

TARİHSEL JEOLojİ ve PALEONTOLOJİ

TARİHSEL JEOLojİ

PREKAMBRIYEN

Füsün Alkaya

2006-2007

1 GİRİŞ

Güneş Sistemi ve Dünyanın Oluşumu

Evren yaklaşık 12-20 milyar yıl önce küçük bir noktanın hızla genişleyerek patlamasıyla oluştu (Big Bang- Büyük Patlama). Başlangıçta evrende sadece Hidrojen vardı. Hidrojenin yerel olarak yoğunlaşmasıyla milyarlarca aşırı yoğun hidrojen kürelerini oluştu. Bu kürelerde Helyum'u oluşturan füzyon reaksiyonları başladı, böylelikle yıldızlar doğdu, Bu yıldızlarda demirin atomik ağırlığına kadar olan diğer elementlerin üretimi başladı.

Yaklaşık 5 – 6 milyar yıl önce bu yıldızlardan bir tanesinin hidrojen yakıtı tükenmeye başladı. Yıldız önce kırmızı bir dev oluşturacak şekilde genişledi daha sonra kendi içine doğru göçerek patladı ve bir süpernova oluşturdu. Bu süpernova içinde, evrenin başka yerlerindeki milyarlarcasında olduğu gibi, diğer bütün elementler oluştu.

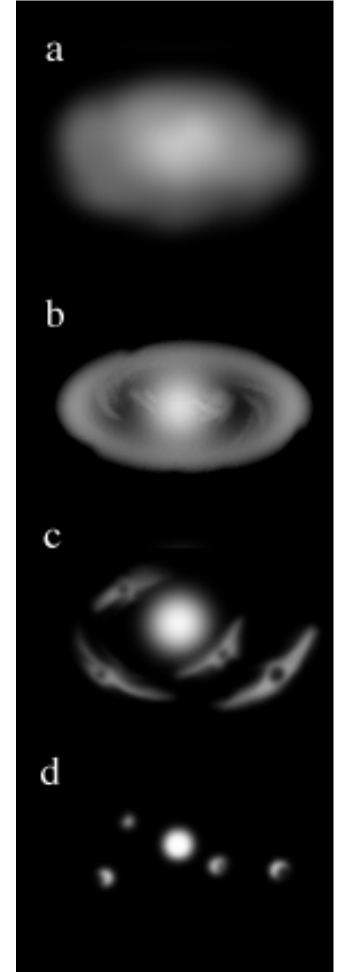
Yeni malzemelerden oluşan bu kitle tekrar göçerek toz ve gazlardan oluşan disk şekilli bir kitle oluşturdu (şekil 1.1a), bu kitlenin merkezinin aşırı ısınmasıyla yeni bir yıldız, **güneş**, doğdu (b), disk şekilli malzemenin yoğunlaşmasıyla gezegenler oluşmaya başladı (c, d) böylelikle güneş sistemi oluştu.

Dünya 4 temel adımda yoğunlaştı :

1. Nebular buluttaki parçacıklar birbirine çarparak gezegencikleri oluşturdu; bunlar birbirlerine çarptılar, kütleleri büyüdükçe nebular diskten malzeme toplamaya başladılar.

2. Dünyanın kütlesi arttıkça yerçekimi arttı, dünya daha küçük ve daha yoğun bir gövde oluşturacak şekilde sıkıştı. Bu yaklaşık 4.5 milyar yıl önce meydana geldi.

3. Sıkışma dünyanın merkezini ısıtmaya başladı, radyoaktif



Şekil 1.1 Güneş Sistemi

bozulmaların ürettiği ısının da ilavesiyle dünyanın iç kesimleri ergimeye başladı. Dünya ergidikçe, dünyayı oluşturan elementlerin en ağırlı olan demir ergimiş damlacıklar halinde dünyanın merkezine doğru inip burada yoğunlaştı.

4. Başlangıçta yavaş olan bu işlem katastrofik oranlara yükseldi (bu nedenle demir katastrofisi olarak bilinir).

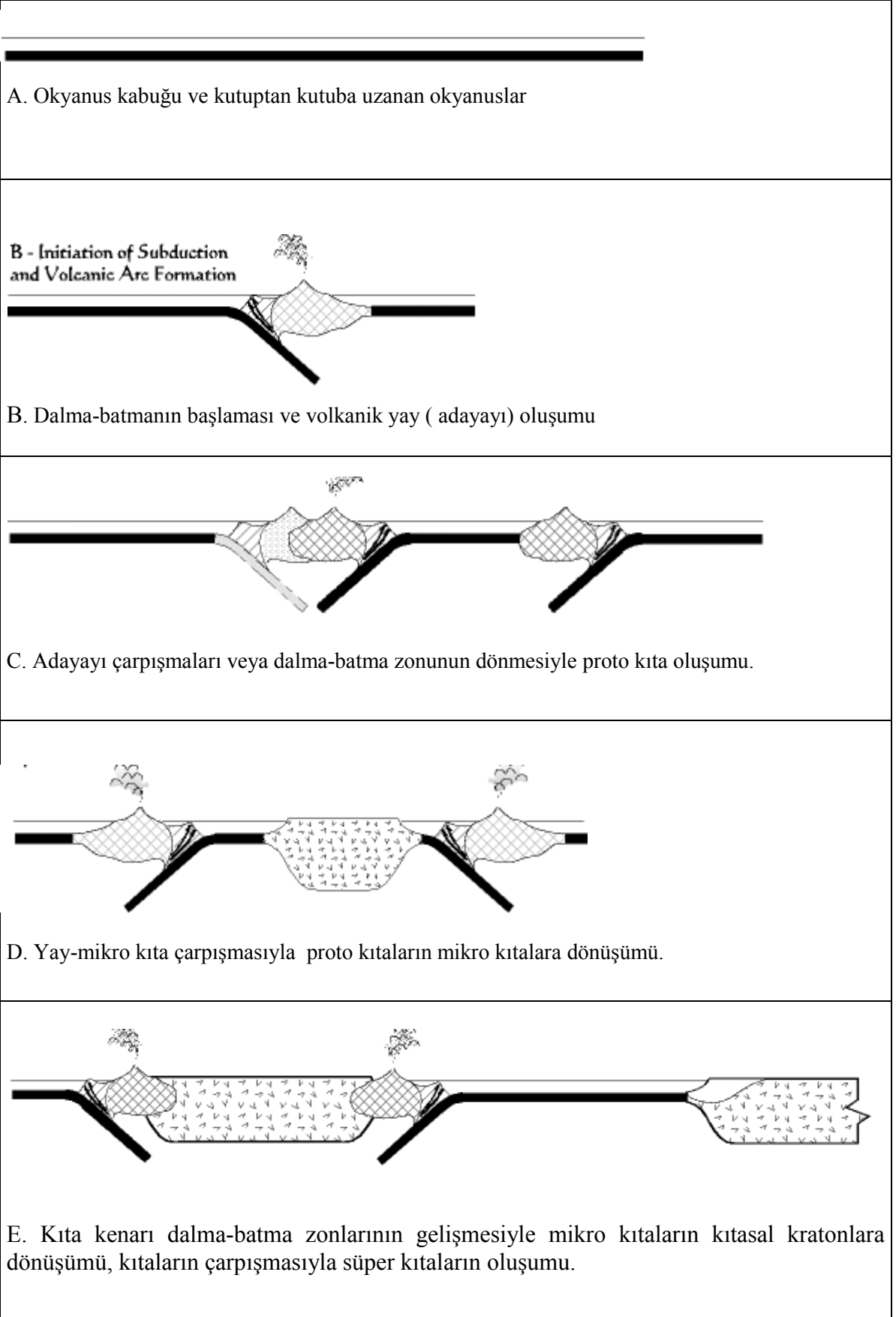
Dünyanın ilk oluşan kabuğu mafikti, kabuk soğudukça su buharları yoğunlaştı ve yağmurlar (tatlı-su) okyanusları oluşturdu. Okyanuslar sülfür gazları nedeniyle olasılıkla asidikti. Volkanlardan ve çatlaklardan lavlarla birlikte çıkan gazlar birikmeye başladı. Belki bu gazlara dünyaya çarpan birkaç devasa kuyruklu yıldız da (bunların çoğunluğu gazdır) ilave oldu. Biriken gazlar bu günde volkanlardan çıkmakta olan gazlardı:

Su buharı (H₂O),
Hidrojen klorit (HCl),
Karbon Monoksit (CO),
Karbon Dioksit (CO₂),
Nitrojen (N₂).

Bu gazlar birleşerek Metan (CH₄), Amonyak (NH₄), Hidrojen Siyanit (HCN) oluşturdu. Bu atmosfer bizler için ölümcüldür. İlk atmosferde serbest oksijen hiç yoktu veya çok az miktarda bulunmaktaydı.

Yüzeyin soğumasıyla önce okyanusal kabuk daha sonraki olaylar sonucu kıtasal kabuk gelişti (şekil 1. 2):

- Başlangıçta dünyada sadece okyanuslar vardı (ş. 1. 2A).
- Yaklaşık 4 milyar yıl önce dalma-batma zonlarında küçük, volkanik ada yayları gelişmeye başladı (ş.1. 2B).
- Zamanla dalma-batma zonlarında proto kıtalar gelişti (ş. 1. 2C).
- Proto kıtalar çarpışarak mikro kıtaları meydana getirdi (ş. 1. 2D).
- Mikro kıtalar birleşerek süper kıtaları meydana getirdi (ş. 1. 2E, F)



Şekil 1. 2 Kıtasal kabuğun oluşumu

Jeolojik Zaman Çizelgesi

Tarihçe

Dünyanın tarihçesini belirleyebilmek için geçmişteki jeolojik olayların kronolojik sıraya göre düzenlenmesi gerekmektedir. Onsekizinci yüzyılda jeologlar haritalama yaparken en yaşlı sedimanter tabakaların altında bulunan tüm kristalin kayaçları “Primitif” (=İlkel) veya “Primer” (=Birinci) olarak adlandırmaktaydılar.

İlk jeolojik zaman çizelgesi 1756 yılında Johann Lehmann tarafından önerilmiştir. Bu çizelgede kayaçlar 3 yaş gurubuna bölünmüştür:

Birinci Zaman (Primitif veya Primer) :	tüm kristalin kayaçlar
İkinci Zaman (Sekonder)	: fosil kapsayan, sıkılaştırılmış sedimanter kayaçlar
Alüvyon	: topraklar, çakıllar

1760 yılında Giovanni Arduino tarafından önerilen bir diğer çizelgede ise kayaçlar 4 yaş gurubuna bölünmüştür:

Birinci Zaman (Primitif veya Primer) :	dağların çekirdeklerindeki kristalin kayaçlar
İkinci Zaman (Sekonder)	:sedimanter kayaçlar
Üçüncü Zaman	:sıkılaştırmamış sedimentler
Volkanikler	: püskürük mağmatik kayaçlar

1835 yılında İngiliz Jeolog Adam Sedgwick Büyük Britanya'nın Galler bölgesinde yaptığı çalışmada fosil kapsayan en yaşlı sedimanter tabakalar için “**Kambriyen**” terimini önermiştir. Bu adlandırmayı takiben Kambriyen'in altındaki tüm birimler için “**Prekambriyen**” (=Kambriyen öncesi) terimi kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde kullanılan jeolojik zaman çizelgesindeki bölümlenme 19. yüzyılda geliştirilmiştir. William Smith'in öncülüğünde yapılan çalışmalarda istifler kapsadıkları fosillere ve görece yaşlarına göre bölünerek devirler belirlenmiş, devirler kapsadıkları fosillere göre zamanlar içinde gruplandırılmıştır (şekil 1. 3)

Yirminci yüzyılda, Kambriyen öncesi evre için “Kriptozooyik” (=gizli yaşam), Kambriyen'den günümüze kadar olan evre için ise “Fanerozooyik” (= görünür yaşam) terimleri önerilmiştir. Günümüzde Fanerozooyik terimi halen kullanılmaktadır, Kriptozooyik terimi yerine ise Prekambriyen (Proterozooyik + Arkeen) tercih edilmektedir.

Üst Zaman	Zaman	Devir	Devre
Fanerozojik	Senozoyik	Neojen	Holosen
			Pleyistosen
			Pliyosen
		Paleojen	Miyosen
			Oligosen
			Eosen
	Paleosen		
	Mesozoyik	Kretase	
		Jura	
		Triyas	
	Paleozoyik	Permiyen	
		Karbonifer	
		Devoniyen	
		Siluriyen	
		Ordovisiyen	
		Kambriyen	
	Proterozoyik	(= Prekambriyen)	
Arkeen			

Şekil 1. 3. Jeolojik Zaman Çizelgesi

(Paleozoyik ve Mesozoyik'in devreleri ve çağlar ilerleyen bölümlerde ilgili başlıklar altında verilmiştir).

2 PREKAMBRIYEN (4.600.000.000-542 my)

Prekambriyen terimi Kambriyen öncesi anlamına gelir, 4.6 milyar yıl ile Kambriyen devrinin başlangıcı olan 542 milyon yıl arasındaki yaklaşık 4 milyar yıllık bir evreyi temsil eder. Bu oldukça uzun olan zaman diliminde dünya bir gezegen olarak şekillenmiş, jeosfer, atmosfer, hidrosfer ve biyosfer gelişmiştir. Diğer bir deyişle bu dönemde dünya ölü bir gezegenden yaşayan bir gezegen haline dönüşmüştür. **Prekambriyen** İki üst Zamanı temsil eder: **Arkeen** ve **Proterozoyik** (şekil 2. 1)

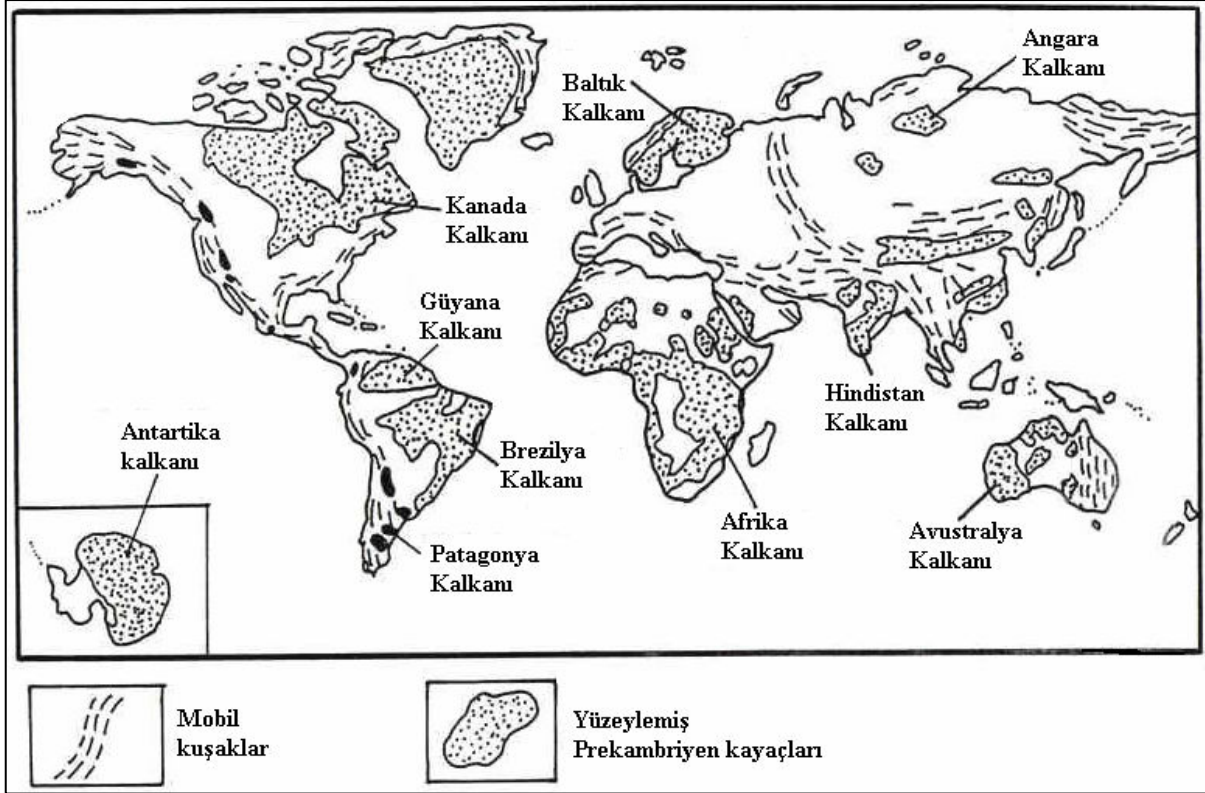
Üst Zaman (Eon)		Zaman (Era)	Milyon yıl
Prekambriyen	Proterozoyik (Proterozoic)	Neoproterozoyik (Neoproterozoic)	1000-542
		Mesoproterozoyik (Mesoproterozoic)	1600-1000
		Paleoproterozoyik (Paleoproterozoic)	2500-1600
	Arkeen (Archean)	Neoarkeen (Neoarchean)	2800-2500
		Mesoarkeen (Mesoarchean)	3200-2800
		Paleoarkeen (Paleoarchean)	3600-3200
		Eoarkeen (Eoarchean)	4600-3600

Şekil 2. 1. Prekambriyen'in bölünmesi

Prekambriyen'in ilk bölünmesi 1854 yıllarında başlamıştır. Bu döneme ait kayaçların yüzelediği alanların sınırlı olması, bu kayaçların genelde metamorfik olmaları, içlerinde çok ender fosil bulunması nedeniyle bu evre uzun süre yeterince bilinmemiş veya anlaşılammış, bu nedenle değişik bölümlenmeler ve isimler üretilmiştir.

Bu gün, Prekambriyen'in jeolojik tarihçesinin yeniden yapılandırılması tamamen radyometrik yaş tayinleri ile yapılmaktadır.

Prekambriyen ile ilgili bilgilerin çoğunluğu **kraton**lardan elde edilmiştir. **Kratonlar**, kıtaların çekirdekleridir. Bu alanlar Prekambriyen'den veya Erken Paleozoyik'ten beri deformasyona uğramamışlardır. Kratonların yüzeylediği alanlara **Prekambriyen Kalkanları** denir (ş. 2.2)



Şekil 2. 2 Dünyadaki Prekambriyen kalkanları ve mobil kuşaklar

ARKEEN

(Yunanca, *archaios* "Eski" veya "İlkel"), Okyanusların, atmosferin ve kıtaların oluştuğu dönemdir. Bilinen yaşam bakterilerle sınırlıdır.

Arkeen 4.6 milyar yıl önce, dünyanın güneşin etrafında dönen toz ve gazlardan oluşumuyla başlar, ilk dönemleri **Hadeen** olarak ta bilinir (*Hades* , Yunan mitolojisinde ölülerin ruhlarının gittiği yer altı dünyası, cehennem). Bu ilk dönemde yeryüzünde cehennemi koşullar hüküm sürmekteydi: ergimiş kayaç okyanusları, kaynayan sülfür, her yerde gök taşlarının çarpmasıyla oluşan kraterler, patlayan volkanlar, kızgın lavlar, durmaksızın gökten yağın taş ve asteroidler. Karbon dioksit, su buharı, nitrojen ve kötü kokulu sülfür bileşiklerinden oluşan hava sıcak, yoğun ve tozlu. Bazı kişilere göre Hadeen başlarında Mars gezegeni büyüklüğünde bir asteroid dünyaya çarparak ergimeye neden olmuş, çarpışma sırasında dünyadan kopan bir kütle Ay'ı oluşturmuştur. Yeryüzünde bu ilk döneme ait bilinen kayaç

yoktur. Sadece meteoritler ve Ay kayaçları bu döneme ait olabilecek yaşadadır. Bu dönemde dünyada yaşam yoktur.

Dünyanın oluşumundan yaklaşık 1 milyar yıl sonra havadaki su buharının soğuyup yoğunlaşmasıyla global bir okyanus oluşmuştur. Havadaki karbondioksit kimyasal olarak değişime uğrayarak kireçtaşına dönüşmüş ($\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$) ve okyanusların tabanında birikmeye başlamıştır. Hava çoğunlukla nitrojenden oluşmaktadır, gökyüzü normal bulutlarla kaplıdır ve yağmurlar yağmaktadır. Yerkabuğu soğumaya devam eder. Okyanusal kabuğun değişik yerlerinden kırılmaya başlamasıyla levhalar oluşur, bu okyanusal levhaların dalma-batma hareketleriyle volkanik ada yayları gelişmeye başlar (bkz. şekil 1. 2). O dönemde dünyadaki kara alanları sadece bu adalardır, henüz kıtalar mevcut değildir. Bu küçük volkanik adaların birbirleriyle çarpışmasıyla daha büyük adalar, büyük adaların çarpışmasıyla bu günkü kıtaların çekirdekleri meydana gelir.

Bilinen en yaşlı sedimanter kayaçlar 3.8 milyar yaşındadır. Dünyada bilinen ilk yaşam formu değişik tipte bakterilerdir, bunlar Arkeen'de okyanuslarda yaşamaya başlamışlardır. Bilinen en yaşlı fosil siyanobakterilerin sığ denizlerde oluşturduğu stromatolitler olup 3.5 milyar yıl yaşındaki Arkeen kayaçlarında bulunmuştur.

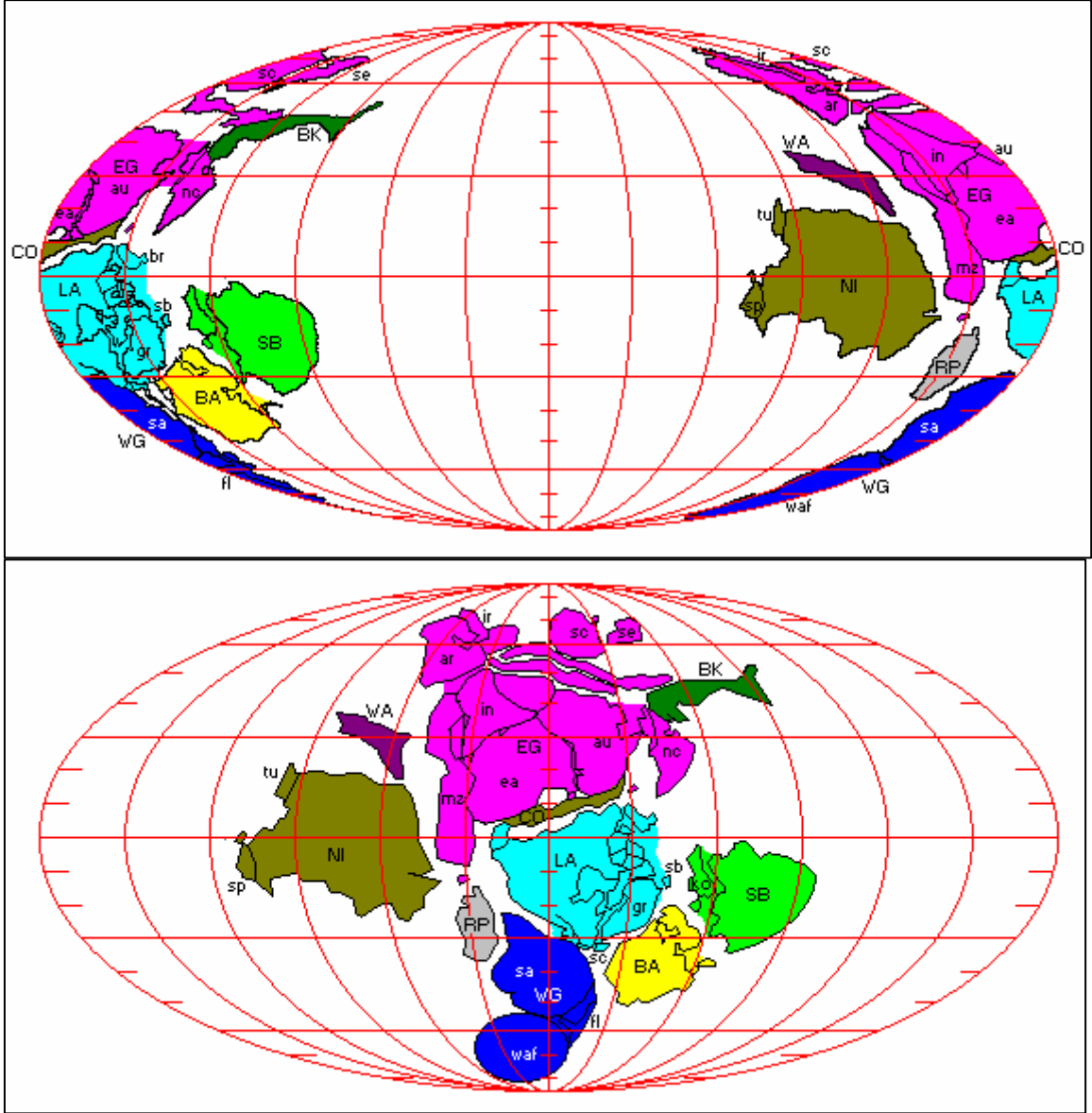
Arkeen sonlarına doğru dünyaya çarpan asteroidler ve meteoritler azalmaya başlamıştır.

PROTEROZOYİK

(Yunanca, *proteros* = ilkel + *zoön* = hayvan) Siyanobakterilerin fotosentez yapmaları sonucunda denizlerde oksijen birikmeye başlamış, bu dönemin sonlarına doğru ise yumuşak gövdeli, çok hücreli organizmalar ortaya çıkmıştır.

Proterozoyik'in başlangıcında, bu günkü kıtasal kabuğun yaklaşık %50-70'i mevcuttur.

1 milyar 100 milyon yıl önce (Neoproterozoyik) tüm kıtalar bir araya toplanarak bir süper kıta oluşturmuşlardır. Bu kıtanın adı Rusça'da ev, vatan anlamına gelen **Rodinya**'dır. Kuzey Amerika (o zamanki adıyla Lavrensiya) bu kıtanın merkezinde bulunmaktaydı. Kuzey Amerika'nın bu günkü doğu kenarı Güney Amerika'nın batı kenarıyla, batı kenarı ise Avustralya ve Antartika ile komşuydu (şekil 2. 2)



Şekil 2. 2. Rodinya'nın farklı açılardan görünümü. LA: Lavrensiya (kuzey Amerika, gr: grönland, sc: iskoçya), BA: Baltika (KB Avrupa), SB: Sibirya, NI: Nijer bloğu, RP: kuzey Arjantina. WG: batı Gondvanaland (sa: güney Amerika, waf: batı Afrika kratonu, fl: Florida), EG: doğu Gondvanaland (ea: doğu Antartika, au: Avustralya, mz: Mozambik, in: Hindistan, nc: kuzey Çin, se: güney Asya, ar: Arabistan), BK: Baykal bloğu.

Yaklaşık **750 milyon** yıl önce **Pantalassa** Okyanusunun açılmasıyla Rodinya ikiye ayrılmıştır. Rodinya'nın iki parçasının arasında kuzey-orta Afrika'nın çoğunluğundan oluşan üçüncü bir kıta **Kongo Kratonu** bulunmaktadır.

Yaklaşık **550-600 milyon** yıl önce bu üç kıta çarpışarak yeni bir süperkıta, **Pannotiya**'yı oluşturmuştur. Bu çarpışmayla ilişkili olarak meydana gelen dağ oluşumları **Pan-Afrikan orojenezi**'dir.

Proterozoyik'in sonlarında Pannotiya parçalanmaya başlamıştır.

Proterozoyik'in sonlarında dünya donarak yer tarihindeki en şiddetli buzul çağına girmiştir. Küresel iklim soğuktur, hemen hemen her kıtada buzullaşma olduğunun kanıtları mevcuttur. Soğuk koşulların bu kadar geniş yayımlı olmasını açıklamaya çalışan birkaç hipotez öne sürülmüştür:

Bir açıklamaya göre Dünya'nın eksenini Kuzey Kutbu Güneş'e doğru gelecek şekilde yana eğilmiştir, böylelikle Dünya'nın bir yarısı 6 ay boyunca güneşte kavrulurken diğer yarısı donmuştur. Ancak, Dünya'nın ekseninde böyle önemli bir eğilmeyi sağlayacak, dolayısıyla bu hipotezi destekleyecek bir mekanizma bulunamamıştır.

İkinci bir hipoteze göre Dünya bu günkü Satürn ve Uranüs'te olduğu gibi kayalık ve buzlu bir halkayla çevrelenmiş, dolayısıyla bu halkanın gölgesi Dünya'nın ikliminde soğumaya neden olmuştur. Bu hipotezi doğrulayacak böyle bir halkanın izleri de bu güne kadar bulunamamıştır.

Üçüncü, belki de en popüler hipoteze göre okyanuslar da dahil Dünya aynen büyük bir kartopu gibi tümüyle donmuştur.

Bütün bu hipotezler paleocoğrafik haritalar hazırlanmadan önce ileri atılan hipotezlerdir. Geç Proterozoyik buzullaşması en iyi bu evrede kıtaların çarpışarak süperkıta oluşmasıyla açıklanabilir. Geç Proterozoyik'te bu günkü kıtaların çoğunluğu kuzey veya güney kutuba yakındır, bu nedenle yaygın buzullaşma gelişmiş olabilir. Ekvator yakınındaki Avustralya'da da buzulların bulunması ise istisnai ve ilginç bir durumdur.

Prekambriyen'de yaşam

İlk canlının ortaya çıkışı oldukça karmaşık kimyasal bir ortamın yavaş yavaş gelişmesini izler. Bu ortam, organik olmayan işlemler sonucu ortaya çıkan amino asitler, şekerler ve diğer biyolojik olarak önemli maddelerden oluşan organik moleküllerle dolu bir çeşit **organik çorba** dır. Bu ortamdaki birikme, gelişme ve farklılaşma olayları milyonlarca yıl sürer. Bu evreye **kimyasal evrim** denir. Kimyasal evrimin doruk noktasına erişmesi yani cansız moleküllerin canlı organizmaya dönüşmesiyle **organik evrim** başlar.

İlk ortaya çıkan yaşam tipine nasıl görüldüğüne göre değil de nasıl yaşadığına göre bir isim verelim: **heterotrof**, yani kendi besin maddesini üretemeyen, çevresindeki organik moleküllerle beslenen bir organizma. Bu organizma büyük olasılıkla bir su ortamı içinde veya en azından ıslak bir yüzeyde yaşamıştır, çünkü protoplasmik yaşam için su gereklidir.

İlk **Ototroflar** (siyanobakteriler, bakteriler), yani kendi besinlerini üretebilenler, bir başlangıç heterotrof popülasyonundan gelişerek ortaya çıkmış olmalıdırlar. Yaşamın gelişmesindeki bu olay organik çorba içindeki organik besinlerin tükenmeye ve **fotosentez** olayının başlamasına işaret eder. Bir çok güncel bakteri her ne kadar serbest oksijen üretmezlerse de fotosentetiktir; tüm güncel siyanobakteriler fotosentetiktir.

Bakteri ve siyanobakterilerin hücreleri **prokaryotiktir**. Bu ilkel tip hücrede çekirdek zarı yoktur, genetik malzeme hücrenin içine yayılmıştır. Bakteri ve siyanobakterilerin dışındaki organizmaların hücreleri **ökaryotiktir**.

3.5 milyar yıl ile yaklaşık **1.8 milyar yıl** arasında dünyaya prokaryotlar (siyanobakteriler, bakteriler) egemen olmuştur. **2.5 milyar yıl** ile **1.8 milyar yıl** arasında, hidrosfer ve atmosferdeki önemli değişimler **ökaryot** hücrelerin gelişmesini sağlamıştır

Kompleks ökaryot hücrelerin gelişmesiyle **çok hücreli bitkilerin ve hayvanların** ortaya çıktığı görülür. Geç Prekambriyen'de, yumuşak gövdeli çok hücreli hayvanlar fosil kayıtlarında egemen olmaya başlar. Bunların ilk örnekleri güney Avustralya'da **Edikara** alanındaki **590-700** milyon yaşındaki birimler içinde bulunmuştur. Bu fosiller çok iyi korunmuş izler ve kalıplar şeklindedir. Daha sonraki çalışmalarda dünyanın diğer bölgelerinde de benzer faunalar bulunmuştur.

Edikara faunası (şekil 2. 3) gözle görülebilir yaşamın başlangıcını işaret eder, bu nedenle bazı jeolojik zaman çizelgelerinde Proterozoyik'in son dönemi yeni bir jeolojik devir, **Vendiyen** veya **Edikara** devri olarak ayırtlanmıştır.

