

SÜPERKİTALARIN DANSI

Yeryüzü tarihi, sayfalarını çevirdikçe ilginçleşiyor. Kıtaların sürüklendiği kuramını ilk kez 1910'lu yıllarda meteoroloji uzmanı Alfred Wegener ortaya attı. 1960'lı yıllardaysa yerbilimci J. Tuzo Wilson'ın öncülüğünü yaptığı çalışmalarla levha tektoniği kuramı, yerbilim araştırmalarını şekillendirdi. Yerbilimin babasıysa 1700'lü yılların sonunda "geçmiş günümüzün anahtarı" deyişle ünlü James Hutton. Gerçekten de yerbilimciler geçmişe ilişkin incelemelerle, yalnızca günümüzde değil, gelecekte de yaşlı dünyanın yüzünün neye benzeyeceğini öğrenmeye çalışıyorlar. Üstelik dünyanın yüzü sürekli değişiyor ve bu değişimin temel aktörleri; depremler, yanardağlar, dağlar, okyanuslar, kıtalar köşe kapmaca oynar gibi yerbilimcileri peşinden sürüklüyor. Yerbilimcilerin iz üzerinde olduğu konulardan biri süperkıtalar...

Bundan 200-300 milyon yıl önce yeryüzünde tek bir süper kıta, Pangea'nın olduğu yeni bir düşünce değil. Ancak, 500 milyon yıllık döngülerle süperkıtanın tekrar tekrar oluştuğunun, hatta Pangea'nın bu döngünün son halkası olduğunun anlaşılmasının 20 yıllık geçmişi var. 1980'li yıllarda yerbilimci Damian Nance, meslektaşları Tom Worsley ve Judith Moody, süper kıta döngüsünü önerdiler. Araştırmalardan, Pangea'dan önceki süperkıtanın 600 milyon yıllık Pannotia olduğu ortaya çıktı. Pannotia'dan önce yeryüzünü şerefliendiren süperkıtalar; yaklaşık 1,1 milyar yıl önceye denk gelen Rodinia, 1,8 milyar yıl önceye denk gelen Columbia, 2,5 milyar yıl önce varolduğu düşünülen Konorland ve 3 milyar önce Dünya'nın ilk süperkıtası Ur. Ur'dan günümüze ulaşan kıtalar: Afrika, Avustralya, Hindistan ve Madagaskar. Yerbilimciler,

Ur ve diğer süperkıtaların varlığı, bu kıtaların döngülerle ayrılıp birleştikleri konusunda aynı görüşler. Ancak, süperkıtaların nasıl oluştuğuyla ilgili farklı modeller, soru işaretleri var.

Yerbilimcilerin doğru iz üzerinde olup olmadıklarını anlamak için, Dünya tarihinin önceki sayfalarına geri dönüp levha tektoniği kuramından ortaya çıkan kanıtlara bakmalı. Dünya'nın dış katmanının yerkabuğunun kayaç kütlesi olduğunu biliyoruz. Yerkabuğuyla, üst mantonun kayaç kütlesi 100'le 150 km arasında değişen litosferi oluşturuyor. Ancak, litosfer bir bütün halinde değil. Çatlamış yumurta kabuğu gibi. Bilimadamları, yeryüzünde yaklaşık 20 levha olduğunu kanıtladılar. Levhaların bir bölümü kıtaları oluştururken diğerleri okyanusların tabanında. Ana levhalar: Afrika, Antarktika, Avustralya, Asya, Kuzey-Doğu Sibirya'yı da içeren

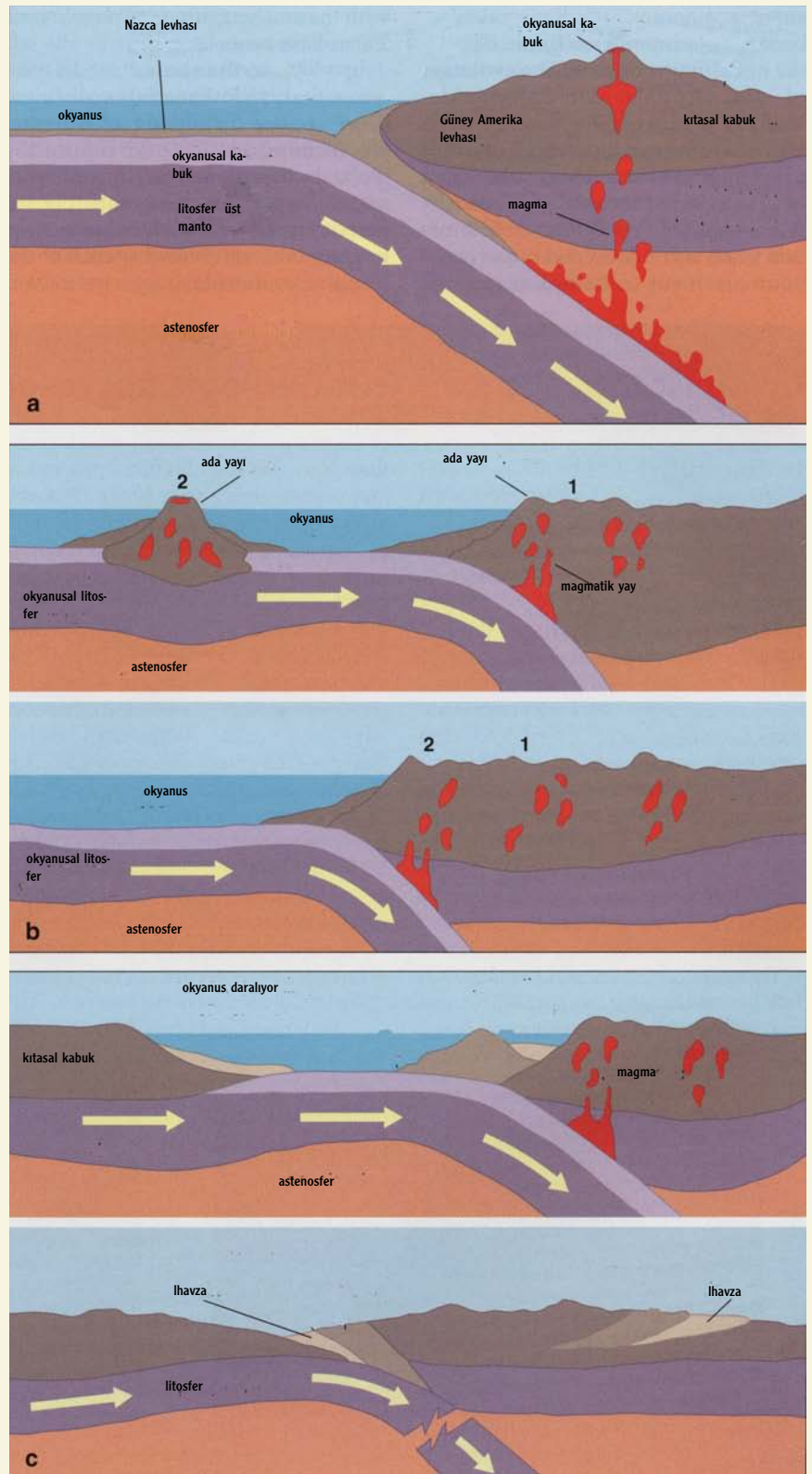
Kuzey Amerika, Güney Amerika, Pasifik okyanusunu da içeren Pasifik. Bu levhalar, akışkan, erimiş kayalardan oluşan, üst mantonun diğer bölümü astenosfer üzerinde yılda 10 cm'den az hızla yana, yukarı ya da aşağı hareket ediyorlar.

Levhaların, sınırları boyunca birbirini etkilediği farklı hareketleri var. Levhalar ayrılıyor ve uzaklaşıyorlar ya da bir araya geliyor ve çarpışıyorlar. Bir diğer seçenek, levhaların birbirleriyle sürünerek, paralel ama ters yöne kaymaları. Milyonlarca yıldır süren bu hareketler, levha sınırlarında depremler, dağlar, yanardağlar ve okyanus çukurları gibi yerbilim etkinliklerinin gerçekleşmesine neden oluyor. Levhaların çarpıştığı yerlerde dağlar oluşuyor, levhaların ayrıldığı yerlerdeyse kıtalar bölünüyor. Bu arada okyanuslar doğuyor ya da kayboluyor. Örneğin, 180 milyon yıldan

önce Avrupa/Afrika ve Kuzey/Güney Amerika levhaları arasındaki ayrılma Atlas Okyanusu'nu oluşturdu. Atlas Okyanusu her yıl 5 cm genişliyor. Levha hareketlerine Dünya'nın yüzünün deri değiştirmesi olarak da bakılabilir. Kıtaların ayrılıp uzaklaşmasıyla levha sınırları boyunca okyanus tabanının ortasında bir sırt oluşuyor. Bu sırtın ortasındaki yarıktan yukarı çıkan magma soğuyor ve sırtın zirvesinden, yeni litosferin okyanus tabanı tüm yönlerde yayılıyor. Dünya'nın sabit bir çapı olduğuna göre, oluşan yeni litosferin dengelenmesi gerekiyor. Yani, oluşan deriye karşılık deri dökülmeli! Atlas Okyanusu oluşurken diğer yandan Afrika'nın Avrupa ve Hindistan'ın Asya'yla birleşmesiyle Tethys olarak bilinen bir okyanus kapandı. Kıtalar birleştiğinde, aradaki okyanusal litosfer tekrar mantoya karıştı. Levha yıkımı işlemi "dalma-batma" olarak adlandırılıyor. Genelde okyanusal levhalar, kıtasal levhalardan daha yoğun. Bu yüzden, iki levhanın birleşim sınırında, kıtasal levha okyanusal levhayla karşılaştığında, okyanusal olan, kıtasal olanın altına kayabiliyor. Yerbilimciler, incelemelerinde okyanusal litosferin 180 milyon yıldan daha yaşlı olmadığını, kıtasal litosferinse 4 milyar yıl yaşına ulaştığını buldular. Bu da okyanusal litosferin yıkımının daha yaygın olduğunu kanıtlıyor. Tethys okyanusunu hatırlayın. Bu okyanus kaybolduğunda, sırttaki yarıktan ortaya çıkan yeni litosferden daha fazla litosfer yıkımı oldu.

Levha tektoniği kuramı, dalma-batmanın doğrudan ya da dolaylı dağları oluşturduğunu açıklıyor. Bir kere dalma-batma tek başına dağları oluşturabiliyor. Soğuk, yoğun okyanusal levhaların ısınması, dalma-batma bölgesinin üzerinde akışkan magmanın oluşması, levhaların eriyip mantoya karışması gibi bir dizi işlemi tetikliyor. Oluşan magma yanardağların yakıtı olarak yüzeye çıkıyor, yerkabuğunu şişiriyor ve dağlar oluşuyor. Bu şekilde dağ oluşumunun günümüzdeki örneği, And dağları. Bu dağ zincirinin birçok yüksek doruğu ya yanardağ olarak etkin ya da geçen yıllarda etkinliğini kaybetti.

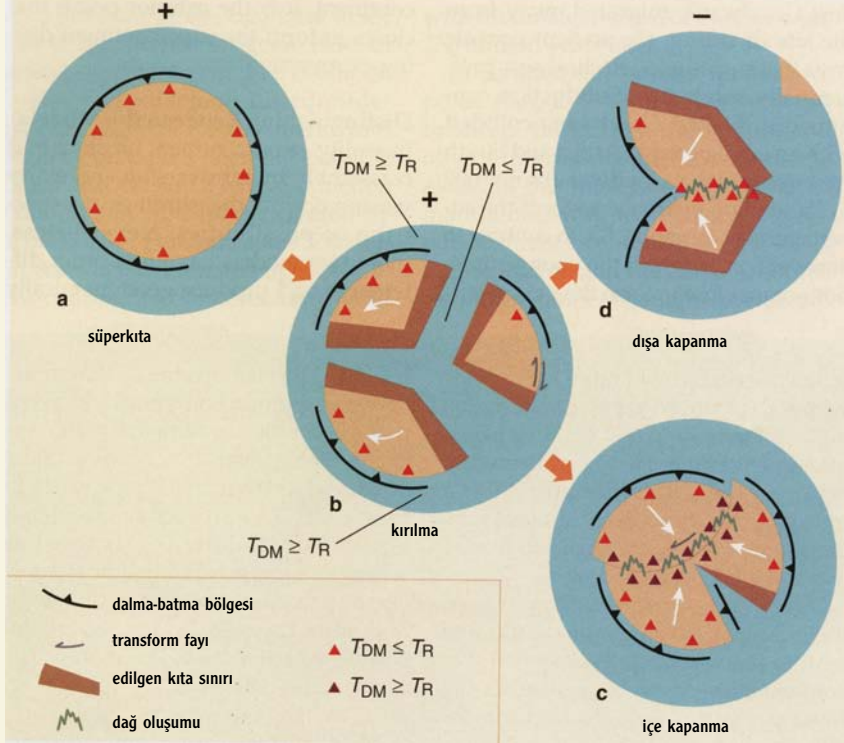
Kıta çarpışmalarından küçük blokların ya da okyanusal adaların karşılaşması da, farklı tip dağ oluşumuna neden oluyor. Günümüzdeki okyanuslar, Japonya ve Hawaii zincirinde olduğu gi-



Kıtaların nasıl hareket ettiği dağların oluşumuyla ilişkili. Dalma-batma, magma ve ısının yukarı çıkmasıyla doğrudan dağları oluşturuyor, And Dağları örneğindeki gibi (a). Kuzey Amerika'nın batı kıyısındaki dağlar mikrokıta parçalarının ya da adaların kıtalara süpürülmesiyle oluşan dağlara örnek (b). Kıta-kıta çarpışmaları, okyanusların kaybolması ve sıradağların oluşmasıyla sonuçlanıyor. Alpler ve Himalayalar bu şekilde oluştu.

bi birçok ada içeriyorlar. Levha yıkımıyla okyanusal litosfer kıtasal sınırdan ayrılarak yok oluyor ve adalar yavaşça kıtaya süpürülüyorlar. Bunun sonu belli: Çarpışma. Çarpışmayla kayalar aşınıyor ve yanardağ etkinliğiyle birleşerek dağları oluşturuyor. Kuzey Amerika'nın batı kıyılarındaki bu tip dağ örnekleri var. Bu kıtasal sınırlarda, 200 milyon yıldan beri çok sayıda Pasifik adası tekrar tekrar çarpıştı. Çarpışmaların etkisiyle Kuzey Amerika levhası, güneyde Californi-

a'daki Baja yarımadasından, kuzeyde Alaska'ya doğru 500 km batıya büyüdü. Levha yıkımı, ada çarpışmalarıyla birlikte kıtaların sınırları boyunca dağ oluşumuna da neden oluyor. Levha yıkımında, kıtasal kabuk da taşınırsa, sonrasında kıta-kıta çarpışması kaçınılmaz oluyor. Bu durum, iç okyanusun yok olmasıyla sonuçlanıyor. Kıtaların kafa kafaya geldiği yerlerdeyse sıradağlar oluşuyor. Hindistan'ın Güney Asya'yla çarpışması Himalayaları, Kuzey Afrika'yla Güney



Süperkita döngüsü, okyanusların doğup kaybolduğu, dağların olduğu bir levha dansı. Süperkitanın kıyısında volkanik bölgeler, çevresinde dalma-batma bölgelerinin olduğu dış okyanus var. (a) Süperkitanın kırılmasıyla iç deniz oluşuyor (b). Bu sırada, iç okyanusdan türemiş okyanusal litosfer yıkımı olursa iç kapanma (c), dış okyanusdan türemiş okyanusal litosfer yıkımı olursa dış kapanma olarak adlandırılan süreçler gelişiyor.

Avrupa'nın çarpışmasıyla Alp'leri oluştu. Bunlar da kıtaların içinde dağ oluşumunun örnekleri. Bu sırada dağlarla birlikte Tethys okyanusu yok olurken, Atlas Okyanusu oluştu.

Süperkita Döngüsü

Kayaların yaşımla belirleme teknikleri geliştikçe yer bilimciler, dağ oluşumlarının gelişigüzel zamanlarda olmadığını gördüler. Dağlar, kıta çarpışmalarının yoğun olduğu, 100-200 milyon yıl gibi kısa aralıklarla ve bu çarpışmaların en az olduğu 300 milyon yıl gibi uzun aralıklarla oluşuyor. Bu yöndeki bulgularla ortaya çıkan süperkita döngüsü kuramı, her 500 milyon yılda düzenli olarak Dünya üzerindeki kıtaların tek bir kara parçası, süperkıtaya dönüştüğünü ileri sürüyor.

Bu döngünün işaretleri olarak kırılma ve ayrılma dönemleri önemli. Bili madamları kırılma ve ayrılma dönemlerini belirlemek için magmatik kayaları inceliyorlar. Kıtalar birbirinden ayrıldığında, kıtasal sınırlar gelişirken magma yukarı sızarak eski kayaların gelişen yarıklarının çatlaklarını dolduruyor. Bu şekilde kimi zaman kilometrelerce uzanan, üst üste konmuş kağıtlara benzer yapıda ince uzun kayalar oluşuyor; günümüzde Atlas Okyanusu'nda olduğu gibi. Yalnız Atlas Okyanusu'nda değil, okyanus tabanının ortasındaki sırttan oluşan yeni litosferde de bu tip kayaç-

larla karşılaşmak mümkün. Çoğu yer bilimci, süperkitanın kırılıp ayrıldığını, çünkü süperkitanın mantonun ısısını engelleyen bir yalıtkan gibi davrandığını düşünüyor. Bunu, kafamızı güneşten koruyan şapkaya benzetiyorlar. Sonuç olarak, manto ısı verdikçe oluşan bazaltik magma yüzeye çıkıyor. Süperkitanın ayrılması bu şekilde... Peki, kıtaların birleşip yeniden süper kıta oluşmasını sağlayan mekanizma ne? Kıtaların birleşmesi için ard arda dalma-batma atağı ve araya giren okyanusal litosferin yıkımı, ada bölgesinin eklenmesiyle kıtasal sınırların büyümesi ve son olarak kıta-kıta çarpışması gerekiyor. Dalma-batmayı tetikleyecek güçler, yer bilimciler arasında sıcak tartışmalara neden oluyor. Ancak, çoğu yer bilimci, okyanusal levhaların yaşının genç olmasından, okyanusal levhaların soğuk ve bu nedenle yoğun olduğu ve kıtasal levhaların altına kaydığı konusunda aynı görüşte. Masa örtüsünü düşünün. Eğer örtü, masanın bir tarafından aşağı doğru yeterince kayarsa, bir noktadan sonra yere düşer. Benzer şekilde, okyanusal levha indikçe yer çekimi kuvveti, levhanın geri kalanını da çekiyor. Sonuç olarak, altlarına kayan okyanusal levhalarla kıtasal levhalar, dalma-batma bölgelerine sürükleniyorlar ve burada en sonunda çarpışıyorlar.

Süperkitanın kırılmasından sonra ayrılan kıtaların kenarları, tektonik olarak hareketsiz ya da edilgen oluyorlar

ve geniş kıta sahanlıklarıyla temsil ediliyorlar. Pangea'nın kırılmasıyla Atlas Okyanusu'nun levha kenarları boyunca bu tip kıta sahanlıkları oluştu. Aynı zamanda, dalma-batma sonucu oluşan dağlarla kıtaların ayrılması devam ediyor ve bunun sonucunda ada bölgesinin çarpışması, uzatmalı yanardağ etkinlikleri sıralı gerçekleşiyor. Pangea kırıldığında Amerika'nın batı kıyılarındaki yaşananlar bunlar...

İki Farklı Süperkita Döngüsü Modeli

Süperkitalar ayrıldığında altlarında genç okyanusal levhalarla iç okyanuslar oluşuyor. Diğer yandan süperkıtayı çeviren okyanusal levhalar doğal olarak daha yaşlı. Yeryüzü etkinliklerinde bir denge var. İç okyanuslar genişledikçe, dış okyanuslar, genellikle yaşlı levhanın yıkımıyla küçülüyor. İç ve dış okyanuslar arasındaki yaş farklılığı, süperkitanın kırılmasından hemen sonra artıyor ve kıtalar birbirinden ayrıldığında azalıyor. Buraya kadar her şey güzel, ancak 30 yıldan beri süperkita oluşumu sırasında hangi okyanusların kapandığıyla ilgili farklı iki düşünce çarpışıyor.

Kimi yer bilimcilerin modelinde, süperkita oluşurken iç okyanuslar kapanıyor. Bu model doğruysa, sonraki süperkita Atlas Okyanusu'nun kapanması, Avrupa ve Afrika'nın, Kuzey ve Güney Amerika'yla çarpışması sonucu oluşacak. Diğer modeli de tahmin edebilirsiniz, süper kıta dış okyanusların kapanmasıyla oluşuyor. Bu durumdaysa Pasifik Okyanusu kapanacak ve Avustralya kuzeye, Asya'nın doğusuna kaymaya, diğer yandan Kuzey ve Güney Amerika, Pasifik okyanusu kapanana kadar batıya hareket etmeye devam edecek. Akordiyon modeli olarak tanınan ilk modeli, yer fizikçi, J. Tuzo Wilson ortaya attı. O'na göre süperkita kırılıyor, oluşan yeni kıtalar arasında okyanusal levha yıkımı oluyor. Bu da kıtaların tekrar bir araya gelmesine ve yeni bir süperkita oluşumuna yol açıyor. Bu akordiyonun açılıp kapanmasıyla açıklanan levha dansı, süperkitanın tekrar iç kapanma hareketi olarak görülüyor. Süperkitanın dağılmış parçalarının sınırları, yeniden birleşme evresinde yeni süperkitanın iç dağ kuşağını oluşturuyor. Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'nın Appalachian-Ca-

Iodonide-Variscan olarak adlandırılan dağ kuşağına, böyle bir içe kapanmanın olası örneği olarak bakılıyor. Bu dağ kuşağı, 550 milyon yıl önce Pannotia süperkıtasının kırılmasıyla oluşan okyanusal litosferin yıkımı ve 250 milyon yıl sonra Pangea'nın oluşumuyla birlikte kıta-kıta çarpışması sonucu oluştu diye düşünülüyor.

İkinci modeldeyse levha dansının göç şeklinde olduğu savunuluyor. Süperkıta kırılıp ayrıldıktan sonra Dünya'nın öte tarafına hareket ediyor ve orada yeniden birleşip sonraki süperkıta'yı oluşturuyor. Bu, bir dışa kapanma hareketi. Isının etkisiyle magmanın yukarı çıkması süperkıta kırılmasına neden oluyor ve parçalar, mantonun aşağıya doğru dağıldığı ve dalma-batmanın olduğu yerlere, zıt kutba hareket ediyor. Süperkıtanın dış kıtasal sınırları,

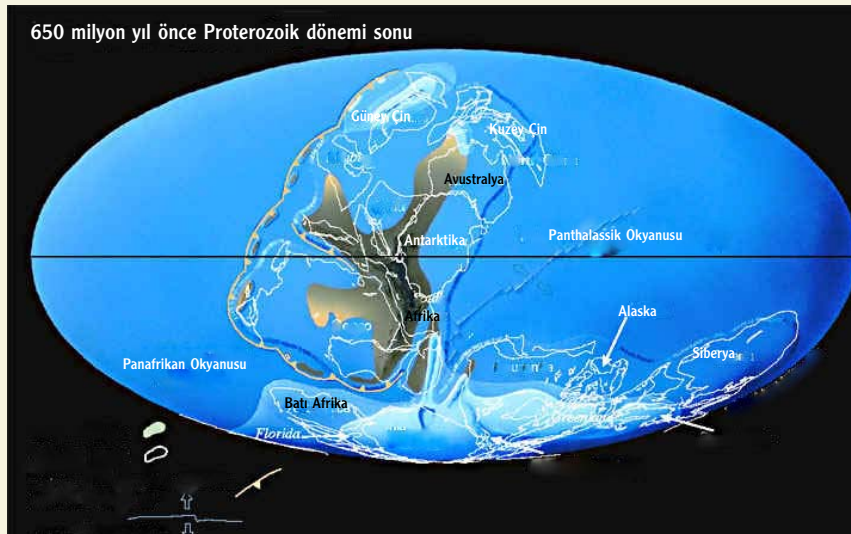
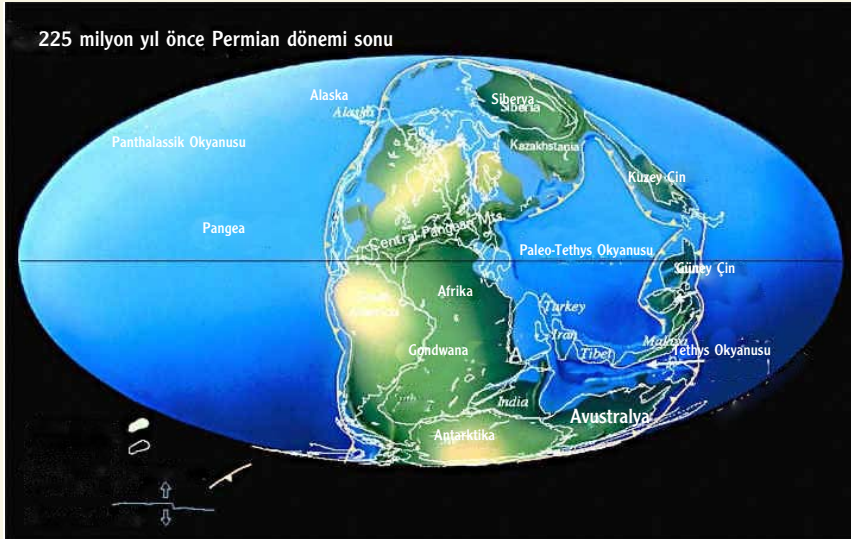
dağılma evresinde yeni süperkıtanın iç dağ kuşağını oluşturuyor. Bu bir ters-yüz olma. Süperkıtanın dağılan parçalarının sınırları, sonraki süperkıtanın içine geliyor. Yerbilimci Paul Hoffman, 1991 yılında 760 yıl önce var olan süperkıta Rodinia 'nın kırılıp Gondwanaland'e dönüşmesini bu modelle açıkladı. Güney kıtalarının birleşip Gondwanaland'i oluşturması, dışa kapanma modeline olası örnek olarak gösteriliyor. Hoffman, 760 milyon yıl önce Kuzey Amerika'nın batısından Antarktika ve Avustralya'nın ayrıldığını, bu ayrılmayla Pasifik okyanusunun oluştuğunu varsayıyor. Bu kıtalar daha sonra Doğu Gondwanaya dönüşüyor. Rodinia'yı çevreleyen eski okyanusal levhalar yıkıma uğradığında, Doğu Gondwana oluştuğu yerden göç ediyor. Okyanusal levha yıkımı, Doğu Gondwana'nın birleşik

durumdaki Afrika ve Güney Amerika'yla (diğer adıyla Batı Gondwana) çarpışmasına kadar devam ediyor ve 550-650 milyon yıl önce süperkıta Pannotia oluşuyor. Genç iç okyanusların kapanarak yeni süperkıta'yı oluşturduğu içe kapanmanın tersine, dışa kapanmada dış okyanuslar kapanarak süperkıta'yı oluşturuyor.

Süperkıta Modellerini Ayırdetmek

Görünen o ki, süperkıta döngüsünde her iki modelin de olabileceğine ilişkin örnekler var. Bu modeller farklı yerbilim oluşumlarını işaret ettiğine göre, hangi modelin hangi süperkıta ayrılırken gerçekleştiğini anlamak için yerbilimciler, dalma-batmayla kıtasal levhanın altına kayan okyanusal litosferin yaşını bulmaya çalışıyorlar. İçe kapanma modelinde okyanusal levha, kırıldığı süperkıtadan daha genç, ama daha sonra birleşeceği süperkıtadan yaşlı oluyor. Diğer modeldeyse, süperkıta kırılmadan önce okyanusal litosfer kıtasal levhanın altına kayıyor. Ancak, okyanusal levhanın kıtasal levhanın altına kayması, kıta-kıta çarpışmalarıyla sonlanıyor ve bu da iki modeli ayırdedecek ilk kanıtlara genellikle zarar veriyor. Çoğu dağ oluşumunda, okyanusal litosferin küçük parçalarının kıtasal levhaya yapıştığı ve kıtasal levhanın astenosfere karışarak sıvılaşmaya başladığı belirli yerler var. Bu okyanusal levha parçaları önemli yerbilim kanıtları. Diğer yandan, dalma-batma bölgeleri üzerinde oluşan ama şimdi yıkıma uğramış okyanusal litosferin parçası yanardağ adaları bölgesi kıtalara süpürülerek kıtasal sınırlara tutunuyorlar. Bunların kristalleşme yaşı tayin edilebiliyor. Amaç, süperkıtanın kırılma yaşını bulmak değil, okyanusal levhaların genç mi, yaşlı mı olduğunu öğrenmek. Çünkü bu bilgi, süperkıtanın hangi modelle ayrıldığını ayırdetmeye yarayacak. Süperkıta kırıldıktan hemen sonra, içe kapanmayla dışa kapanma arasında yaş farkının yüksek olduğunu, bu farkın kıtalar birbirinden uzaklaştıkça azaldığını hatırlayın.

İlk okyanusal litosferle ilgili kayıtlara ulaşırsa, somut bilgiler elde edilecek. Ancak, her iki modelde de, okyanusun kapanmasıyla birlikte levha yıkımının devam etmesi, yeni volkanik ada



Pannotia yaklaşık 550 milyon yıl önce kırılmaya başladığında iç okyanuslar oluştu. Yerbilimciler izotop tekniğiyle Iapetus Okyanusu'nun 500, Rheic Okyanusu'nun 440 milyon yıl önce oluştuğunu buldular. Bu iç denizler yaklaşık 300 milyon yıl önce Pangea'nın oluşumuyla kapandı. (altta) Pangea, süperkıta döngüsünün son halkası. Kırılıp ayrılmasıyla 200 milyon yıl önce Atlas Okyanusu doğdu ve Tethys Okyanusu kapandı. (üstte)

bölgesinin oluşmasını sağlıyor. Bu durumda okyanusun içe kapanarak mı, dışa kapanarak mı kaybolduğu bilinmedikçe kristalleşme yaşı ileri tarihi gösteriyor. Benzer şekilde, kıtasal sınırlarda levha yıkımıyla kimi volkanik adalar oluşuyor. Bu adalar da kristalleşme yaşı ileri atıyor. Hem bu, hem de önceki örnek, kristalleşme yaşıyla model yapmanın zor olduğunu gösteriyor. Ancak, volkanik ada bölgelerinin evrimi, okyanusal litosfer dönüşümü tarafından yönetildiğinden, bilimadamları iki modeli ayırtetmede topu, izotop tekniğine atıyor.

İzotop Tekniği İki Modeli Ayırdedecek mi?

Elementlerin çekirdekleri, farklı sayıda nötron içerebilir. Bu tür atomlar izotop olarak adlandırılıyor. Kimi izotoplar radyo aktif. Bunların kararsız çekirdeği kendiliğinden başka bir element çekirdeğine dönüşerek kararlı hale geliyor ve radyasyon yayıyor. Bu işlemin olması için gerekli zamanın yarısına yarılanma süresi deniyor. Bu süre sabit ve laboratuvarla ölçülebiliyor. Üstelik kararsız çekirdeğin, kararlı olana oranı ölçülerek magmatik kayaların kristalleşme yaşı bulunuyor.

California Üniversitesi'nde yerbilimci Don DePaola, tektonik oluşumları anlamak için kararsız element olarak samaryum (Sm) ve bu elementin kararlı formu neodim'i (Nd) kullandı. Sm-Nd izotoplarının evrimi karmaşık bir süreç. Bu süreç, bir adada yaşayan insanların atalarının ne zaman geldiğini anlamak için genetik izlere bakmaya benziyor. Benzer şekilde Sm-Nd izotoplarının kimyasalını bularak kayaların yaşını tayin etmek isteyen bilimadamları, seyrelmiş mantodan örnekler alıyorlar. Seyrelmiş mantodan, Sm, Nd gibi hafif, ender yer kabuğu elementlerinin kayaların erimesi aşamasında bir araya toplanması sonucu geriye kalan bu elementler bakımından eksilmiş manto anlaşılmalı. Sm ve Nd'in kimyasal özellikleri birbirine çok benziyor. Bu yüzden, süperkita döngüsünde aralarındaki oranı çoğunlukla yitirmiyorlar. Kayanın atasının tükenmiş mantodan ayrılma zamanı bulunarak süperkitanın kırılma zamanı öğrenilebiliyor. Bu da sonraki süperkita'nın nasıl oluşacağını açığa çıkarıyor.

Çok sayıda kaya örneği toplanırsa, içe dönme ya da dışa dönmeye ilgili ayırım yapılabilir.

Bir önceki süperkitanın kırılmasından sonra oluşan iç okyanusdan türemiş okyanusal litosfer yıkımına karşılık, kimisi bir önceki süperkitanın kırılmasından önce oluşan dış okyanusdan türemiş okyanusal litosfer yıkımı gözlemleniyor. Bu gözlemlerle birlikte kalyalardaki Sm/Nd oranı bulunarak tahmin yapılabilir. Pangea'nın oluşmasıyla Kuzeydoğu Amerika'nın Appalachian dağları, Kuzey Atlas sınırlarındaki Caledonian dağ kuşağı, güney Avrupa'nın Variscan dağ kuşağıyla Rusya-Ural dağları oluştu. Bir önceki süperkita Pannotia'nın yaklaşık 550 milyon önce oluştuğunu hatırlayın. Pangea'nın oluşumu sırasında iç denizden türemiş okyanusal adalar birleşerek büyümüşse, 550 milyon yıldan daha az olmalı yaşları. Ural dağlarından henüz Nd izotop verileri alınmadıysa da diğer dağlardan alınan kaya örnekleri, iç denizden oluştuklarını doğruluyor. Appalachian dağları, Iapetus olarak bilinen bir okyanusun kapanmasıyla oluştu. Bu okyanusun doğuşu ve sonra kayboluşuyla ortaya çıkan adalar bölgeleri var. 600 milyon yıllık taşlarıyla bugünkü Kanada'nın Quebec bölgesi, Pannotia'nın kırılmasının ilk evrelerini yansıtıyor. Diğer yandan Iapetus okyanusunun kapanmasıyla oluşan Kuzey Amerika'nın doğusundaki, Newfoundland 480 milyon yıllık. Bu bölge, mantodan türemiş olduğundan Pannotia'nın kırılma tarihini ileriye atıyor ve bu da iç denizin bir göstergesi. Batı Avrupa'nın Variscan dağ kuşağı Rheic olarak bilinen okyanusun kapanmasıyla 285-320 milyon yıl önce oluştu. Okyanusun doğuşu ve sonra kapanmasıyla ortaya çıkan Britanya, Fransa, İspanya adalar bölgeleri de korunmuş kanıtlar sunuyor. Orta Fransanın atası, Rheic okyanusundaki ilk yarık sırasındaki bazalt oluşumu 480 milyon yıl öncesini gösteriyor. Benzer şekilde yine orta Fransa ve İspanya'daki dalma-batmayla ilişkili bazalt kayaları 350-360 milyon öncesini işaret ediyor. Güney İngiltere, kertenkele yarımadasından alınan sonuçlar 390 milyon öncesine ait. Rheic okyanusuyla ilgili tükenmiş manto ve kristalleşme yaşı sonuçları eşlendiğinde, Pangea'nın içe kapanmayla oluştuğu ortaya çıkıyor.

Diğer yandan 600 milyon yıllık, bir önceki süperkita Pannotia'nın oluşumu izlendiğinde kıtaların çarpışmasıyla oluşan Brazilya'daki Borborema dağ kuşağı, Kuzey ve Doğu Afrika'daki Trans-Sahra ve Mozambik dağ kuşağıyla ada bölgeleri, yararlı kanıtlar sunuyor. Pannotia'dan önceki süperkita Rodinia'ydı. Rodinia'nın yaklaşık 760 milyon yıl önce kırıldığı tahmin ediliyor. İç okyanusdan türemiş okyanusal adalar 760 milyon yıldan genç olmalı; ancak dış okyanusdan türemiş adaların yaşysa 760 milyon yılla 1,1 milyar yıl arasında oynayabilmeli. Brazilya'nın Tocantins eyaletinden alınan kayaların kristalleşme yaşları 600, 760, 850, 950 milyonları gösteriyor. İzotop tekniğiyle alınan sonuçlar da yakın, 900 milyon 1,2 milyar yıl arasında. Güneybatı Cezayir ve Güney Fas'ın Trans-Sahra dağ kuşağı incelemeleri 950 milyon 1,2 milyar yıllık izotop sonuçları veriyor. Mozambik dağ kuşağında da varyasyonlar var. Kuşağın Sudan'daki kuzey ucundan alınan 800 milyon yıllık bazalt örnekleri 800-900 milyon yılı, güneydeki 740 milyon yıllık bazalt örnekleri ise 960-980 milyon yılı işaret ediyor. Tüm bu verilerden, Pangea'nın tersine, Pannotia'nın dışa kapanmayla oluştuğunu çıkarmak mümkün.

Pangea ve Pannotia incelemeleri süperkitaların farklı mekanizmalarla oluşabileceğini gösteriyor. Rodinia'nın kırılmasından sonra ayrılan kıtaların dalma-batma bölgelerine doğru hareket ettiğini biliyoruz ancak mekanizmanın bir açığı var. Her şey bu kadar çözüldükten sonra bir ayrıntı, iç okyanusun kapanması sırasında hızlı okyanusal levha yıkımının olması işleri karıştırıyor. Çünkü, levha yıkımı, yeni litosfer oluşumuyla dengelenmeli. İç okyanusun kapanmasıyla, dış okyanusda yeni litosfer oluşuyor. Ancak, dış okyanusda oluşan yeni litosfer, kıtaları bir araya getirebilir ya da iç okyanusdaki hızlı levha yıkımı, dış okyanusda magma çıkışına izin vererek kıtaları çekebilir? Bu noktadan sonra bilimadamlarının izine düşecekleri soru bu. Pangea, hangi mekanizmayla oluştu?

Tuğba Can

Kaynaklar
Murphy, J. B., Nance R. D. "How Do Supercontinents Assemble?"
American Scientist, Temmuz-Ağustos
<http://pubs.usgs.gov/publications/text/dynamic.html>
<http://csmres.jmu.edu/geollab/Fichter/PlateTect/synopsis.html>