

Proterozoyik Üst Zamanı

Proterozoyik üst zamanı Arkeen'den 2.5 Milyar yıl önce ayrılır.

Üst sınırı ise 541 Milyon yıl önce *Trichophycus pedum*'un görülmesi ile başlayan Fanerozoyik'tir.

Proterozoyik'te atmosfer oksijen bulundurmaktadır.

Bu durum iklimi ve karasal ortamlarda erozyon biçimlerini değiştirmiştir.

Proterozoyik boyunca eukaryotlar (hücrelerinde çekirdek bulunan organizmalar) gelişmiştir.

Proterozoyik'in sonuna doğru çok hücreli hayat formlarının gelişmesi, ve sert iskelet elemanlarının gelişmesi ile fosil kayıtlar da artış gözlenir.

Oksijen'in gizemi

Oksijensiz yeryüzündeki yaşam çeşitliliği devam edemezdi. Günümüzde atmosfer %21 oksijen içermektedir, fakat geçmişte durum hep böyle değildi.

Arkeen üst zamanı'nda ve Proterozoyik üst zamanı'nın başlangıcında atmosfer %1'den az oksijen içeriyordu. Birçok veri göstermektedir ki, oksijence fakir atmosferden oksijence zengin atmosfere geçiş yaklaşık 2.4 ile 2.2 Milyar yıl önce Erken Proterozoyik'te gerçekleşti.

Verilerden biri kumtaşlarındaki kırıntılı tanelerin incelenmesinden gelmektedir. 2.2 Milyar yıl öncesinde pirit (demir sulfid) çökeller içinde tane/ parça/kırıntı olarak bulunur. Bu atmosferde çok az oksijen olması ile mümkündür.

Oksijence zengin bir atmosferde pirit yeryüzünde oksidasyona uğrayarak çökele tane olarak katılma olanağı bulamayacaktı.



Atmosferde oksijen oranında değişim

Diğer veri kırmızı tabakaların yaşının belirlenmesinden gelmektedir. Kırmızı tabakalar parlak kırmızı rengini hematit'in (demir oksit) varlığına borçludur.

Kırmızı tabakalar, oksijence zengin yeraltısularının sıkışma sırasında sediman içinden geçmesiyle oluşur. Bu kayalara sadece 2.2 Milyar yıldan sonraki jeolojik kayıta rastlanır.

Üçüncü veri bantlı demir oluşumlarından gelmektedir. 

Bantlı demir oluşumları insanlığın demir cevheri açısından en zengin kaynağını oluşturur. Bantlı demir oluşumları, gri demirce zengin minerallerden (hematit veya manyetit) oluşan seviyeler ile kırmızı çörtlere ardışımından meydana gelmiştir.

Bu kayaları oluşturan çökeller **sadece Arkeon ve erken Proterozoyik'te bulunurlar.** Bantlı demir oluşumları 1.88 Milyar yıldan sonra görülmezler. Bu gözlem 1.88 Milyar yıldan sonra okyanusların demir mineralleri oluşturacak kadar bol çözülmüş demir içermediğini göstermektedir. Deniz suyunda çözülmüş demir azalması, **deniz suyunda çözülmüş oksijen miktarının artmasına bağlanabilir.** Bu da atmosferde oksijen miktarının artmış olduğuna işarettir.

Demir, oksijence zengin suda çözünmez.

Alternatif olarak çözülmüş demirin azalması **karadaki kimyasal ayrışmanın artmasına bağlanabilir.** Böyle bir ayrışma çeşitli iyonları okyanusa boca edecektir ve bu iyonlar çözülmüş demirle reaksiyona girip onu uzaklaştıracaktır.

Paleoproterozoyik'te atmosferdeki oksijen miktarındaki radikal değişimin nedeni ne olabilir?

Bir dönem yerbilimciler bu değişimin fotosentez yapan organizmaların ilk ortaya çıkışı ile ilgili olduğunu düşünüyorlardı.

Ancak atmosferin oksijence zengin olmasından yarım milyar yıl önce cynobakterilerin varolduğu düşünöldüğünde tek nedenin bu olmadığı görölebilir.

Atmosferdeki oksijen artışının nedeni kısmen yeni organizmaların ortaya çıkışına veya fotosentez yapan organizmalara uygun ortamların artışına bağlı olabilir.

Kesin neden henüz çözülebilmiş deęildir.



Atmosferde oksijen oranında değişim

Rodinia ve Pannotia

Prekambriyen sonunda gelişen süper kıtalar.

(a) **Rodinia** yaklaşık 1 Milyar yıl önce meydana geldi ve yaklaşık 700 Milyon yıla kadar birarada kaldı.

(b) Bir modele göre 570 Milyon yıl civarında Antartika, Hindistan ve Avustralya, Rodinia'nın batı kenarından ayrılıp yay çizerek gelecekteki güney Amerika doğu kenarı ile çarpıştı ve yeni kısa ömürlü süperkita **Pannotia**'yı oluşturdu. Pannotia 550 My önce parçalandı.

Özet olarak, iki delil göstermektedir ki, Wopmay orojeni günümüzdeki orojenik sistemler ile aynı özellikleri göstermektedir. (1) birbirine paralel magmatik, metamorfik ve kıvrım-bindirme kuşağı, günümüzdekiler ile benzerdir. (2) Kıvrım-bindirme kuşağında sığ denizel kıta sahanlığı (şelf) çökellerini fliş çökelleri takip eder ve bunları molas çökelleri izler.

Buzul ile kaplanmayan kara ve okyanus yüzeyi daha az güneş ışını geri yansıttığından buzulların azalması kendi kendine meydana gelen bir işlevdi. Buna ilave olarak donmuş toprağın çözülmesinden salınan metan, sera etkisini arttırmıştır. Tekrar iklimin ılık ve yağışlı hal alması bir diğer soğumaya yol açmıştır. Neoproterozoyik'teki son büyük buzullaşma dönemi **Marion buzullaşması** olup yaklaşık 635 Milyon yıl önce gerçekleşmiştir. Derin sular oksijen bakımından zengin olduğu için, organik karbon büyük oranda aerobik olarak yeniden mineralize olmuştur. Bu durum karbonlaşmanın kinetiğini değiştirmiş ve iklimsel etkisini azaltmıştır. Bu nedenle 580 Milyon yıl önceki **Gaskiers buzullaşmasının** etkisi yersel olmuştur.



Ayrışma işlevlerinin artması doğrudan veya dolaylı olarak eukaryotik alglerin artması vasıtası ile karbonat oluşumunun artmasını etkilemiştir. Böylece atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonu azalmıştır. Sera gazı karbondioksidin azalması küresel soğumaya neden olmuştur. Kıtaların çoğunluğunun ekvator yakınlarında oluşu ile ayrışma işlevleri - dolayısıyla karbondioksit konsantrasyonunun azalması- buzullaşmanın başlamasına rağmen devam etmiştir.



Neoproterozoyik en yaygın buzullaşma **Stuart buzullaşması** olarak 716 Milyon yıl önce oluşmuştur. Buz örtüsü en azından kıtasal levhalarda ekvatora kadar inmiştir. Ekvator yakınlarında okyanuslar olasılıkla buzla kaplanmamış durumdaydı. Tropikal zonlarda buzullaşmanın artması sırasında çökelim ve erozyon işlevleri azalmıştır. Atmosferden Karbondioksidin uzaklaşması güçleşmiştir. Volkanik aktivite sonucu karbon dioksit konsantrasyonu artmıştır.



Sıcak nokta volkanizması sonucu püsküren mafik bazaltların ayrışması ve erozyonu sonucu okyanuslara aktarılan demir miktarı artmıştır. Yüzeje yakın su katmanları Demir Sülfid olarak Sülfid artarak çökmesi arttığı için oksijenli (aerobik) hale gelmiştir. Bu durum oksijenik fotosentezin artmasına ve eukaryotik alglerin giderek önem kazanmasına yardımcı olmuştur. Göreli olarak daha büyük eukaryotlar hızla çökelmiş ve ışıklı zondan organik karbon üretimi artmıştır. Derin sularda oksijensiz ortamda karbon'un anaerobik yeniden mineralizasyonu pH değerinin artmasına ve sonuçta karbon'un karbonat olarak sabitlenmesine yol açmıştır.



Süper kıta Rodinia'nın daha küçük ekvator civarındaki kıtalar halinde parçalanması daha az karasal daha nemli iklime yol açtı. Bu iklimsel koşullar ayrışmanın hızla artmasına ve Kalsiyum ve Magnezyum iyonlarının salınmasına neden olmuştur. Kalsiyum karbonat çökeli mi artmış bu sera etkisinin azalmasına yol açmıştır.

Orta Proterozoyik'te **super kıta Rodinia** oluştu. Rodinia'nın altında sıcak manto malzemesi manto sorgucu olarak yükseliyordu. Sıcak nokta volkanizması gerçekleşti. Manto kökenli magma demirce zengindi. Bu manto sorgucu üzerindeki sıcak nokta volkanizması **super kıta Rodinia'yı** parçaladı.



Assembly, configuration, and break-up history of Rodinia: A synthesis

Z.X. Li^{a,g,*}, S.V. Bogdanova^b, A.S. Collins^c, A. Davidson^d, B. De Waele^a, R.E. Ernst^{e,f},
I.C.W. Fitzsimons^g, R.A. Fuck^h, D.P. Gladkochubⁱ, J. Jacobs^j, K.E. Karlstrom^k,
S. Lu^l, L.M. Natapov^m, V. Peaseⁿ, S.A. Pisarevsky^a, K. Thrane^o, V. Vernikovsky^p

^a *Tectonic Spatial Research Centre, School of Earth and Geospatial Sciences, The University of Western Australia, Crawley, WA 6009, Australia*

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Reconstructing pre-Pangean supercontinents

David A.D. Evans[†]

Department of Geology & Geophysics, Yale University, New Haven, Connecticut 06520, USA

GSA Bulletin; November/December 2013; v. 125; no. 11/12; p. 1735–1751; doi:10.1130/B30950.1; 6 figures.



INVITED REVIEW

Prof. Dr. Gürol Seyitoğlu
Tarihsel Jeoloji
ders notları

Prokaryotlardan çok hücreli hayvanlar ve bitkilere geçişin olası sıralaması:

İlk tek hücreli eukaryot'un evrimi bir prokaryotun diğerini içine aldığı ve sindiremediği durumda diğerinin mitokondri haline gelmesi ile meydana gelmiş olmalıdır.

İlk bitki benzeri eukaryot'u evrimi ise bir tek hücreli hayvan benzeri eukaryot bir cyanobakteriyi içine aldığı ve sindiremediği durumda bunun kloroplast halini alması ile meydana gelmiş olmalıdır.

750 Milyon yıl yaşlı iskeletli organizma



Fosil Acritarch ***Dictyotidium***


750 Milyon yıl yaşlı ve 35 mikron çapında



Gunflint formasyonundan elde edilen
1.9 Milyar yıl yaşlı fosil prokaryotik hücreler



Michigan'da bulunan 2.1 Milyar yıl
Yaşında ***Grypania***: zarlı çok hücreli alg



580 Milyon yıllık yumuşak dokuları fosfatlaşmış fosil embriyolar. Olasılıkla iki taraflı simetrik hayvanlara aittir.

Çok hücreli iki taraflı simetri gösteren organizma fosilleri. İç, orta, dış hücreler seçilmektedir.

- A) **Charnia**: Deniz tabanında dik duran olasılıkla süspansiyondan beslenen canlı fosili
- B) Charnia gibi canlıların zemine tutunmasını sağlayan basit diskler
- C) **Dickinsonia**: Başsız yassı canlının fosili uzunluğu birkaç mm'den 1.4m'ye kadar değişir.
- D) **Tribrachidium**: ekinoderm'lerle ilişkili olabilecek hayvan fosili. Ancak 5li radyal simetri yerine 3lü simetri gösterir.
- E) **Mawsonites**: Olasılıkla deniz şakayığı (sea anemone) fosili
- F) **Spriggina**: ilksel eklembacaklı veya eklembacaklı atası
- G) **Kimberella**: ilksel mollusk veya mollusk benzeri canlının iz fosili

Avustralya'nın Neoproterozoyik Ediacara faunası

En eski yatay oygu yapıları

Cloudina: en eski iskeleti olan fosil.
Sağdaki tüpteki delik küçük düşmanların da
bulunduğunu göstermektedir.

Fil derisi benzeri tabaka yüzeyi:
Büzülen cyanobakteri veya algden
oluşan tabaka üzerini kaplayan
organik yaygı.
Benzer yapı okyanuslarda
hayvan aktivitesinin artması ile bir daha
gelişmemiştir.

Neoproterozoyik buzul çökellerinin konumları günümüzdeki kıtalar üzerinde noktalar olarak gösterilmektedir. Oluşumları sırasındaki coğrafik lokasyonları tam olarak belirlenememiş ise de birkaç lokasyonun ekvatora yakın bölgelerde oluştuğu bilinmektedir.

GB Afrikada Marion buzul tillitleri karbonat seviyesinin altında görülmektedir. Tillitlerin hemen üzerindeki karbonatların çökmesi için iklimin hızla değişmiş olması gerekir.

Benzer veriler Neoproterozoyik'te iki dönemde 750 Milyon yıl önce **Stuart buzul dönemi** ve 635 Milyon yıl önce **Marion buzul dönemi** olduğunu göstermiş ve kartopu dünya teorisi ortaya konmuştur.

- Ediacaran fauna'nın gösterdiği gibi yeni hayat formlarının hızla gelişmesini ne tetiklemiş olabilir?
- Bu belki **yaşam ve jeoloji arasındaki karmaşık etkileşimin** sonucudur. Yer sistemindeki hızlı bir değişim var olan hayat formlarını baskı altına sokabilir veya yok eder, bu diğer formların evrimi için bir fırsat sunar.
- Jeolojik kayıt Proterozoyik sonunda Yer Sisteminde **iki ana değişimin olduğunu** göstermektedir. Her biri veya ikisi birden evrimin gidişini etkilemiş olabilir.
- Ediacaran faunasının ilk görülmesi Pannotia kıtasının oluşumu ve parçalanmasına karşılık gelmektedir. Kıtaların dağılımındaki bu büyük değişim denizlerin ve atmosferin kimyasına ve sıcaklığına etki yapmış ve ekolojik çeşitliliği arttırmış olabilir.
- Proterozoyik sonlarında önemli iklim değişimleri yaşanmıştır. Buzul çökellerinin bu dönemdeki istiflerde bulunması bunun delilidir. Bu çökellerde ilginç olan ekvator yakınlarında kıtaların kıyı bölgelerinde bile buzul çökellerinin bulunması tüm yeryuvarının buzul bulundurabilecek kadar soğuduğuna işaret etmektedir. Ve **“Kartopu dünya”** modeli önerilmiştir. **Buz katmanı okyanuslar ile atmosferin ilişkisini keserek denizdeki oksijen seviyesinin düşmesine yol açmış ve önemli miktarda canlının ölmesine yol açmıştır.** Buz katmanı aynı zamanda atmosferdeki CO₂ in suda çözünmesini engellemiş, volkanik aktivite ile ortaya çıkan CO₂ buna eklenmiştir. **Artan CO₂ seviyesi sera etkisi yaratarak buzulların hızla erimesine yolaçmıştır.**
- Yaşam “kartopu dünya” konumunda denizaltı siyah duman bacaları yakınlarında ve sıcak kaynakların yakınlarında korunabilmiştir. Buzul döneminin bitmesi ile hayat hızla yeni ortamlara yayılmış ve Ediacaran faunasında görüldüğü gibi yeni türler evrimleşmiştir.
- **Sonuç olarak özetlemek gerekirse; Proterozoyik sırasında kıtasal bloklar biraraya gelerek büyük kıtaları oluşturdular. Çok hücreli canlılar ortaya çıkmış ve atmosfer oksijen bakımından zenginleşmeye başlamıştır.**

Prof. Dr. Tarihse ders notları



Evrım Atlası

Peter Barrett, Douglas Palmer
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları

ISBN: 978-994-488-814-1

Okuma ödevi
Sayfalar 40-45