerlerinden biri yapmıştır.

Aynı yerde bulunan 0,6 cm uzunluğunda örümcek benzeri bir hayvanın fosili tam bir tetrapoda olmasa da, yeni bir tür olarak araknidlerin geçirdiği evrimdeki önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

Aslında bulunabilen bir ayak kemiği ya da parmak sayısı bile kısmen tatmin edici olabilir. Paleontologlar, her zaman beş parmağın standart olduğuna dair tahminleri altüst eden sekiz parmaklı ayaklara sahip tetrapodalar bile buldular.

Uzuvlar, tetrapodaların torunları olan bizlerin kullandığından olasılıkla daha farklı neden için evrim geçirmiştir. Zaten evrim böyle çalışır. Evrim geçiren her şey bir problemi çözer ve dünya kadar yeni olasılıkları başlatır. İnsanların



Yürümek İçin Gerekli Aletler: Bütün kara omurgalıların uzuvlarındaki üç kuvvetli kemik, geriye doğru yuvarlak yüzgeçli balıkların yüzgeçlerine kadar izlenebilir. Ayaklar önce sudaki yaşam için gelişme göstermiştir; çünkü arkaik tetrapodaların kol kemikleri suyun kaldırma kuvveti olmadan hayvanın ağırlığını kaldıramayacak kadar zayıftır. Aynı kısımlar daha sonra kara üzerinde yürümeye uyum sağlamıştır.

tetrapodalardan miras aldığı uzuvların neler yaptıklarını düşünelim. Sadece bizim türümüzü karaya yerleştirmede, ayrıca koşmamıza, iş yapmamıza, resim çizmemize, müzik yapmamıza fırsat verdi. Gerçekten bazı bilim adamlarına göre eğer tetrapodalar ayaklarını geliştirmeselerdi, insanlar hiç bir zaman bu kadar büyük beyne sahip olamazlardı.

Erik Jarvik'e göre bu gelişmenin hangi amaca hizmet etmiş olduğu, ancak beş parmaklı eli hangi olağanüstü nedenle kazandığımız açıklanabildiği zaman anlaşılacaktır. Yani, insanın ortaya çıkışı ve insanlık kültürünün yükselmesi böyle bir evrime dayanmaktadır.

Gerçekten bu rastlantısal keşif olmasaydı, İrlanda'nın güneybatısındaki Valentia Adasında ya-

şayan 80 yaşındaki Joseph O'Shea, ıssız bir kumsalda bulunan 150 kadar fosilleşmiş ayak izlerini görmeye gelenlere kendi boğum boğum olmuş parmağını kaldırıp denizin kenarındaki o izleri gösteremezdi.

Çeviren:
Ayşin Dora
Jeoloji Yüksek Mühürçisi

NATIONAL GEOGRAPHIC'in 1999 Mayıs tarihli Mecmuasında yayımlanan "From Fins to Feet" isimli meline KERR WESTENBERG tarafından yazılmıştır. Fotoğrafları JONATHAN BLAIR çekmiştir. Fotoğrafların bilgisayara yazılması için yardımcı olanı esirgemeyen Jed. M.H. Sercar MAYCA ile, yapıcı eleştirilerinden yararlandığım Doç. Dr. Tarju KAYA'ya teşekkür ederim.